

12 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

12.1 Общие указания

12.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки измерителей S параметров РК4-71 (РК4-71/1 и РК4-71/2), находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта.

12.1.2 Поверка производится не реже одного раза в 12 мес.

12.2 Операции и средства поверки

12.2.1 При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 12.2.1.

12.2.2 Основные технические характеристики средств поверки приведены в таблице 12.2.2.

12.3 Требования безопасности

12.3.1 При поверке прибора необходимо соблюдать правила безопасности в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на поверяемый прибор и применяемые средства поверки.

12.4 Условия поверки и подготовка к ней

12.4.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|---|
| а) температура окружающей среды, °С | 20 ± 5 ; |
| б) относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80; |
| в) атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст) | от 84 до 106 (от 630 до 795); |
| г) напряжение сети питания, В | от 154 до 242 В; |
| д) частота промышленной сети, Гц | от 48 до 62 Гц, содержание гармоник не более 5 %. |

Допускается проведение поверки в условиях реально существующих в цехе, лаборатории и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий на прибор и средства поверки, применяемые при поверке.

12.4.2 Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Порядок работы" настоящего руководства по эксплуатации.

12.5 Проведение поверки

12.5.1 Внешний осмотр

12.5.1.1 При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- а) комплектности прибора согласно таблице 3.1;
- б) отсутствия механических повреждений;
- в) прочности крепления элементов корпуса, выходных разъемов;
- г) целостности и состояния изоляции сетевого провода, выходных кабелей и других принадлежностей;
- д) отсутствия нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
- е) четкости маркировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

12.5.2 Опробование и проверка общего функционирования

12.5.2.1 При опробовании работы прибора для оценки его исправности должны быть проведены операции подготовки прибора к проведению измерений согласно подраздела 10.4.2 настоящего руководства по эксплуатации.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

12.5.3 Определение метрологических характеристик

12.5.3.1 Для проверки рабочего диапазона частот, устанавливаемых генераторами сигналов, погрешности, суточной нестабильности и разрешающей способности установки частоты необходимо собрать типовую схему измерения РК4-71, приведенную на рис. 3.

В качестве средства измерения частоты СВЧ сигнала используется частотомер ЧЗ-66 с рубидиевым стандартом частоты и времени Ч1-69 в качестве источника опорного напряжения частотой 5 МГц. Общая погрешность измерения частоты такого прибора, при времени измерения ЧЗ-66 равном 1 сек, составит не более ± 1 Гц в диапазоне частот от 10 МГц до 8,3 ГГц.

Отключите выходы синтезаторов от СВЧ блока (кабели 8, 9 рис. 3). Подключите выход "0.01 – 8.3 ГГц" синтезатора сигнального, через аттенюатор 10 дБ к входу частотомера ЧЗ-66 (с внешним источником опорного напряжения Ч1-69).

Перед началом измерения прибор РК4-71 должен быть прогрет в течение времени, установленного п. 1.3.18, а приборы ЧЗ-66 и Ч1-69 в течение не менее 4 часов.

Переведите синтезатор в режим установки фиксированной частоты, для чего: активизируйте окно управления синтезатором в режиме фиксированной частоты "F₀". Последовательно устанавливая частоты, приведенные в столбце 1 таблицы 12.5.1, считывайте показания частотомера.

Таблица 12.5.1. Частоты поверки и соответствующие им допустимые отклонения

Устанавливаемое значение частоты	Допустимое отклонение от установленной величины	Допустимое относительное отклонение через 24 часа.
1	2	3
100 МГц	± 100 Гц	± 20 Гц
1000 МГц	± 100 Гц	± 20 Гц
1940 МГц	± 100 Гц	± 20 Гц
2000 МГц	± 60 Гц	± 10 Гц
4000 МГц	± 120 Гц	± 20 Гц
6000 МГц	± 180 Гц	± 30 Гц
8300 МГц	± 249 Гц	± 42 Гц

Точность установки частоты синтезатора считается удовлетворительной, если показания частотомера отличаются от установленных частот не более чем на величину отклонений, приведенных в столбце 2 таблицы 12.5.1.

Таблица 12.2.1. Операции по поверке и средства поверки прибора РК4-71

№ п. п. раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая от- метка	Допускаемое значение или предельное значение опреде- ляемого параметра	Средства поверки	
				образцовое	вспомогательное
12.5.1	Внешний осмотр				
12.5.2	Опробование				
Определение метрологических параметров:					
12.5.3.1	Определение рабочего диапазона частот, точно- сти, нестабильности и разрешающей способно- сти установки частоты	Частоты 0,1; 1,0; 1,94; 2,0; 4,0; 6,0; 8,3 ГГц	± 100 Гц; ± 20 Гц в диапазоне частот от 0,1 до 2,0 ГГц; $\pm 0,3 \cdot 10^{-7} F_x$; $\pm 0,5 \cdot 10^{-8} F_x$ в диа- пазоне частот от 2,0 до 8,3 ГГц, где F_x - установленная частота; разрешение – 1 Гц.	Частотомер электрон- но-счетный ЧЗ-66. Стандарт частоты и времени Ч1-69	Аттенуатор ЕЭ2.243.948-03 (10 дБ) из комплекта ЧЗ- 66
12.5.3.2	Проверка работы синте- заторов в зависимом ре- жиме "ведущий- ведомый".	Частоты: 100 МГц, 1940 МГц, 2000 МГц и 8300 МГц.	Разностная частота между синтезаторами $7,98$ МГц ± 3 Гц.	Частотомер электрон- но-счетный ЧЗ-66. Стандарт частоты и времени Ч1-69	Аттенуатор ЕЭ2.243.948-03 (10 дБ) из комплекта ЧЗ- 66
12.5.3.3	Определение максималь- ной стабилизированной мощности и её неравно- мерности.	Частоты 0,1; 1,0; 1,94; 2,0; 4,0; 6,0; 8,3 ГГц	10 мВт ± 2 дБ в диапазоне час- тот от 0,1 до 8,3 ГГц;	Ваттметр поглощае- мой мощности МЗ-51.	
12.5.3.4	Определение уровня комбинационных состав- ляющих сигнала в диапа- зоне частот 10 – 2000 МГц	Частоты: 1023,0 1281,25 и 1705,0 МГц	-40 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 2,0 ГГц;	Анализатор спектра С4-61 с блоками ЯЧС- 59, ЯЧС-60;	Аттенуатор ЕЭ2.243.948-03 (10 дБ) из комплекта ЧЗ- 66

