М3-90

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1.401.012 ТО

priborstandart.ru

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ

М3-90

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
I.40I.0I2 ТО

Зак. № 490

priborstandart.ru

ВНИМАНИЕ!

I. ЗАПРЕЩАЕТСЯ прикасаться к контактам выходного разъема преобразователя приемного коаксиального(ПИК) из-за возможного повреждения термопар ПИК статическим электричеством.

2. Перед подключением преобразователя к проверяемому объекту или к пульту управления, который используется при поверке прибора, необходимо убедиться в надежности заземления всей КИА, используемой при измерениях.

Некачественное заземление или его отсутствие может привести к выходу из строя термопар ПИК.

3. ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать мощность во время прогрева ваттметра поглощаемой мощности М3-90.

4. Максимально допустимая мощность для преобразователя I0 мВт для синусоидальных СВЧ сигналов и I Вт для импульсно-модулированных сигналов при длительности импульсов не более I0 мкс и средней мощности не более I0 мВт.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать преобразователь к выходу источника с неизвестной величиной выходной мощности, не ослабив СВЧ сигнал встроенным в источник или включенным в схему измерения аттенюатором.

При перестройке частоты источника измеряемого сигнала, обладающего неравномерным или неизвестным распределением мощности в исследуемом диапазоне частот, необходимо отключить преобразователь от источника или ввести ослабление СВЧ сигнала.

ПРОТОКОЛ № 4

Определение КстU ваттметра при работе с дополнительными переходами.

Ваттметр № _____

ППК № _____

Технические данные: п.2.7 I.40I.0I2 ТО

Методика поверки: п.9.4.8 I.40I.0I2 ТО

Результаты поверки:

Проверяемые точки, ГГц	0,02-4	4-I0	8,24-I2,05	I2,05-I7,44
Переход 5.433.020-0I				
Нормируемое значение Кст U	I,35	-	-	-
Измеренное значение КстU				
Переход 5.433.02I-0I				
Нормируемое значение Кст U	I,6	I,6	-	-
Измеренное значение Кст U				
Переход 5.433.022-0I				
Нормируемое значение Кст U	-	-	I,6	-
Измеренное значение Кст U				
Переход 5.433.023-0I				
Нормируемое значение Кст U	-	-	-	I,8
Измеренное значение Кст U				

КстU ваттметра при работе с дополнительными переходами не превышает:

с переходом 5.433.020-0I_____

с переходом 5.433.02I-0I_____

с переходом 5.433.022-0I_____

с переходом 5.433.023-0I_____

Измерения проводил:

priborstandart.ru

ПРОТОКОЛ № 3

Определение КстU ваттметра

Ваттметр № _____

ППК № _____

ППК № _____

Технические данные: п.2.6 I.40I.0I2 ТО

Методика поверки: п.9.4.8 I.40I.0I2 ТО

Результаты поверки:

Проверяемые точки, ГГц	0,02-I2	I2-I7,85
Нормируемое значение КстU	I,3	I,4
Измеренное значение КстU с ППК № _____		
с ППК № _____		

КстU ваттметра не превышает _____ в диапазоне частот от 0,02 до I2 ГГц; _____ в диапазоне частот от I2 до I7,85 ГГц.

Измерения проводил:

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение 5
2. Технические данные 5
3. Состав комплекта ваттметра 9
4. Принцип действия I0
5. Маркирование и пломбирование I4
6. Общие указания по вводу в эксплуатацию I4
6.I. Распаковывание и повторное упаковывание ваттметра и принадлежностей I4
6.2. Порядок установки I5
6.3. Подготовка к работе I6
7. Меры безопасности I7
8. Порядок работы I7
8.I. Расположение органов управления, настройки и подключения I7
8.2. Подготовка к проведению измерений I8
8.3. Проведение измерений 20
9. Поверка ваттметра 22
9.I. Общие сведения 22
9.2. Операции и средства поверки 22
9.3. Условия поверки и подготовка к ней 30
9.4. Проведение поверки 30
9.5. Оформление результатов поверки 52
I0. Конструкция 53
I0.I. Конструкция ППК 53
I0.2. Конструкция БИ 53
II. Описание электрической принципиальной схемы 55
I2. Указания по устранению неисправностей 59
I3. Техническое обслуживание 59
I4. Правила хранения 6I
I5. Транспортирование 6I
Приложение I. Влияние рассогласования на погрешность измерения СВЧ мощности 62
Приложение 2. Протоколы поверки метрологических параметров 64

priborstandart.ru

Внешний вид ваттметра поглощаемой мощности М3-90

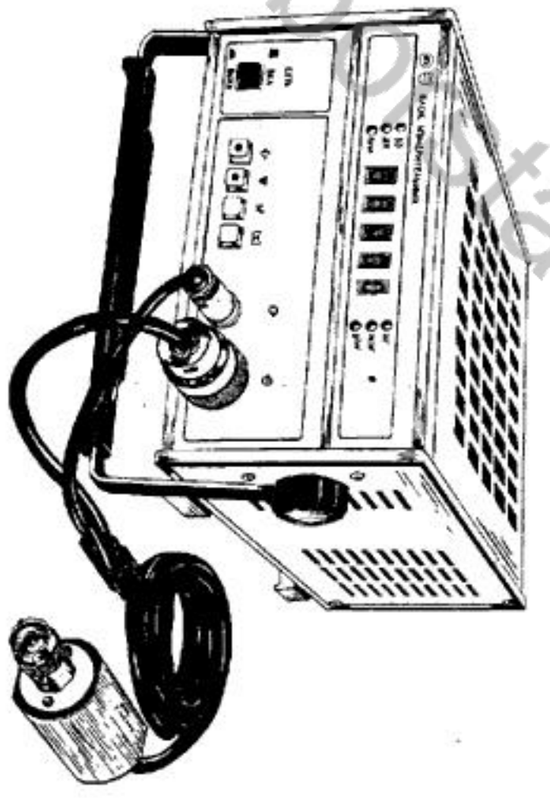


Рис.I

ПРОТОКОЛ № 2

Определение основной погрешности ваттметра при работе с дополнительными переходами

Ваттметр № _____

ППК № _____

Технические данные: п.2.2 I.40I.0I2 ТО

Методика поверки: п.9.4.6 I.40I.0I2 ТО

Результаты поверки:

Проверяемые точки	3 мкВт	30; I00 мкВт; I; I0 мВт
Переход 5.433.020-0I		
Нормируемое значение δ_{2}', %	±5,9	±5
Измеренное значение δ_{2}', %		
Переход 5.433.022-0I		
Нормируемое значение δ_{2}', %	±I0,9	±I0
Измеренное значение δ_{2}', %		
Переход 5.433.023-0I		
Нормируемое значение δ_{2}', %	±I5,9	±I5
Измеренное значение δ_{2}', %		

Основная погрешность ваттметра при работе с дополнительными переходами не превышает значений, указанных в п.2.2 I.40I.0I2 ТО.

Измерения проводил:

priborstandart.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРОТОКОЛЫ ПОВЕРКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ПРОТОКОЛ № I

Определение основной погрешности ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов

Ваттметр № _____

ППК № _____

ППК № _____

Технические данные: п.2.I I.40I.0I2 ТО

Методика поверки: п.9.4.5 I.40I.0I2 ТО

Результаты поверки:

Проверяемые точки	I2 ГГц		I7,85 ГГц	
	3 мкВт	30; I00 мкВт; I; I0 мВт	3 мкВт	30; I00 мкВт I; I0 мВт
Нормируемое значение, %	±4,9	±4	±6,9	±6
Измеренное значение, % с ППК № _____				
с ППК № _____				

Основная погрешность ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов не превышает значений, указанных в п.2.I I.40I.0I2 ТО.

Измерения проводил:

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.I. Ваттметр поглощаемой мощности М3-90 (ваттметр) предназначен для измерения среднего значения мощности непрерывных и импульсно-модулированных сигналов СВЧ.

I.2. Рабочие условия эксплуатации ваттметра:

температура окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С;

относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С;

атмосферное давление 60-I04 кПа (450-780 мм рт.ст.);

напряжение питающей сети (220±22) В, частотой (50±I) Гц;

напряжение (220±22) В и (II5±5,8) В, частотой (400±I0) Гц.

I.3. Ваттметр обеспечивает возможность работы в автоматизированной измерительной системе через канал общего пользования (КОП).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.I. Основная погрешность ваттметра δ без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов не превышает значений, рассчитанных по формулам, %:

$$\delta = \pm\left[4+0,I\left(\frac{Pк}{Px} - I\right)\right] \qquad (I)$$

в диапазоне частот от 0,02 до I2 ГГц;

$$\delta = \pm\left[6+0,I\left(\frac{Pк}{Px} - I\right)\right] \qquad (2)$$

в диапазоне частот свыше I2 до I7,85 ГГц,

где Рк - максимальное значение установленного поддиапазона измерения мощности (I поддиапазон - 30,00 мкВт; 2 поддиапазон - I00,00 мкВт; 3 поддиапазон - I000,0 мкВт; 4 поддиапазон - I0,00 мВт);

Рх - показание ваттметра, мкВт, мВт.

2.2. Основная погрешность ваттметра δ' при работе с дополнительными переходами, входящими в комплект ваттметра, не превышает значений, указанных в табл.I.

priborstandart.ru

Таблица I

Обозначение перехода	Диапазон частот, ГГц	Основная погрешность, %
5.433.020-0I	0,02-4	$\pm\left[5+0,I\left(\frac{Рк}{Рх}-I\right)\right]$
5.433.022-0I	8,24-I2,05	$\pm\left[I0+0,I\left(\frac{Рк}{Рх}-I\right)\right]$
5.433.023-0I	I2,05-I7,44	$\pm\left[I5+0,I\left(\frac{Рк}{Рх}-I\right)\right]$

Примечание. Основная погрешность ваттметра при работе с переходом коаксиальным (переходом) 5.433.02I-0I не нормируется.

2.3. Диапазон измерения средних значений мощности от $I0^{-7}$ до $I0^{-2}$ Вт.

2.4. Рабочий диапазон частот 0,02-I7,85 ГГц.

2.5. Волновое сопротивление СВЧ входа ваттметра 50 Ом. Присоединительные размеры СВЧ разъемов преобразователя приемного коаксиального (ПК) и дополнительных переходов соответствуют ГОСТ I33I7-80 для следующих типов соединений и сечений волноводов:

тип III В вариант I для ПК,

тип II В и III Р вариант I для перехода 5.433.020-0I;

тип IУ В и III Р вариант I для перехода 5.433.02I-0I;

тип III Р вариант I и сечение 23хI0 мм для перехода волноводно-коаксиального (перехода) 5.433.022-0I;

тип III Р вариант I и сечение I6х8 мм для перехода 5.433.023-0I.

2.6. Коэффициент стоячей волны Кст U ваттметра:

в диапазоне от 0,02 до I2,00 ГГц не более I,3;

в диапазоне свыше I2,00 до I7,85 ГГц не более I,4.

2.7. Коэффициент стоячей волны Кст U ваттметра при работе с дополнительными переходами не более:

I,35 с переходом 5.433.020-0I;

I,6 с переходом 5.433.02I-0I;

I,6 с переходом 5.433.022-0I;

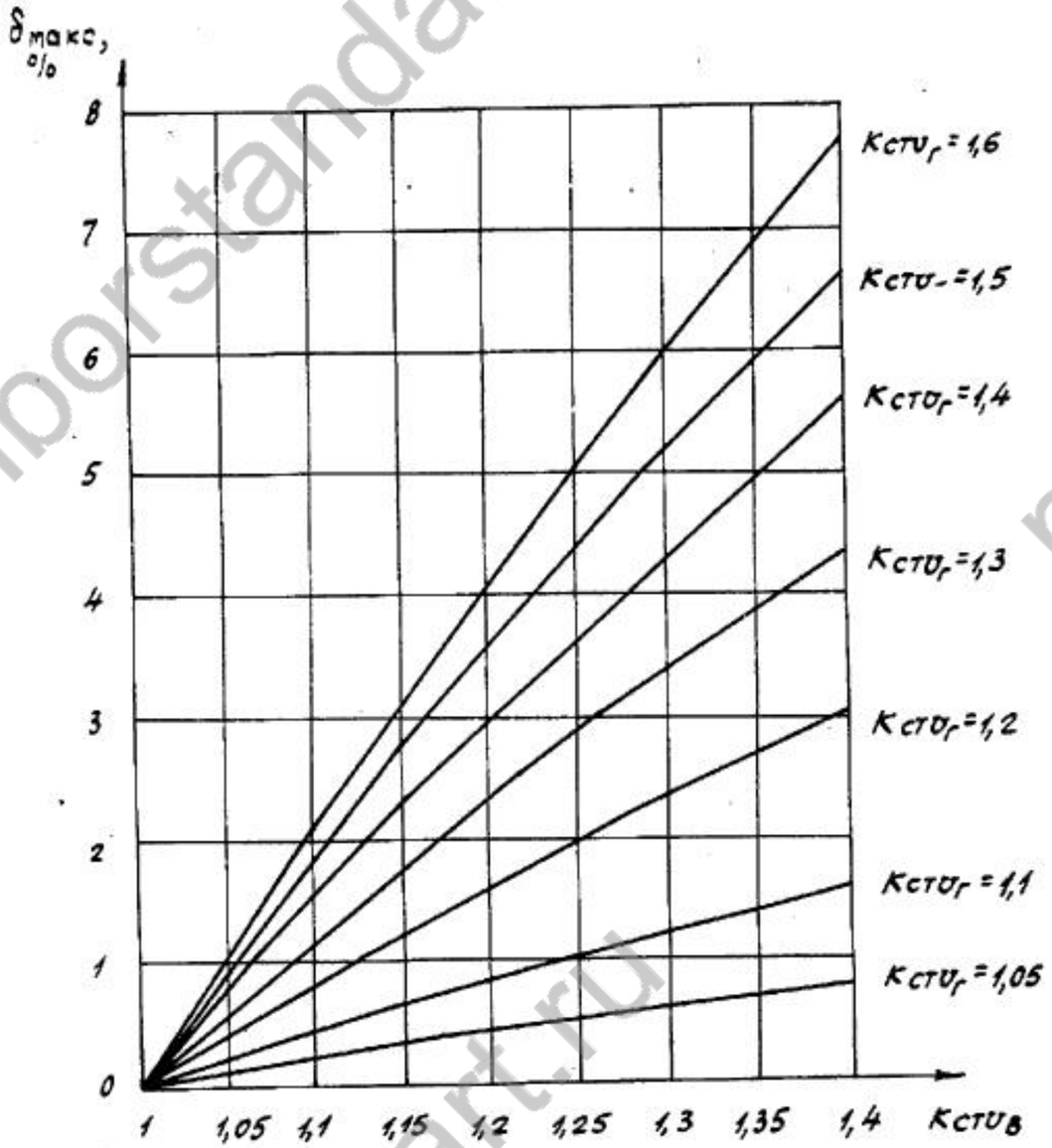
I,8 с переходом 5.433.023-0I.