Продолжение таблицы 12.2.1

№ п. п. раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая от- метка	Допускаемое значение или предельное значение опреде- ляемого параметра	Средства поверки	
				образцовое	вспомогательное
12.5.3.5	Проверка сигнала син- хронизации частоты 80 МГц, синтезаторов час- тоты	Частота 80 МГц, Мощность 10 мВт.	80 МГц $\pm$ 80 Гц, 10 мВт $\pm$ 3 дБ	Частотомер электрон- но-счетный ЧЗ-66. Ваттметр поглощае- мой мощности МЗ-51.	Аттенуатор ЕЭ2.243.948-03 (10 дБ) из комплекта ЧЗ- 66
12.5.3.6	Проверка возможности измерения четырех S па- раметров без переключе- ния четырехполосника.	Четыре S парамет- ра	Проверка пределов измерения и погрешностей измерения выполняется ниже.		
12.5.3.6	Проверка возможности измерения частотных за- висимостей модуля и фа- зы коэффициентов пере- дачи	0 – 50 дБ, $\pm 180^\circ$, 0 – 360 °	Модуль: $\pm (0.3 + 0.04 \cdot A_x)$ дБ, Фазы: $\pm (5 + 0.1 \cdot A_x)^\circ$, где A_x – измеренный модуль коэффициента передачи	Комплект аттенуато- ров, аттестованных по модулю и фазе коэф- фициента передачи (комплект поставки)	
12.5.3.6 12.5.3.7	Проверка возможности измерения частотных за- висимостей КСВН и фа- зы коэффициентов отра- жения.	КСВН: 1.03 – 5.0, Фазы: $\pm 180^\circ$, 0 – 360 °	КСВН: $\pm 3\%$, в диапазоне от 0.1 до 2 ГГц, $\pm (3K+1)\%$ в диа- пазоне частот от 2.0 до 8.3 ГГц Фазы: $\pm (3 + 12/K)^\circ$, где K – измеряемый КСВН	Наборы мер КСВН и полного сопротивле- ния ЭК9-140, ЭК9-145, отрезок воздушной линии, калибровочные нагрузки.	
12.5.3.9	Проверка возможности поверки и калибровки низкочастотной измери- тельной части прибора	ИК1, ИК2, ОК	Модуль: $\pm (0.01 + 0.001 \cdot A)$ дБ, Фаза: $\pm (0.1 + 0.01 \cdot A)^\circ$, где A – измеряемое значение отношения в дБ.		Программируемый аттенуатор ВМ-577А и аттенуатор волно- водный поляризаци- онный ДЗ-28.

Продолжение таблицы 12.2.1

№ п. п. раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая от- метка	Допускаемое значение или предельное значение опреде- ляемого параметра	Средства поверки	
				образцовое	вспомогательное
12.5.3.10 12.5.3.11	Проверка работы си- стемных интерфейсов прибора. Примечание: Прово- дится только для при- боров, в комплект по- ставки, которых входит преобразователь USB – КОП.	Возможность управления при- бором через ин- терфейс КОП, приема измери- тельной информа- ции и запросов обслуживания.	Должны выполняться основ- ные функции управления при- бором через КОП, прием кон- троллером результатов измерения и прием, обработка запросов обслуживания, свя- занных с возникновением не- исправностей прибора.		Преобразователь USB – КОП, и тесто- вая программа из комплекта поставки прибора. Контроллер КОП.
12.5.3.12	Проверка присоедини- тельных размеров из- мерительных разъемов прибора	Присоединитель- ные размеры	В соответствии с типом III ГОСТ РВ 51914	КИСК-7	
Примечания 1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспе- чивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. 2 Образцовые и вспомогательные средства поверки должны быть исправны и поверены в органах государственной или ведомствен- ной метрологической службы соответственно.					

Таблица 12.2.2. Основные технические характеристики средств поверки прибора РК4-71

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечания
	пределы измерения	погрешность		
Частотомер электронно-счетный	от 10 Гц до 37,5 ГГц	$\delta = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{F_x \cdot \tau} \right),$ где δ_0 - относительная погрешность по частоте опорного генератора, $\delta_0 = \pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ за 30 секунд, F_x - измеряемая частота, Гц τ - время счета, с $\tau = 10^{-n} \cdot c$, где $n = 0-3$	ЧЗ-66	
Ваттметр поглощаемой мощности	от 0,02 до 17,85 ГГц от 1 мкВт до 10 мВт	$\pm \left[4 + 0,1 \left(\frac{P_k}{P_x} - 1 \right) \right] \%$ где P_k - установленный предел измерения P_x - показание ваттметра	МЗ-51	
Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда	КС _{СТ} U=1,4 ± 0,05 от 0,02 до 4,0 ГГц	± 1 %	ЭК9-140, ЭК9-145	
Нагрузки	КС _{СТ} U=2,0 ± 0,05 от 0,02 до 4,0 ГГц	± 1,5 %	Э9-141, Э9-142 Э9-143, Э9-144	
Нагрузки	КС _{СТ} U=3,0 ± 0,1 от 0,02 до 4,0 ГГц	± 2 %	Э9-160, Э9-161	
Нагрузки	КС _{СТ} U=1,4 от 4 до 12 ГГц	± 1 %	Э9-147, Э9-148, Э9-149, Э9-150	

Продолжение таблицы 12.2.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечания
	пределы измерения	погрешность		
Нагрузки	$K_{ст}U=2,0$ от 4 до 12 ГГц	$\pm 1 \%$	Э9-151, Э9-152, Э9-153, Э9-154	
Стандарт частоты и времени	Номинальное значение частоты выходных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц	Относительная погрешность выходных сигналов по частоте за межповторочный интервал 1 год $\pm 3,65 \cdot 10^{-10}$ Среднеквадратическое относительное отклонение частоты за время измерения 10 с не более $6 \cdot 10^{-12}$	Ч1-69	
Аттенюатор	10 дБ	$\pm 0,2$ дБ		
Аттенюатор	20 дБ	$\pm 0,3$ дБ		
Аттенюатор	30 дБ	$\pm 0,5$ дБ		
Регулируемый аттенюатор	0 – 60 дБ, 100 МГц	Не нормируется	Программируемый аттенюатор ВМ-577А	
Регулируемый аттенюатор	0 – 60 дБ, 4500 МГц	Не нормируется	Аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-28.	
Комплект для измерений соединителей коаксиальных	по ГОСТ РВ 51914	по ГОСТ РВ 51914	КИСК-7	

Если показания частотомера отличаются от номиналов установленных частот более чем на треть величин, приведенных в столбце 2 таблицы 12.5.1, проведите "внешнюю" калибровку частоты, так, как указано в разделе 11.7.3. Если полученный результат (на частоте 8.3 ГГц) отличается от номинальной частоты более чем на 2 – 4 Гц, повторите процедуру калибровки до получения требуемого результата.