2.8. Коэффициент калибровки Кк ваттметра находится в пределах:

0,96-I,04 в диапазоне частот от 0,02 до I2 ГГц;

0,9-I,I в диапазоне частот свыше I2 ГГц.

Зависимость максимальной дополнительной погрешности за счет рассогласования



priborstandart.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВЛИЯНИЕ РАССОГЛАСОВАНИЯ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ МОЩНОСТИ

Дополнительная погрешность измерения может быть определена по формуле , %

$$\delta_{макс} = \pm 2|Гг| \cdot |Гв| \cdot 100, \qquad (1)$$

где $\delta_{макс}$ - максимальная дополнительная погрешность за счет рассогласования;

$|Гг|$ - модуль коэффициента отражения генератора;

$|Гв|$ - модуль коэффициента отражения ваттметра.

Модуль коэффициента отражения может быть рассчитан по значениям Кст U :

$$|Г| = \frac{Кст\,U - 1}{Кст\,U + 1} \qquad (2)$$

Величины максимальной дополнительной погрешности за счет рассогласования, вычисленные по формуле (I), приведены на рисунке.

2.9. Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в пределах рабочих температур, не превышает ±I % на каждые I0 °С изменения температуры.

2.I0. Время установления показаний не превышает I0 с на первом и втором поддиапазонах измерения мощности, I с на остальных поддиапазонах измерения мощности в режиме ручного переключения поддиапазонов и I5 с в режиме автоматического переключения поддиапазонов измерения мощности.

2.II. Время сохранения калибровки не менее I ч.

2.I2. Нестабильность показаний ваттметра во времени, включая "дрейф электрического нуля", при неизменной температуре в установившемся режиме не более 0,4 $\frac{мкВт}{мин}$.

2.I3. Предельное значение нестабильности показаний ваттметра, вызванное скачкообразным изменением температуры присоединительного фланца не более 4 $\frac{мкВт}{мин \cdot град}$.

2.I4. Ваттметр сохраняет значения основных параметров после воздействия в течение трех минут перегрузочной мощности непрерывного сигнала I5 мВт.

2.I5. Ваттметр устойчив к воздействию максимальной импульсной мощности I Вт при длительности импульсов не более I0 мкс и среднем значении мощности не более I0 мВт.

2.I6. Ваттметр имеет аналоговый выход на нагрузке Rн≥I00 кОм в виде напряжения постоянного тока U аналог положительной полярности на контакте 6 относительно контакта 7 разъема БЛОКИРОВКА ⊖ U , мВ:

$$U_{аналог} = (1{,}00 \pm 0{,}01) \cdot N \qquad (3)$$

на первом поддиапазоне измерения мощности;

$$U_{аналог} = (0{,}100 \pm 0{,}001) \cdot N \qquad (4)$$

на остальных поддиапазонах измерения мощности,

где N - показание ваттметра в единицах счета.

2.I7. Ваттметр обеспечивает выдачу сигнала блокировки в виде замыкания контактов I, 2 разъема БЛОКИРОВКА ⊖ U при превышении измеряемой мощности уровня I5 мВт.

2.I8. Ваттметр обеспечивает самодиагностирование на уровне функциональных узлов.

2.I9. Ваттметр обеспечивает введение в результат измерения коэффициента поправки в пределах от 0,2 до 2.

2.20. Время установления рабочего режима 30 мин на первом поддиапазоне измерения мощности и I5 мин на остальных поддиапазо-

priborstandart.ru

нах измерения мощности.

2.2I. Ваттметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение I6 ч при сохранении своих технических характеристик.

2.22. Питание ваттметра осуществляется от сети переменного тока напряжением (220±22) В, частотой (50±I) Гц, напряжением (220±22) и (II5±5,8) В, частотой (400±I0) Гц.

2.23. Мощность, потребляемая ваттметром от сети питания при номинальном напряжении, не более 38 В·А.

2.24. Ваттметр соответствует ГОСТ 26.003-80. Функциональные возможности ваттметра в части ГОСТ 26.003-80 приведены в техническом описании и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

2.25. Наработка на отказ Тo не менее I5000 ч.

2.26. Гамма-процентный ресурс не менее I0000 ч при γ=90 %.

2.27. Гамма-процентный срок службы не менее I5 лет при γ =90 %.

2.28. Гамма-процентный срок сохраняемости не менее I0 лет для отапливаемых хранилищ или 8 лет для неотапливаемых хранилищ при γ =90 %.

2.29. Среднее время восстановления не более 8 ч.

2.30. Вероятность отсутствия скрытых отказов не менее 0,9 за межповерочный интервал 24 мес при среднем коэффициенте использования 0,04.

2.3I. Габаритные размеры ваттметра, мм, не более:

блока измерительного (БИ) - 256x320xI74;

преобразователя ШК - ⌀42x99.

2.32. Габаритные размеры табельной и транспортной упаковок мм, не более:

ящика 4.I6I.II8 с приемкой заказчика - 586x4I7x276;
коробки 6.876.II3-23 с приемкой ОТК - 475x425x29I;
ящика 4.I6I.079 - 333x2IIx77;
ящика 4.I7I.072 с приемкой заказчика - 878x523x378;
ящика 4.I7I.072-06 с приемкой ОТК - 756x5I8x378.

2.33. Масса ваттметра, кг, не более :

БИ - 6,5;

ШК - 0,4.

2.34. Масса ваттметра с табельной упаковкой, кг, не более:

БИ - 2I с приемкой заказчика;
БИ - I2,8 с приемкой ОТК;
ШК - 3,I.

2.35. Масса ваттметра с транспортной тарой, кг, не более:

с приемкой заказчика - 40;
с приемкой ОТК - 35.

I4. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

I4.I. При хранении ваттметр должен находиться в упакованном виде и содержаться в следующих условиях:

для отапливаемого хранилища при температуре от 5 до 40 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С;

для неотапливаемого хранилища при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40 °с, относительной влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре 25 °С.

I4.2. Срок сохраняемости в отапливаемом хранилище - I0 лет, в неотапливаемом хранилище - 8 лет.

I4.3. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

I4.4. После 5 лет хранения производится переконсервация ваттметра путем частичного вскрытия чехлов из полиэтиленовой пленки и заменой силикогеля осушителя. Герметизация швов чехлов производится липкой лентой.

I5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

I5.I. Допускается транспортирование ваттметра в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 65. °С и относительной влажности воздуха I00 % при 25 °С.

I5.2. Погрузка, разгрузка и транспортирование ваттметра должны производиться в условиях, исключающих механическое повреждение упаковки ваттметра. Ваттметр обязательно должен находиться в заводской упаковке, которая обеспечивает его сохранность при транспортировании любым транспортом.

I5.3. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.

Таблица II

Внешнее проявление неисправности и дополнительный признак	Вероятная причина	Метод устранения
При коррекции нуля на табло БИ индицируется ПР.0. При калибровке на табло индицируется Н-ПР., или Н - ПР	Неисправен кабель, соединяющий ПИК с БИ. Неисправен ПИК	Проверить исправность кабеля соединительного, ПИК, пользуясь схемой электрической принципиальной ПИК (приложение 2). ВНИМАНИЕ! Проверку исправности соединительного кабеля и ПИК необходимо производить вольтметром универсальным цифровым В7-28 или омметром с током в измеряемой цепи не более 2,5 мА. При неисправности соединительного кабеля отремонтировать его. При обнаружении неисправности ПИК отправить его на завод-изготовитель.
	Неисправен БИ	Произвести проверку БИ в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации 5.I73.034 и устранить неисправность

3. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ВАТТМЕТРА

Таблица 2

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
I. Блок измерительный с комплектом принадлежностей:	5.I73.034	I	
кабель соединительный	4.853.020	I	На экспорт 4.853.0I9
2. Преобразователь приемный коаксиальный ПИК	3.469.009	2	Маркировка ПИК 009
3. Комплект запасных частей, в него входят:	4.070.056	I	
вставка плавкая ВПI-I 2,0 А 250 В	0.480.003 ТУ	2	
вставка плавкая ВП2Б-IВ 0,5 А 250 В	0.48I.005 ТУ	4	
вставка плавкая ВП2Б-IВ I,0 А 250 В	0.48I.005 ТУ	4	
микросхема 580ВМ80	0.347.28I-0I ТУ	I	
4. Комплект сменных частей, в него входят:	4.07I.022	I	
болт 0.206.0I4	8.920.460-02	2	
болт установочный 0.206.0I4	8.920.459-02	2	
гайка 0.206.0I4	8.930.366-0I	4	
переход волноводно-коаксиальный	5.433.022-0I	I	23xI0/7/3
переход волноводно-коаксиальный	5.433.023-0I	I	I6x8/7/3
переход коаксиальный	5.433.020-0I	I	I6/7/7/3
переход коаксиальный	5.433.02I-0I	I	I0/4,34/7/3 (поставляется по требованию заказчика)
шайба 4.Бр.КМц3-I.033	ГОСТ I0462-8I	4	
5. Комплект инструмента и принадлежностей, в него входят:	4.072.022	I	
кабель КОП	4.854.I30-03	I	
розетка РПМ7-24Г-ПБ-В	0.364.043 ТУ	I	
ключ 78II-0002 DI X9	ГОСТ 2839-80	2	Допускается ключ 78II-0002 DI Ц15 хр, кроме экспорта

priborstandart.ru

Продолжение табл.2

Наименование, тип	Обозначение	Коли-чество	Примечание
узел печатный	6.730.807-0I	I	
узел печатный	6.730.8I0	I	
формирователь кодов	5.I05.354	I	
6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	I.40I.0I2 ТО	I	
7. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	5.I73.034 ТО	I	
8. Формуляр	I.40I.0I2 ФО	I	
9. Ящик	4.I6I.II8	I	с приемкой заказчика
Ящик	4.I6I.II8-I9	I	на экспорт
Коробка	6.876.II3-23	I	с приемкой ОТК
I0.Ящик	4.I6I.079	I	

Примечания: I. В графе "Примечание" табл.2 обозначены размеры сечений переходов в миллиметрах.

2. Для поверки ваттметра в эксплуатации применяется комплект комбинированный 4.068.003, поставляемый заводом-изготовителем по отдельным заявкам.

На рис.2 приведен весь комплект ваттметра.

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

4.I. В основу работы ваттметра положен принцип преобразования СВЧ мощности в тепловой вид энергии и измерения образуемой на выходе ППК термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС), которая пропорциональна подведенной к нему мощности СВЧ.

Основными блоками ваттметра являются ППК и БИ.

Схема электрическая структурная ваттметра приведена на рис.3.

4.2. Преобразование СВЧ мощности происходит непосредственно в нитевидных термопарах микросборки. Индикация степени нагрева осуществляется с помощью этих же термопар.

I2. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

I2.I. Ремонт БИ должен производиться в специализированных ремонтных органах или поверочных лабораториях.

Ремонт ППК должен производиться только на заводе-изготовителе.

I2.2. При проведении ремонта следует строго выполнять меры безопасности, указанные в разделе 7.

I2.3. Для доступа к узлам и элементам БИ необходимо отключить его от сети и вскрыть блок.

I2.4. Вскрытие ППК не допускается. Неисправные ППК отправляются на завод-изготовитель.

I2.5. При ремонте БИ следует пользоваться принадлежностями из комплекта инструмента и принадлежностей ваттметра: узлами печатными 6.730.807-01 и 6.730.8I0, кабелем 4.853.087, формирователем кодов 6.I05.354.

I2.6. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по их устранению приведены в табл.II и в разделе I2 "Указания по устранению неисправностей" технического описания и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

I2.7. После ремонта сделать отметку в формуляре и произвести поверку ваттметра согласно указаниям раздела 9, если ремонт связан со вскрытием (нарушением пломбирования) БИ.

I3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

I3.I. При техническом обслуживании необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в разделе 7.

I3.2. Соединители высокочастотные и низкочастотные необходимо не реже одного раза в месяц промывать спиртом.