Запишите в формуляр значения частотных отклонений в точке 8.3 ГГц до и после калибровки, а также значение поправочного частотного коэффициента полученного по результатам калибровки.

Повторите измерения через 24 часа и вычислите разность между идентичными измерениями, выполненными с временным интервалом в 24 часа. Нестабильность частоты синтезатора за сутки считается удовлетворительной, если вычисленная разность частот не превышает величин, приведенных в столбце 3 таблицы 12.5.1.

Установите частоту 8300 МГц и считайте показания частотомера. Измените установленную частоту на 1, 2 и 3 Гц, фиксируя изменения показаний частотомера. Повторите аналогичные измерения для частотных точек 2050 МГц и 100 МГц. Разрешающая способность установки частоты синтезатором считается удовлетворительной, если показания частотомера отслеживают малые изменения устанавливаемых частот.

Выполните действия данного пункта для альтернативного (гетеродинного) синтезатора и убедитесь, что диапазон устанавливаемых частот, погрешность установки, суточная нестабильность и разрешающая способность установки частоты соответствуют техническим характеристикам прибора.

12.5.3.2 Проверку работы синтезаторов в зависимом режиме "ведущий-ведомый" и погрешности устанавливаемой разностной частоты 7.98 МГц выполняют в следующем порядке.

Сохраните соединения, выполненные в предыдущем пункте (синтезаторы отключены от СВЧ блока). Вызовите окно управления синтезаторами и установите зависимый режим работы синтезаторов, когда "ведущим" является сигнальный синтезатор, а "ведомым" - гетеродинный. Установите разностную частоту 7.98 МГц и режим работы на фиксированной частоте "F₀". Отключите кнопку "Ф" (фазовая синхронизация) в окне управления ведомым синтезатором. Последовательно устанавливая частоты сигнального синтезатора 100 МГц, 1940 МГц, 2000 МГц и 8300 МГц, считывайте показания частотомера ЧЗ-66 (с внешним источником опорного напряжения Ч1-69), измеряя последовательно частоты сигнального и гетеродинного синтезаторов. Вычислите разность частот сигнального и гетеродинного синтезаторов в одноименных частотных точках, с разрешающей способностью в 1 Гц.

Проверку работы синтезаторов в зависимом режиме "ведущий-ведомый" и погрешность устанавливаемой разностной частоты 7.98 МГц считают удовлетворительной, если вычисленные разности для всех частот составляют 7.98 МГц, а погрешность установки разностной частоты не превышает значения ± 3 Гц.

12.5.3.3 Для проверки максимального стабилизированного уровня мощности, генерируемого синтезаторами частоты, вызовите окно управления синтезатором в режиме качания частоты "F₀". Установите мощность, генерируемую синтезатором равной 10 мВт. Подключите к выходу "0.01 – 8.3 ГГц" синтезатора частоты измерительную головку ваттметра поглощаемой мощности МЗ-51.

Последовательно набирайте частотные точки: 100 МГц, 1000 МГц, 1950 МГц, 2050 МГц, 4000 МГц, 6000 МГц и 8300 МГц. Измеряйте и записывайте значения мощности P_X , соответствующей этим частотным точкам.

Из набора полученных значений мощности выберите максимальную P_{MAX} и минимальную P_{MIN} измеренные мощности. Рассчитайте отклонение мощности от номинального значения по формуле

$$D = 10 \cdot \log(P/10),$$

где D – искомое отклонение, $\pm$ дБ;

P – максимальная и минимальная измеренные мощности, мВт.

Результат проверки уровня стабилизированной мощности, генерируемой синтезатором в диапазоне частот от 100 МГц до 8.3 ГГц, считается удовлетворительным, если рассчитанные отклонения не превышают ± 2 дБ.

Повторите действия, описанные выше, для альтернативного синтезатора частоты и убедитесь, что рассчитанные отклонения не превышают ± 2 дБ.

12.5.3.4 Проверка уровня комбинационных составляющих сигнала на выходах СВЧ синтезаторов, в диапазоне частот 100 – 2000 МГц производится с помощью анализатора спектра С4-61, с блоками преобразования частоты Я4С-59 в диапазоне частот до 1500 МГц и Я4С-60 в диапазоне частот свыше 1500 МГц.

Проверка осуществляется на фиксированных частотах синтезатора 1023 МГц, 1281.25 МГц и 1705 МГц. Комбинационные составляющие сигнала должны находиться справа (большая) и слева от несущей частоты на расстоянии 5 МГц. Наибольший уровень комбинационных составляющих должен соответствовать частоте 1705 МГц.

Синтезатор частоты устанавливается в режим фиксированной частоты с уровнем мощности 10 мВт. Поочередно устанавливаются приведенные выше частоты и фиксируется разность уровней между несущей и комбинационными составляющими. Если комбинационная составляющая отсутствует (на расстоянии ± 5 МГц от несущей), то её уровень принимается равным уровню шумов анализатора спектра.

Повторите проверку для альтернативного синтезатора частоты.

Проверка уровня комбинационных составляющих сигнала на выходах СВЧ синтезаторов, в диапазоне частот 100 – 2000 МГц считается удовлетворительной, если результаты измерений не превышают минус 40 дБ относительно несущей частоты для обоих синтезаторов.

12.5.3.5 Проверка сигнала синхронизации частоты, генерируемого каждым синтезатором, производится с помощью частотомера ЧЗ-66 и ваттметра поглощаемой мощности МЗ-51. Частотомер подключается к выходу 80 МГц испытуемого синтезатора через аттенюатор 10 дБ и соединительный кабель. Фиксируется частота синхронизации, генерируемая синтезатором.

Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51 измерительной головкой подключается непосредственно к выходу 80 МГц синтезатора. Фиксируется мощность сигнала частотной синхронизации, генерируемого синтезатором.

Измерения повторяются для альтернативного синтезатора.

Результат проверки сигналов синхронизации частоты, генерируемых каждым синтезатором считается удовлетворительным, если частота сигнала каждого из синтезаторов не выходит за пределы 80 МГц ± 80 Гц, а отклонение мощности от номинальной (10 мВт) в дБ, рассчитанное в соответствии с выражением, приведенным в п. 12.5.3.3, не превышает ± 3 дБ.