I3.3. После проведения операций по техническому обслуживанию необходимо сделать отметки в формуляре I.40I.0I2 ФО.

priborstandart.ru

Таблица I0

Перечень элементов к схеме электрической принципиальной ПК

Поз. обозначение	Наименование	Количество	Примечание
AI	Микросборка. Вставка термоэлектрическая 3.430.007	I	
RI*	Резистор		
	С2-33-0,I25-5,I кОм±5 %-А-Г-Б	I	0...24 кОм
VI...V4	Диод 2Д522Б	4	
XI		I	Разъем конструктивный
X2	Вилка 6.605.0I0	I	
X3	Розетка РС10ТВ с кожухом	I	

Комплект ваттметра

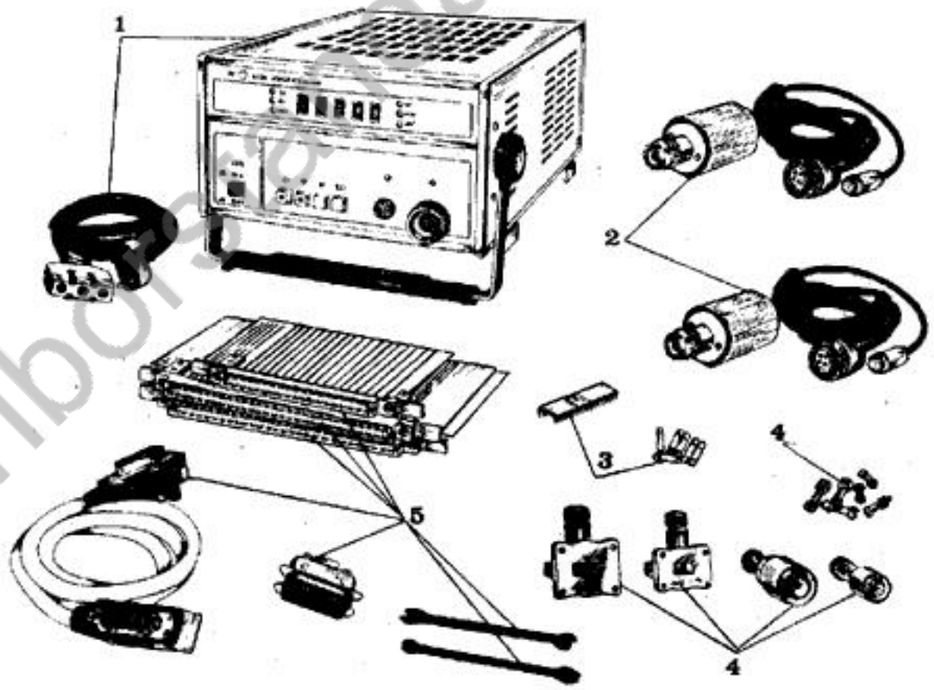


Рис.2

priborstandart.ru

4.3. Термо-ЭДС, пропорциональная измеряемой мощности, поступает на вход БИ.

Основными функциями БИ являются: усиление напряжения постоянного тока, его преобразование в цифровую форму, выдача в линейном масштабе результатов измерений на цифровом табло и в КОП, формирование мощности калибровки 800 мкВт на переменном токе, 80 и 800 мВт на постоянном токе.

Усилитель постоянного тока (УПТ) усиливает выходное напряжение ППК до величины, необходимой для его преобразования в преобразователе аналого-цифровом. УПТ построен по принципу модуляции-демодуляции. Улучшение шумовых характеристик и уменьшение дрейфа нуля достигается за счет применения в схеме модулятора полевых транзисторов с хорошими ключевыми параметрами и использования в схеме УПТ малошумящего операционного усилителя.

Усиленное напряжение постоянного тока с помощью аналого-цифрового преобразователя преобразуется в шестнадцатиразрядный двоичный код, поступающий в виде двух байтов в шину данных.

Устройство управления преобразует информацию, поступающую из системных шин микропроцессора в сигналы управления аналоговыми узлами и индикацией.

Управление работой ваттметра и обработка результатов преобразования осуществляется с помощью микроконтроллера. В состав микроконтроллера входит процессор центральный и память постоянная. Обмен информацией между процессором центральным и устройствами ввод-вывода, в состав которых входят остальные программно-управляемые узлы БИ осуществляется через системные шины адреса, данных и управления.

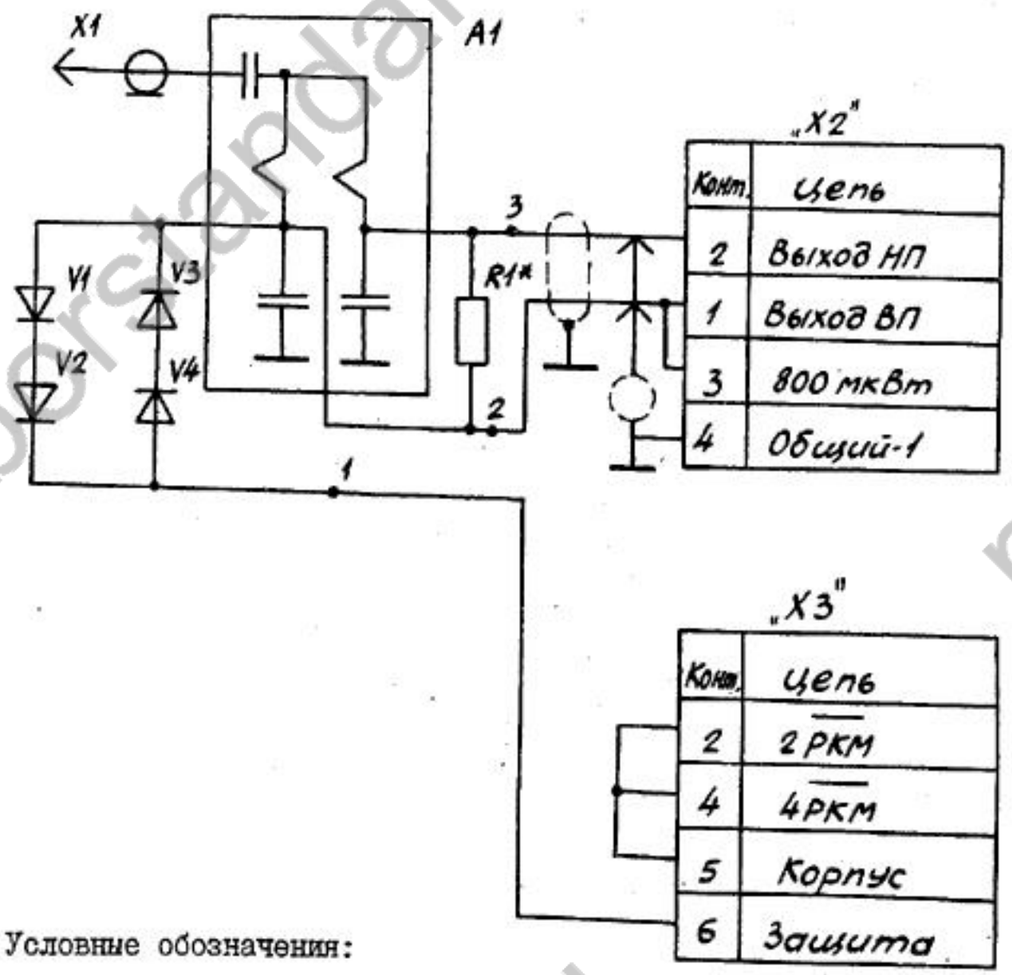
Работа ваттметра в составе автоматизированной измерительной системы обеспечивается интерфейсом КОП.

Устройство индикации индицирует значения измеряемой мощности в буквенно-цифровом и точечном виде.

В БИ предусмотрена выдача результатов измерения в виде напряжения постоянного тока, формируемого на аналоговом выходе с помощью цифро-аналогового преобразователя, расположенного на печатном узле устройства управления 2.

Калибратор постоянного тока на сопротивлении нагрузки (50,0±±3,5) Ом формирует два уровня мощности 80 и 800 мВт. Калибратор переменного тока на сопротивлениях нагрузки (200±40) Ом и (400±±80) Ом формирует синусоидальный сигнал частотой (I8,0±I,8) кГц и

ППК. Схема электрическая принципиальная



Условные обозначения:

ВП – высокопотенциальный;

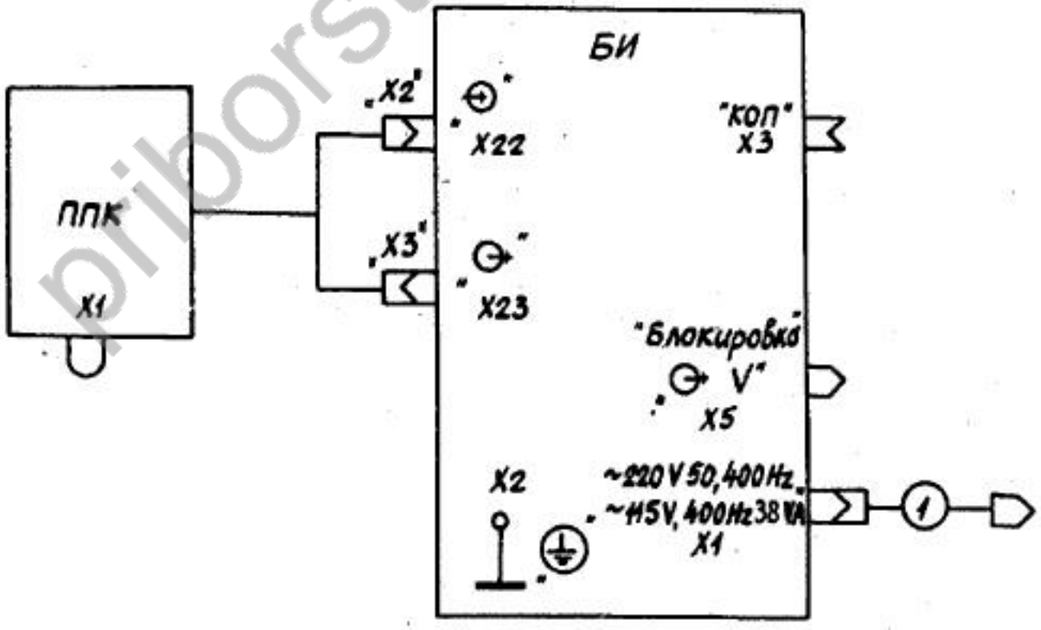
НП – низкопотенциальный;

РКМ – разряд кода модификации;

ж – подбирают при регулировании, в некоторых преобразователях может отсутствовать

Рис.2I

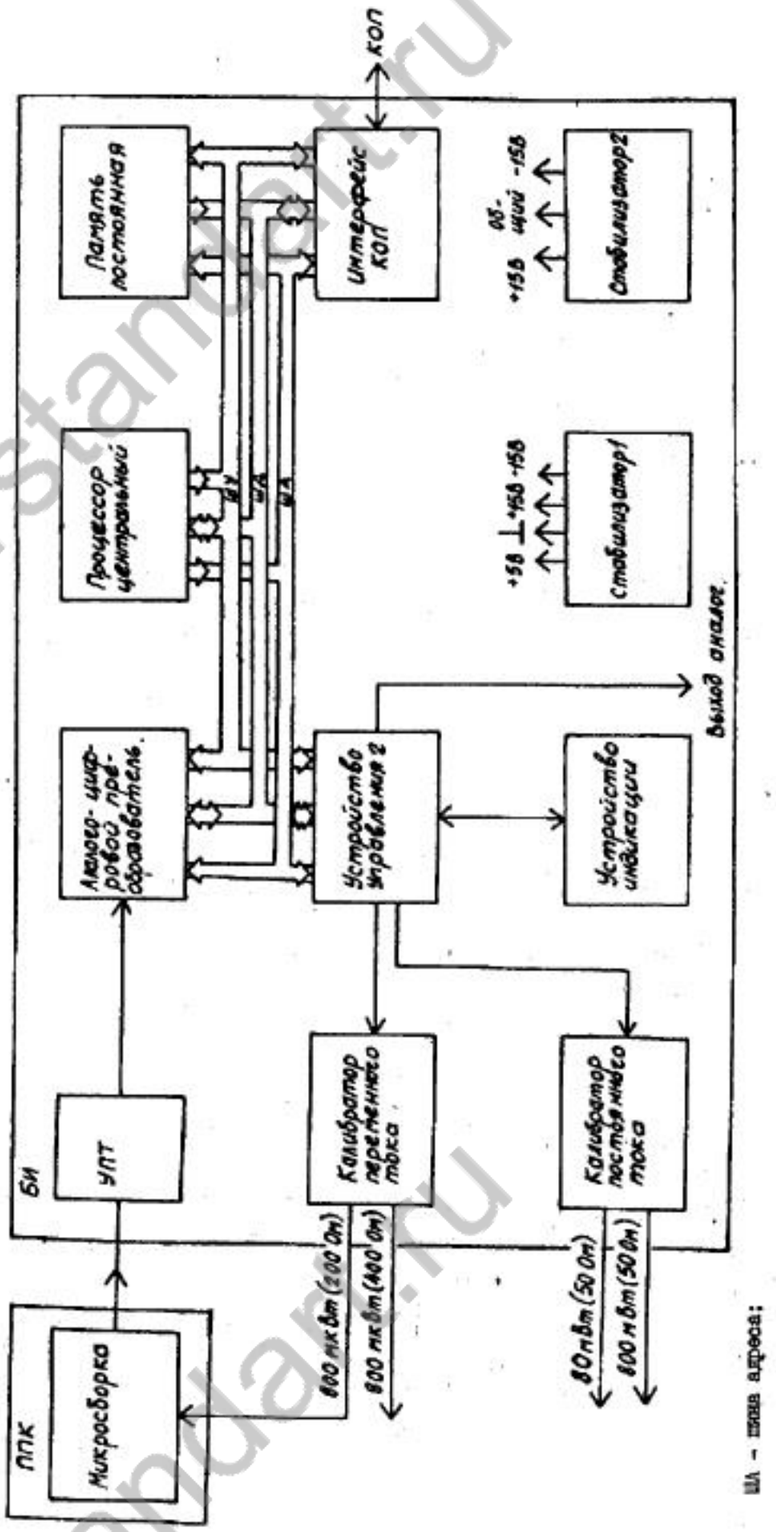
Ваттметр. Схема электрическая соединений



I – кабель соединительный 4.853.020

Рис.20

Ваттметр. Схема электрическая структурная



ША – шина адреса;
ШД – шина данных;
ШУ – шина управления

Рис.3

мощностью 800 мкВт.