12.5.3.6 Проверку возможности измерения четырех S параметров измеряемого СВЧ четырехполюсника, без переключения четырехполюсника, выполняют в следующем порядке.

а) Произведите подготовку прибора к работе в соответствии с п. 10.4.2, при этом выполните полную калибровку прибора.

б) Установите полный диапазон частот для используемого СВЧ блока, мощность сигнального синтезатора 5 дБм, время измерения одной частотной точки 3 мс, режим

представления всех 4 S параметров с приоритетным направлением запитки порта "А" (S_{11} , S_{21}).

в) Соедините кабели 10 и 11 рис. 3 и определите "собственные нули" прибора в соответствии с п. 10.4.2.19, их величины не должны превышать указанных в этом пункте значений, в противном случае, калибровка сделана с ошибкой, и её необходимо повторить.

г) Подключите, в качестве испытуемого четырехполюсника, аттенюатор 10 дБ из комплекта поставки прибора. Выполните измерение параметров передачи аттенюатора (S_{21} и S_{12}) записав численные значения измеренных величин модуля и фазы в частотных точках, соответствующих частотам поверки в аттестате на аттенюатор. Отпустите гайки точек, соответствующих частотам поверки в аттестате на аттенюатор. Отпустите гайки разъемов, фиксирующие аттенюатор, и проверните его вокруг собственной оси на треть оборота $\sim 120^\circ$ и зафиксируйте гайки. Повторите и запишите результаты измерений. Проверните аттенюатор ещё на 120° и повторите измерения. Найдите средние арифметические значения амплитуды и фазы одноименных (по частоте) измерений.

Вычислите разность между усредненными измеренными значениями и значениями модулей и фазы коэффициентов передачи, записанных в аттестате для соответствующих частот. Абсолютные отклонения измеренных величин не должны превышать ± 0.7 дБ по модулю и $\pm 6^\circ$ по фазе коэффициента передачи.

Результат проверки возможности и погрешности измерения модуля и фазы коэффициентов передачи S_{21} и S_{12} при измерении ослаблений в 10 дБ считается удовлетворительным, если абсолютные отклонения измеренных величин не превышают значений приведенных выше.

д) Последовательно подключая аттенюаторы 20 дБ, 30 дБ (10 + 20), 40 дБ, 50 дБ (40 + 10), выполнить измерения, усреднение результатов и вычисление абсолютных отклонений амплитуды и фазы измеренных коэффициентов передачи от эталонов.

Результаты проверки возможности и погрешности измерения модуля и фазы коэффициентов передачи S_{21} и S_{12} при измерении ослаблений от 10 до 50 дБ считаются удовлетворительными, если абсолютные отклонения измеренных величин не превышают значений: $\pm (0.3 + 0.04 \cdot A_X)$ по модулю в дБ и $\pm (5 + 0.1 \cdot A_X)$ по фазе в градусах, где A_X – номинальное значение измеряемого ослабления.

е) Установите диапазон частот прибора:

- полный: 0.1 – 2.1 ГГц для СВЧ блока нижнего диапазона частот;
- 2 – 4 ГГц – для СВЧ блока верхнего диапазона частот (2 – 8.3 ГГц).

К порту "A1" (гнездо измерительного кабеля) подключите нагрузку Э9–141 из комплекта мер полного сопротивления ЭК9-145. Измерьте численные значения полного сопротивления двухполюсника (КСВН и фазу коэффициента отражения) в соответствии с разделом 10.5.2 на частотах указанных в аттестате на эталонную нагрузку. Повторите измерения, проворачивая нагрузку дважды на $\sim 120^\circ$. Вычислите средние значения полученных величин КСВН и фазы коэффициента отражения. Вычислите разность (абсолютное отклонение) между средним значением результата измерения и истинными значениями этих параметров эталонной нагрузки на частотах аттестации.

Результат измерения параметра S_{11} на данных частотах, при измерении КСВН с номинальным значением 1.4 считается положительным, если абсолютные отклонения КСВН и фазы коэффициента отражения (КО) не превышают значений приведенных в таблице 12.5.2.

ж) Повторите измерения п. е) для всех нагрузок, перечисленных в таблице 12.5.2. Результат измерения параметра S_{11} на данных частотах считается положительным, если абсолютные отклонения КСВН и фазы коэффициента отражения не превышают значений приведенных в таблице 12.5.2.

Таблица 12.5.2. Средства поверки при измерении КСВН и фазы КО, в диапазоне частот до 4 ГГц и допустимые максимальные отклонения результатов измерения

Тип нагрузки из комплекта мер ЭК9–140	Частота поверки, ГГц	Номинальное значение измеряемого КСВН	Предельное значение абсолютного отклонения по КСВН	Предельное значение абсолютного отклонения по фазе КО
1	2	3	4	6
Э9–141 Э9–142	от 0.1 до 2	1,4	$\pm 0,059$	$\pm 11.5^\circ$
Э9–141 Э9–142	от 2 до 4		$\pm 0,073$	
Э9–143 Э9–144	от 0.1 до 1	2,0	$\pm 0,120$	$\pm 9.0^\circ$
Э9–143 Э9–144	от 2 до 4	2,0	$\pm 0,140$	
Э9–160 Э9–161	от 0.1 до 2	3,0	$\pm 0,27$	$\pm 7.0^\circ$
Э9–160 Э9–161	от 2 до 4	3,0	$\pm 0,3$	

з) Дальнейшие действия выполняются только для СВЧ блока верхнего диапазона частот (2 – 8.3 ГГц). Установите диапазон частот анализа прибора от 4 до 8.3 ГГц.

Проверка диапазона измерения КСВН и фазы КО, предела допускаемой погрешности измерения КСВН и фазы КО в верхней части рабочего диапазона частот прибора (от 4,0 до 8,3 ГГц) производится с помощью набора мер КСВН и полного сопротивления ЭК9–145. Проверка производится в следующем порядке:

и) К порту "A1" (гнездо измерительного кабеля) подключите нагрузку Э9–147 из комплекта мер полного сопротивления ЭК9-145. Выполните измерение полного сопротивления S_{11} . На экране будет представлена волнообразная кривая, представляющая собой биения коэффициента отражения ступеньки эталонной нагрузки и подвижного клина этой нагрузки.

Для измерения полного сопротивления нагрузки с подвижным клином, установите репер фазы (репер модуля не обязательно) на частоту 4 ГГц (первая частотная точка диапазона проверки). Вызовите окно калькулятора центра окружности, нажав кнопку

 и выбрав "Калькулятор центра окружности". Далее проведите измерение импеданса (КСВН и фазы КО), так, как это описано в разделе 10.5.3.5. Трижды повторите измерение (при неизменном положении нагрузки). Трижды повторите троекратные измерения, смещая нагрузку вокруг собственной оси на $\sim 120^\circ$. Усредните результаты 9 измерений (отдельно: по КСВН и фазе КО). Вычислите разность между полученными усредненными результатами и значением полного сопротивления эталонной нагрузки, записанным в аттестате. Полученная разность (погрешность измерения КСВН и фазы КО) не должна превышать величин, указанных в таблице 12.5.3.

к) Повторите действия п. и) для частот 6.0 ГГц и 8.3 ГГц.

л) Повторите действия п. и), к) для всех нагрузок перечисленных в таблице 12.5.3. Результат проверки диапазона измеряемых КСВН и фазы КО, предел допустимой погрешности измерения модуля и фазы КО считается положительным, если измеренные погрешности не превысили величин указанных в таблице 12.5.3, а при измерении номинальных КСВН 2.0, запас по погрешностям измерения был не менее 50%.

Таблица 12.5.3. Средства поверки при измерении КСВН и фазы КО, в диапазоне частот от 4 ГГц до 8.3 ГГц и допустимые максимальные отклонения результатов измерения.

Тип нагруз- ки из ком- плекта мер ЭК9-145	Частота поверки, ГГц	Измеряемое значение КСВН	Предельное значение абсолютного отклонения		Номинал ко- эффициента отражения
			КСВН	Фазы КО	
1	2	3	4	5	6
Э9-147 Э9-148 Э9-149 Э9-150	4 ГГц, 6 ГГц, 8.3 ГГц	1,4	$\pm 0,073$	$\pm 0,058$	
Э9-151 Э9-152 Э9-153 Э9-154	4 ГГц, 6 ГГц, 8.3 ГГц	2,0	$\pm 0,140$	$\pm 0,112$	

12.5.3.7 Проверка диапазона измеряемых значений КСВН, предела допустимой погрешности измерения КСВН и предела допустимой погрешности измерения фазы коэффициента отражения, для порта "В1" производится по отдельным составляющим погрешности, ввиду невозможности прямого подключения эталонных нагрузок. При этом проверяются: эквивалентная направленность порта и эквивалентный КСВН выхода порта.

Проверку эквивалентной направленности порта производите в следующем порядке:

а) Проверка эквивалентной направленности порта производится с помощью согласованной нагрузки из калибровочного комплекта. Для порта "В1" это нагрузка согласованная (розетка 7/3) КМСИ.468548.017-01 и "Отрезка воздушной линии $L = 75$ мм" из поверочного комплекта прибора.

б) Включите режим измерения " S_{22} " в полной полосе частот СВЧ блока. Представьте результат в форме КСВН (измерение фазы не производите). Отключите мощность сигнального синтезатора. Включите между испытуемым портом и согласованной нагрузкой отрезок воздушной линии. Включите мощность сигнального синтезатора и приступите к измерениям. На экране должна наблюдаться выраженная волнообразная характеристика с периодом $\sim 200 - 300$ МГц.

в) Вызовите окно специализированного калькулятора "Калькулятор порта". Вызовите частотную метку (репер), после чего в нижней части экрана будут индентифицироваться частота, соответствующая положению репера и измеряемый на этой частоте КСВН.

г) Найдите ярко выраженные минимум и максимум, отстоящие друг от друга $\sim$ на 150 МГц. Для нижнего диапазона частот (0.1 – 2.1 ГГц) они будут находиться в районе 1 и 2 ГГц. В верхнем диапазоне желательно выбрать экстремумы как можно ближе к нижней и верхней частотам диапазона измерений.

Наведите репер на выбранную экстремальную точку, и нажмите "F5", измеряемое значение ослабления зафиксируется в верхнем окне входных данных (левая часть окна). Переместите репер на частотную точку, в которой ослабление принимает альтернативное значение, и нажмите "F5". Измеряемое значение переместится в нижнее окно, а в окнах результата появятся численные значения результатов. Один из них соответствует среднему КСВН нагрузки и отрезка линии на интервале частот между минимумом и максимумом, второй – эквивалентной направленности данного порта. Поскольку данные КСВН нагрузки с отрезком линии существенно отличаются от эквивалентной направленности, эти величины легко разделить.

д) Произвести измерение направленности, в соответствии с п. г), для нижнего диапазона – в одной точке, для верхнего – в двух. Результат измерения направленности порта "B1" считается положительным, если вычисленные величины превышают минус 40 дБ.

Проверку эквивалентного КСВН выхода порта производите в следующем порядке:

а) Проверка эквивалентного КСВН выхода порта производится с помощью "Короткозамыкателя (розетка 7/3)" из калибровочного комплекта и "Отрезка воздушной линии $L = 75$ мм" из поверочного комплекта прибора.

б) Включите режим измерения " S_{22} " в полной полосе частот СВЧ блока. Представление результата в форме обратных потерь в дБ (измерение фазы не производится). Отключите мощность сигнального гетеродина. Включите между испытуемым портом и короткозамыкателем отрезок воздушной линии. Включите мощность сигнального гетеродина и пустите измерения. На экране должна наблюдаться выраженная волнообразная характеристика с периодом ~ 300 МГц и уровнем близким к 0 дБ. Для проявления волнообразной характеристики используйте чувствительные пределы измерения.

в) Вызовите калькулятор "Калькулятор порта" и действуйте полностью аналогично п. в) и г). Результаты вычислений будут представлять коэффициент отражения нагрузки КЗ (величина близкая к 0 дБ) и модуль эквивалентного коэффициента отражения (ЭКО) порта "B1".

г) Произведите измерение и вычисление модуля ЭКО, в соответствии с п. г), для нижнего диапазона – в одной точке, для верхнего – в двух. Результат измерения модуля ЭКО порта "B1" считается положительным, если вычисленные величины не превышают минус 35 дБ ($\text{КСВН} < 1.036$).

Результат проверки диапазона измеряемых значений КСВН, предела допустимой погрешности измерения КСВН и предела допустимой погрешности измерения фазы коэффициента отражения для порта "B1", считается положительным, если при вычислении эквивалентной направленности (п. д) и модуля эквивалентного коэффициента отражения порта (п. г) получены положительные результаты.