Питание цифровых функциональных узлов осуществляется от стабилизатора I, а аналоговых - от стабилизатора 2.

Подробное описание принципа действия БИ приведено в техническом описании и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.I. Наименование ваттметра, его условное обозначение и год выпуска указываются в формуляре.

5.2. Наименование БИ, товарный знак предприятия нанесены на лицевой панели в верхней части.

Заводской порядковый номер БИ и год выпуска расположены в правом углу задней панели.

5.3. Условное обозначение, заводской порядковый номер ППК и год выпуска нанесены на боковой поверхности кожуха ППК.

5.4. Все электрорадиоэлементы, установленные в БИ на панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений согласно перечням элементов к схемам электрическим принципиальным.

5.5. Блоки ваттметра, принятые представителем заказчика, пломбируются мастичными пломбами, которые устанавливаются на верхней и нижней крышках БИ со стороны задней панели, на кожухе ППК.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

6.I. Распаковывание и повторное упаковывание ваттметра и принадлежностей

6.I.I. Для упаковывания ваттметра и транспортирования используется следующая тара:

ящик для транспортирования, в который укладываются БИ с ЗИП и эксплуатационной документацией в табельной упаковке и ППК с ЗИП, упакованные в свою табельную упаковку.

6.I.2. Для распаковывания ваттметра необходимо произвести следующие операции:

II. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

II.I. Взаимодействие блоков ваттметра и соединение их между собой показано на схеме электрической соединений рис.20.

II.2. Схема электрическая принципиальная ППК приведена на рис.2I, перечень элементов приведен в табл.I0.

СВЧ сигнал через входной разъем X1 поступает на микросборку A1, в которой, проходя через входной конденсатор, поглощается в двух, параллельно включенных для токов СВЧ, термопарах. Образуемая на термопарах термо-ЭДС с помощью кабеля подводится к контактам I и 2 вилки X2, смонтированной на конце кабеля.

Так как термопары находятся включенными как в цепь переменного тока высокой частоты, так и в цепь постоянного тока, для исключения взаимного влияния служат входной и выходные конденсаторы микросборки A1.

Диоды V1-V4 защищают термопары от прямого воздействия паразитных сигналов, возникающих при различных переходных процессах в приборах. Включение диодной защиты осуществляется через разъем X3. Перемычка между контактами I и 5 разъема X3 кодирует модификацию ППК.

Резистор R1 служит для подбора коэффициента калибровки Кк.

Через контакты 2 и 3 вилки X2 на термопары подается от БИ калибровочная мощность 800 мкВт.

II.3. Описание электрической принципиальной схемы БИ приведено в разделе II "Описание электрической принципиальной схемы" технического описания и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

priborstandart.ru

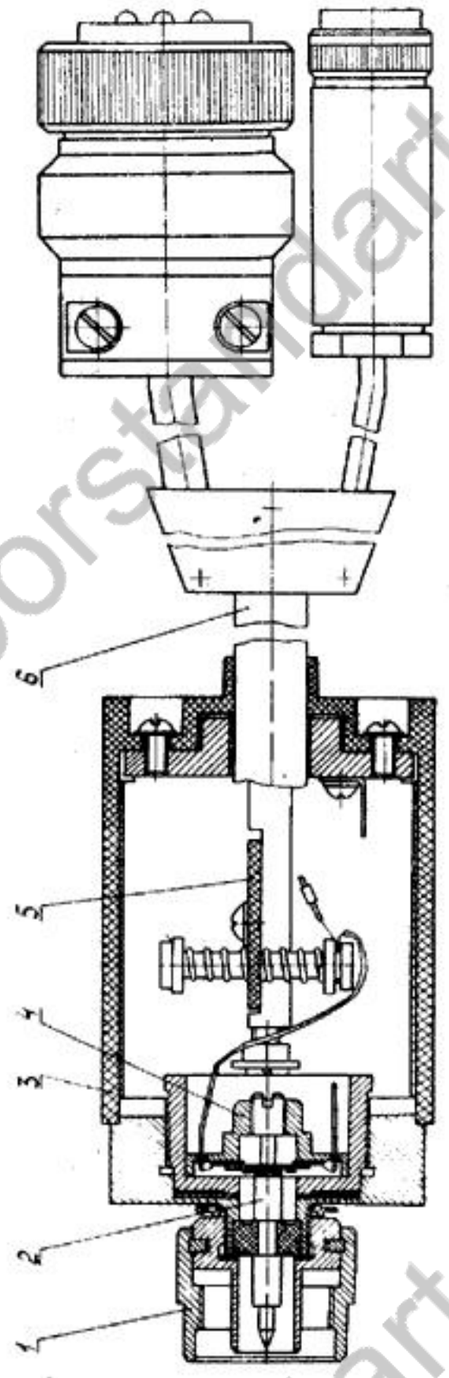


Рис.19

1 - входной разъем;
2 - центральный проводник;
3 - кожух;
4 - микросборка;
5 - печатный узел;
6 - кабель соединительный.

I) извлечь из ящика для транспортирования блоки ваттметра в табельной упаковке;

2) табельные упаковки с блоками ваттметра расконсервировать, для чего снять полиэтиленовые чехлы с упаковок и удалить мешки с силикогелем осушителем;

3) извлечь из табельных упаковок БИ, ШК, ЗИП и эксплуатационную документацию.

6.I.3. Повторное упаковывание блоков ваттметра перед транспортированием производят в следующей последовательности:

I) БИ с ЗИП устанавливают в табельную упаковку между амортизаторами;

2) ШК и ЗИП укладывают в табельную упаковку во вкладыш из полистирола;

3) табельные упаковки пломбируют по ГОСТ I8677-73 и подвергают временной противокоррозионной защите по варианту ВЗ-I0 ГОСТ В 25674-83, для чего в чехлы из полиэтиленовой пленки помещают табельные упаковки и мешки с силикогелем осушителем. Последний шов чехла заворачивают и заклеивают липкой лентой;

4) табельные упаковки в чехлах помещают в ящик для транспортирования, обитый изнутри водонепроницаемой бумагой. Крышку ящика прибивают гвоздями;

5) ящик для транспортирования обтягивают по торцам стальной лентой и пломбируют по ГОСТ I8677-73. Маркирование ящика для транспортирования производят в соответствии с ГОСТ I4I92-77.

6.2. Порядок установки

6.2.I. При получении ваттметра потребителем следует произвести внешний осмотр.