12.5.3.8 Сравнивая методики контроля погрешностей портов "A1" и "B1", легко заметить существенное: в десятки раз различие в трудоемкости метрологических операций. Кроме этого, "классическая" методика проверки параметров порта требует наличия дорогостоящих наборов мер полного сопротивления ЭК9-140 и ЭК9-145.

С другой стороны, методика определения эквивалентных параметров портов, позволяет выполнять эти проверки непосредственно в процессе измерений, контролируя реальную точность измерения прибора. Так, сразу после калибровки прибора эквивалентная направленность значительно превышает 50 дБ (55 и более), что позволяет оператору корректировать свои действия в зависимости от условий решаемой измерительной задачи.

12.5.3.9 Проверка возможности поверки и калибровки низкочастотной измерительной части прибора, в пределах измеряемых отношений 0 – 60 дБ для измерительных каналов и 0 – 20 дБ для опорного канала и пределов допустимых погрешностей измерения модуля отношений сигналов и разностей фаз сигналов производится в соответствии с разделом 11.9.

12.5.3.10 Проверка входящих в состав прибора блоков в части обеспечения двустороннего обмена с персональным компьютером (входящим в комплект поставки или стандартным) через интерфейс USB и их способность выполнять команды, приведенные в приложении А к настоящему РЭ специально не проводится.

Факт выполнения прибором измерений и проверяемых, в настоящем РЭ, функций, говорит о том, что все команды выполняются блоками в полном объеме.

12.5.3.11 Проверку возможности работы прибора с системами, построенными на основе КОП: ГОСТ 26.003-80, и "Методических указаний по реализации ГОСТ 26.003-

80 в радиоизмерительных приборах", (только для приборов, в комплект поставки которых входит преобразователь интерфейсов USB - КОП) проводят в следующем порядке.

Подключите к прибору (к любому свободному выходу USB интерфейса) преобразователь USB – КОП (если комплект поставки данного прибора предусматривает наличие такого преобразователя). Подготовьте к работе контроллер КОП, установив на нем специальную программу проверки РК4-71 (далее тестовая программа). Соедините кабелем КОП выходной разъем контроллера и разъем КОП преобразователя USB – КОП.

Включите прибор (РК4-71) и контроллер КОП. Подключите аттенюатор 10 дБ из комплекта поставки прибора, установите полный диапазон частот: 2000 – 8300 МГц для приборов РК4-71 и РК4-71/2 и 100 – 2100 МГц для прибора РК4-71/1. Кнопку пуск  " не нажимайте.

Установите адрес КОП для РК4-71 (например "10") в окне "Настройки групп приборов". Тот же адрес установите в окне тестовой программы контроллера КОП.

В окне тестовой программы выберите группу приборов "Р4-". При этом затенятся кнопки управления в окне РК4-71, что свидетельствует о том, что контроллер КОП взял на себя управление прибором (аналог блокировки клавиатуры стандартных приборов).

Установите из окна тестовой программы начальную и конечную частоты полосы обзора отличные от установленных первоначально. Убедитесь, что установки, выполненные в окне тестовой программы контроллера КОП, дублированы показаниями в окне РК4-71. Это означает что произведено программирование полосы частот обзора через контроллер КОП.

Нажмите кнопку "Пуск измерений" в окне тестовой программы. В окне РК4-71 появится измеряемая кривая, при этом можно пользоваться сервисными кнопками окон РК4-71: установка частотных реперов, масштабирование, смещение и поиск измеряемой кривой. Остановить и вновь пустить измерения, убедившись, что эти функции программирования РК4-71 выполняются через КОП.

При выполнении измерений РК4-71 передает в КОП численные значения измеренной зависимости, наблюдаемой в окне тестовой программы как смещающийся список чисел, представленных в формате с плавающей точкой. Изменяя режимы индикации в окне РК4-71, убедитесь, что изменяются и порядки принимаемых чисел в тестовом окне. Полученные результаты означают, что функция передачи информации в КОП выполняется в полном объеме.

Отключите кабель USB от измерительного СВЧ блока РК4-71. В приборе возникла неисправность, не позволяющая ему выполнять свои функции. В тестовом окне, в окне индикации поступающих из КОП запросов на обслуживание появится сообщение об аппаратной неисправности РК4-71. Это означает, что прибор (РК4-71) выдал запрос на обслуживание в канал КОП, контроллер обработал его и запросил от прибора дополнительную информацию о причине запроса. Прибор сообщил об аппаратной неисправности, не позволяющей дальнейшее функционирование.

Проверка выполнения прибором интерфейсных функций (нижний уровень в иерархии интерфейса) специально не выполняется, поскольку выполнение прибором функций "программирование", выдача информации в КОП, выдача в КОП сигнала "запрос обслуживания", невозможно без полноценного выполнения прибором интерфейсных функций.

Результаты проверки возможности работы прибора с системами, построенными на основе КОП (ГОСТ 26.003, и "Методических указаний по реализации ГОСТ 26.003 в радиоизмерительных приборах") считают удовлетворительными, если управление прибором через КОП соответствовало описанию, приведенному выше.

12.5.3.12 Проверку присоединительных размеров коаксиальных кабелей (для подключения к измеряемому устройству) и калибровочного комплекта, на соответствие ГОСТ РВ 51914, производят с помощью Комплекта для измерений соединителей коак-

сиальных типа КИСК-7. Результат проверки считают удовлетворительным, если результаты измерений соответствуют ГОСТ РВ 51914.

12.6 Оформление результатов поверки

12.6.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке и клеймением поверяемого прибора в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку. При этом необходимо указать температуру окружающего воздуха, при которой осуществлялась поверка.

В случае отрицательных результатов поверки прибор признается непригодным к выпуску в обращение и применение. При этом аннулируется свидетельство или гасится клеймо. Приборы, не подлежащие ремонту, изымаются из обращения и эксплуатации, кроме того на них выдается свидетельство о непригодности.

12.6.2 Для прибора РК4-71, благодаря наличию независимых систем калибровки различных режимов и пределов, возможно применение выборочной или целевой аттестации режимов работы. Имеется в виду возможность проведения поверки только в объеме предполагаемого использования прибора или при наличии поверочного оборудования с требуемыми характеристиками. Такой подход применим и к случаям аттестации прибора в неполном рабочем диапазоне. При этом в свидетельство о поверке вносятся все данные о фактическом объеме поверки и уровне метрологических характеристик с учетом погрешности примененного поверочного оборудования.

12.6.3 Аттестация прибора РК4-71 с погрешностью меньшей, чем нормируется настоящим документом, возможна при следующих условиях:

а) только по результатам не менее двух поверок с интервалом между первой и последней не менее времени, в течение которого она должна действовать;

б) если погрешность и разность показаний при поверках в интересующих точках или режимах не превышает 80 % погрешности, которая будет нормироваться при аттестации, т.е. аттестуемый на повышенную точность прибор должен подтвердить стабильность метрологических характеристик в течение заданного временного интервала.

Примечания

1 Изготовитель не гарантирует возможность калибровки и аттестации каждого экземпляра прибора на повышенную точность. Это можно определить только путем метрологических исследований.

2 Метрологические запасы прибора РК4-71 могут позволить аттестовать его с точностью до полутора – двух раз выше нормируемой.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Команды двустороннего обмена между компьютером управляющим и блоками прибора

А.1 Команды блока системного источника питания

см. *cmd SN*, *cmd Test*

А.1.1 pwr_Meas

Команда выдачи результатов измерения.

Code: 0x30{CF}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	28	Meas	результат измерений
	30		

А.1.2 pwr_Klb

По команде "KLB", ИП принимает новые значения поправочных констант А и В. ИП измеряет значение старых констант Aolg и Bolg на новые: Anew и Bnew по алгоритму: $Bnew = Bolg \cdot [val_B]$; $Anew = [val_A] + Aolg \cdot [val_B]$ и записывает их в ЭНЗУ.

Code: 0x31{CE}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Param	Порядковый номер калибруемого параметра 0 – U _{net} , 1 – U _b , 2 – I _b , 3 – I _{akk} , 4 – Percent, 5 – T _{env} , 6 – T _{rad}
3	4	val_B	калибровочное значение параметра
7	4	val_A	калибровочное значение параметра (0.0 - при калибровки параметров U _b и I _{akk})
	11		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

А.1.3 Meas

Структура параметров установки частотной точки

Смещ.	Длина	Поле	Описание
0	4	Unet	напряжение сети питания, В
4	4	Ub	напряжение бортовой сети, В
8	4	Ib	ток потребления бортовой сети, А
12	4	Iakk	ток заряда аккумулятора, А
16	4	Percent	процент заряда аккумуляторов, %
20	4	Tenv	температура окружающей среды, °С
24	4	Trad	температура радиатора, °С
	28		

А.1.4 Критические сообщения, формируемые ИП

ИП формирует критическое сообщение аварии питающей сети. При этом устанавливается флаг crit_PowerOFF (см.state critical). По получению такого запроса, УК не сбрасывая флага начинает процедуру сворачивания комплекса:

1) выдается всем обнаруженным приборам команда "cont PowerOFF ";

2) выполняется команда "ОС Windows " завершения работы.

3) ИП по прекращению поступления кадров USB (выгрузка драйверов USB), производится отключение аккумулятора;

А.2 Команды блока синтезатора частот

см. *cmd SN*, *cmd Test*

А.2.1 syn_SetFreqPoint

Установка частотной точки

Code: 0x10{EF}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	11	Freq	подмассив констант, соответствующих одной частотной точке
	13		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

А.2.2 syn_SetPowerOut

Устанавливает выходную мощность синтезатора на уровень [pwr] (для первой частотной точки или в полосе). Действует до тех пор, пока не будет отменена другой командой установки мощности.

Code: 0x11{EE}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	4	pwr	32р. значение мощности в устанавливаемой точке
	6		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.2.3 syn_SelectSync

Выбор внутренней синхронизации

Code: 0x12{ED}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Range	0 – внутренняя синхронизация 1 – внешняя 80 МГц 2 – внешняя 10 МГц 3 – внешняя 5 МГц
	3		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.2.4 syn_SetCiclChange

Команды установки циклического изменения частоты СВЧ синтезатора. Выполняют только предварительную установку, не переходя в циклический режим

Code: 0x13{EC}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	2	size	размер массива (количество) частотных точек (1..1200)
4	2	first	номер частотной точки, первой после переключения диапазона частот. (0..size-1). (см примечание 1)
6	2	time	время удержания частотных точек ,мс
8	size * sizeof(Freq)	Freq [size]	массив констант, соответствующих частотным точкам
	8 + size * sizeof(Freq)		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

Примечание – Синтезатор по команде установки циклов должен физически установить на своем выходе первую частотную точку.

A.2.5 syn_SetDelayPoint

Команды установки /изменения времени удержания частотной точки в отличии от установленного периода циклического изменения частоты СВЧ синтезатора. (см.syn SetCiclChange) Code: 0x14{EB}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	2	num	номер частотной точки в массиве (0..1199)
4	2	time	время удержания частотной точки (мс)
	6		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.2.6 syn_GetDelayPoints

Команды чтения таблицы времен удержания частотных точек.

Code: 0x15{EA}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	2	size	размер массива (количество) частотных точек (1..1200)
4	2*size	Time[size]	массив времен удержания, соответствующих частотным точкам (мс)
	4+2*size		

A.2.7 syn_GetFrCorrect

Чтение частотной поправки синтезатора. Эта величина, близкая к 1, записанная в ЭНЗУ. Code: 0x16{E9}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	8	FCorr	частотная поправка синтезатора
	10		

A.2.8 syn_SetFrCorrect

Запись частотной поправки синтезатора в ЭНЗУ синтезатора. Code: 0x17{E8}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	8	FCorr	частотная поправка синтезатора
	10		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.2.9 syn_AutoKlb

Автокалибровка синтезатора Code: 0x18{E7}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.2.10 syn_ComplexKlb

Внешняя калибровка выходной мощности синтезатора. В цикле измеряется величина мощности и передается синтезатору, ожидается время исполнения команды (Err=err_Pending), при Err=err_ParametersTransfer, анализируется count, и при не нулевом значении цикл повторяется.

Примечание: синтезатор должен прервать режим при поступлении другой команды, до завершения всего цикла.

Code: 0x19{E6}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	4	Power	Измеренная мощность (ДГ Р2) на выходе синтезатора.
	6		
Результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
1	2	count	Счетчик оставшихся циклов измерения
	2		

A.2.11 Freq

Структура параметров установки частотной точки

Смещ.	Длина	Поле	Описание
0	2	GJM	код установки частоты ГЖМ
2	4	CVS	код установки частоты ЦВС
6	2	DP1	код деления ДПКД-1
8	2	DP2	код деления ДПКД-2
10	1	K	код установки коммутатора
	11		

А.3 Команды блока сопряжения

см. cmd SN , cmd Test

А.3.1 r 2_SetCiclMeas

Команда установки циклических измерений.

Code: 0x20{DF}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	2	size	число частотных точек (1..1200)
4	2	first	номер частотной точки, первой после переключения диапазона частот. (0..size-1). (см.примечание 1)
6	2	time	время удержания частотных точек (мс)
8	1	phase	фаза начала измерений (в 100мс), например: 1 – фаза 100 мкс; 12 – фаза 1200 мкс; 2 – фаза 200 мкс; 20 – фаза 2000 мкс;
	9		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

А.3.2 r2_SetDelayPoint

Команды установки /изменения времени удержания частотной точки в отличии от установленного периода циклического изменения частоты СВЧ синтезатора. (см.r2_SetCiclMeas)

Code: 0x21{DE}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	2	num	номер частотной точки в массиве (0..1199)
4	2	time	время удержания частотной точки (мс)
	6		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.3.3 r2_GetDelayPoints

Команды чтения таблицы времен удержания частотных точек.

Code: 0x22{DD}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	2	size	размер массива (количество) частотных точек (1..1200)
4	2*size	Time[size]	массив времен удержания, соответствующих частотным точкам (мс)
	4+2*size		

A.3.4 r2_MeasPower

Команда непосредственного измерения мощности.

Code: 0x23{DC}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	maskIn	битовая маска каналов участвующих в измерениях 00000ABR ₍₂₎
	3		
Результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	sizeof(Meas)	<u>Meas</u>	измеренные значения мощности
	2 + sizeof(Meas)	<u>Meas</u>	

A.3.5 r2_MeasVoltage

Команда непосредственного измерения напряжения.

Code: 0x24{DB}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	maskIn	битовая маска каналов участвующих в измерениях 00000ABR ₍₂₎
	3		
Результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	sizeof(Meas)	Meas	измеренные значения напряжения
	2 + sizeof(Meas)		

A.3.6 r2_MeasKlb

Команда калибровочных измерений без табличной коррекции

Code: 0x25{DA}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Pipe	номер канала участвующего в калибровочных измерениях измеритель по измеренной мощности определяет калибруемый канал, при определении более 1 канала – сообщается (255 ₁₀) об ошибке. 0 – A; 1 – B; 2 – R;
	3		
Результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	4	val0	первое измерение;
6	4	val1	второе измерение;
10	4	val2	третье измерение;
14	4	val3	четвертое измерение;
18	4	val4	пятое измерение; (0.0 - в измерениях моста)
	22		

A.3.7 r2_MeasLoad

Чтение результата измерений. Считывания результатов измерений имеющиеся в FIFO буфере P2, на момент дешифрации команды.

Code: 0x26{D9}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	1		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	2	Size	размер массива измерений
4	sizeof(Meas) *size	Meas [size]	массив измерений
	4+size* sizeof(Meas)		

A.3.8 r2_KlbZero

Калибровка нуля. По этой команде производятся измерения (система должна обеспечить отсутствие сигналов на входах), результаты обрабатываются и записываются в ЭНЗУ как собственные нули ДГ и моста.

Code: 0x27{D8}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	maskIn	битовая маска каналов откалиброванных каналов 00000ABR ₍₂₎
	3		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	3		

A.3.9 r2_GetZero

Чтение из ЭНЗУ записанного, для соответствующего устройства, подключенного к каналу А, В, R - значения собственного нуля.

Code: 0x28{D7}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Pipe	номер канала участвующего в калибровочных измерениях 0 – А; 1 – В; 2 – R.
	3		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	4	valZero	значения собственного нуля канала
	6		

A.3.10 r2_SetTable

Данные таблицы принимаются в буферную память блока сопряжения, а затем записываются в ЭНЗУ микроконтроллера устройства (ДГ или датчика КСВН), подключенного к соответствующему каналу: А, В, R.

Code: 0x29{D6}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Pipe	номер канала участвующего в калибровочных измерениях 0 – А; 1 – В; 2 – R.
3	1792	Tbl[1792]	данные таблицы
	1794		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	1	Progress	Процент исполнения команды (0-100). Внимание! Выдается и при err= err_Pending.
	3		

A.3.11 r2_GetTable

Чтение таблицы из ЭНЗУ микроконтроллера. Code: 0x2A{D5}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	Pipe	номер канала участвующего в калибровочных измерениях 0 – A; 1 – B; 2 – R.
	3		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	1792	Tbl[1792]	данные таблицы
	1794		

A.3.12 r2_SetAtten

Установка значения ослабления вносимого калибровочным аттенюатором.
Code: 0x2B{D4}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	1	value	Устанавливает значение ослабления 0 – $A_{вн} = 0$ дБ, 1 – $A_{вн} = 10$ дБ, 2 – $A_{вн} = 20$ дБ, 3 – $A_{вн} = 30$ дБ, 4 – $A_{вн} = 40$ дБ
	3		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.3.13 r2_GetAtten

Чтение значения ослабления, установленного аттенюатором.

Code: 0x2C{D3}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	1	value	Устанавливает значение ослабления 0 – $A_{вн} = 0$ дБ, 1 – $A_{вн} = 10$ дБ, 2 – $A_{вн} = 20$ дБ, 3 – $A_{вн} = 30$ дБ, 4 – $A_{вн} = 40$ дБ
	3		

A.3.14 r2_SetTableAttens

Сохранение действительных значений ослабления вносимого калибровочным аттенюатором.

Code: 0x2D{D2}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
2	5*4	Atten[5]	Действительные значения аттенюатора для 0дБ, 10дБ, 20дБ, 30дБ, 40дБ (в формате с плавающей точкой одинарной точности).
	22		
Результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
	2		

A.3.15 r2_GetTableAttens

Чтение значений ослаблений аттенюатора.

Code: 0x2E{D1}

Смещ.	Длина	Поле	Описание
1	1	~Cmd	инверсия кода команды
	2		
результат			
0	1	Cmd	код исполняемой команды
1	1	Err	результат выполнения
2	5*4	Atten[5]	Действительные значения аттенюатора для 0дБ, 10дБ, 20дБ, 30дБ, 40дБ (в формате с плавающей точкой одинарной точности).
	22		

A.3.16 Meas

Структура параметров установки частотной точки

Смещ.	Длина	Поле	Описание
0	4	val_A	данные входа A. (0.0 – если не запрошен, либо отсутствует датчик)
4	4	val_B	данные входа B (0.0 – если не запрошен, либо отсутствует датчик)
8	4	val_R	данные входа R (0.0 – если не запрошен, либо отсутствует датчик)
	12		

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					