6.2.2. При внешнем осмотре блоков ваттметра необходимо

priborstandart.ru

проверить:

сохранность пломб. Повреждение пломб потребителем является нарушением правил эксплуатации;

комплектность согласно табл.2;

отсутствие видимых механических повреждений;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений;

чистоту разъемов и клемм;

состояние кабелей, переходов.

6.2.3. В процессе эксплуатации вентиляционные отверстия в корпусе БИ не должны закрываться посторонними предметами.

6.3. Подготовка к работе

6.3.I. Перед началом работы следует внимательно изучить разделы I; 4, 6, 7, 8 настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации и технического описания и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля, расположенных на передней и задней панелях БИ.

6.3.2. Разместите ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

6.3.3. Заземлите БИ.

6.3.4. Проверьте правильность установки переключателя напряжения сети на БИ.

6.3.5. Установите тумблер СЕТЬ на БИ в выключенное положение (кнопка нажата).

6.3.6. Присоедините к БИ ППК при помощи кабеля соединительного, встроенного в ППК.

I0. КОНСТРУКЦИЯ

I0.I. Конструкция ППК

I0.I.I. ППК (рис.I9) состоит из входного коаксиального разъема типа Ш по ГОСТ I33I7-80, микросборки, печатного узла, внешнего защитного кожуха и кабеля соединительного. Внешний экран входного коаксиального тракта выполнен из нержавеющей стали. На торцевой поверхности центрального проводника смонтирован конденсатор из тикондовой керамики, обеспечивающий малое сопротивление токам СВЧ и препятствующий проникновению постоянного тока в цепь СВЧ.

Микросборка состоит из заглушки, на которой установлены слюдяная пластина с двумя термопарами и выходные конденсаторы из тикондовой керамики.

Термопара представляет собой пленочную термопару хромель-копель, напыленную на стекловолокно.

Выходные конденсаторы представляют собой посеребренные керамические пластины и служат для развязки цепей тока СВЧ постоянного тока.

Внутри ППК на стойках закреплен печатный узел диодной защиты. Сигнальные провода соединительного кабеля и выводы с термопары механически зажаты в позолоченных медных контактах. Для защиты от внешних электромагнитных полей и теплового воздействия окружающей среды ППК закрыт пластмассовым кожухом с установленным внутри него пермаллоевым экраном. Соединительный кабель жестко заделан в кожухе.

I0.2. Конструкция БИ

I0.2.I. БИ скомпанован в типовом корпусе "Надел-75А" с габаритными размерами 228х308хI20 мм.

Все узлы БИ выполнены с применением печатного монтажа. Некоторые крупногабаритные элементы и органы управления крепятся к корпусу самостоятельно.

Более подробно описание конструкции БИ приведено в разделе I0 "Конструкция" технического описания и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

priborstandart.ru

Результаты испытаний по определению основной погрешности ваттметра при работе с дополнительными переходами считаются удовлетворительными, если значения δ' не превышают значений, указанных в табл.9.

Таблица 9

Обозначение перехода	Частота, ГГц	δ' для уровней мощности	
		3 мкВт	30; 100 мкВт 1; 10 мВт
5.433.020-01	4	±5,9 %	±5 %
5.433.022-01	12	±10,9 %	±10 %
5.433.023-01	17,44	±15,9 %	±15 %

9.4.8. Определение Кст U ваттметра производится с помощью измерителей КСВН панорамных Р2-73, Р2-83 в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если значения Кст U не превышают значений, указанных в п.2.6.

9.4.9. Определение Кст U ваттметра при работе с дополнительными переходами производится с помощью следующих измерителей КСВН панорамных:

Р2-73, Р2-78 для перехода 5.433.020-01;

Р2-73, Р2-83 с переходом 32-115/3 из комплекта генератора Г4-111 для перехода 5.433.021-01;

Р2-61 для перехода 5.433.022-01;

Р2-67 для перехода 5.433.023-01.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если значения Кст U не превышают значений, указанных в п.2.7.

9.5. Оформление результатов поверки

9.5.1. Результаты поверки оформляют путем записи или отметки результатов поверки в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку.

Формы протоколов поверки метрологических параметров приведены в приложении 2.

9.5.2. Ваттметры, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

6.3.7. Включите кабель питания БИ в сеть.

6.3.8. После транспортирования или нахождения в предельных климатических условиях (минус 60 и плюс 65 °С) до подготовки к работе ваттметр необходимо выдержать в нормальных климатических условиях в течение 6 ч.

6.3.9. После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, а затем проверку метрологических параметров согласно разделу 9.

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. По степени защиты от поражения электрическим током ваттметр относится к классу 01 или I (для экспорта) по ГОСТ 26104-89.

7.2. В БИ имеется переменное напряжение 220 В, опасное для жизни, поэтому при эксплуатации, контрольно-профилактических и регулировочных работах, производимых с БИ, строго соблюдайте меры предосторожности:

перед включением БИ в сеть, убедитесь в исправности кабеля питания и соедините клемму "⏚" с шиной защитного заземления (только для ваттметра класса 01);

работа с ваттметром без защитного заземления категорически запрещается;

замену любого элемента в БИ производите только при отключенном от сети кабеле питания.

7.3. При работе ваттметра с другими приборами или включении его в состав установки необходимо заземлить все приборы.

7.4. К работе по профилактике и ремонту ваттметра допускаются лица, прошедшие инструктаж и сдавшие зачет по технике безопасности.

7.5. ВНИМАНИЕ !

Любой разрыв защитного проводника внутри или вне ваттметра или отсоединение зажима защитного заземления может сделать ваттметр опасным. Любое отсоединение заземления запрещено.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Расположение органов управления, настройки и подключения

8.1.1. Органы управления и присоединения расположены на передней и задней панелях БИ (рис.4, 5).

8.1.2. Обозначения и назначение органов управления и присоединения приведены в табл. 3.

priborstandart.ru

Таблица 3

Обозначение	Назначение
	На передней панели БИ
СЕТЬ	Кнопка включения БИ
0	Кнопка коррекции нуля
▼	Кнопка калибровки
[↕]	Кнопка установки режима измерений
≈	Кнопка введения поправок
⊖	Разъем для подключения кодирующего разъема ППК
⊖	Разъем для подключения сигнального разъема ППК
	На задней панели БИ
БЛОКИРОВКА ⊖ U	Разъем для выдачи аналогового напряжения и сигнала блокировки во внешние устройства
АДРЕС	Переключатели кодовые для задания адреса ваттметра в КОП
КОП ⊖	Разъем для подключения КОП
⏚	Клемма защитного заземления
~220V 50, 400 Hz ~115V 400 Hz 38 VA 0,5 А Б 220 V I А Б 115 V	Ввод кабеля питания, держатель вставки плавкой
~220V ~115v	Тумблер для установки напряжения питания

Примечание. Надпись на задней панели ваттметра "0,5 А Б 220v I А Б 115v " означает, что в ваттметре устанавливаются вставки плавкие с номинальными токами 0,5 А для 220 В или I А для 115 В быстродействующего типа (Б).

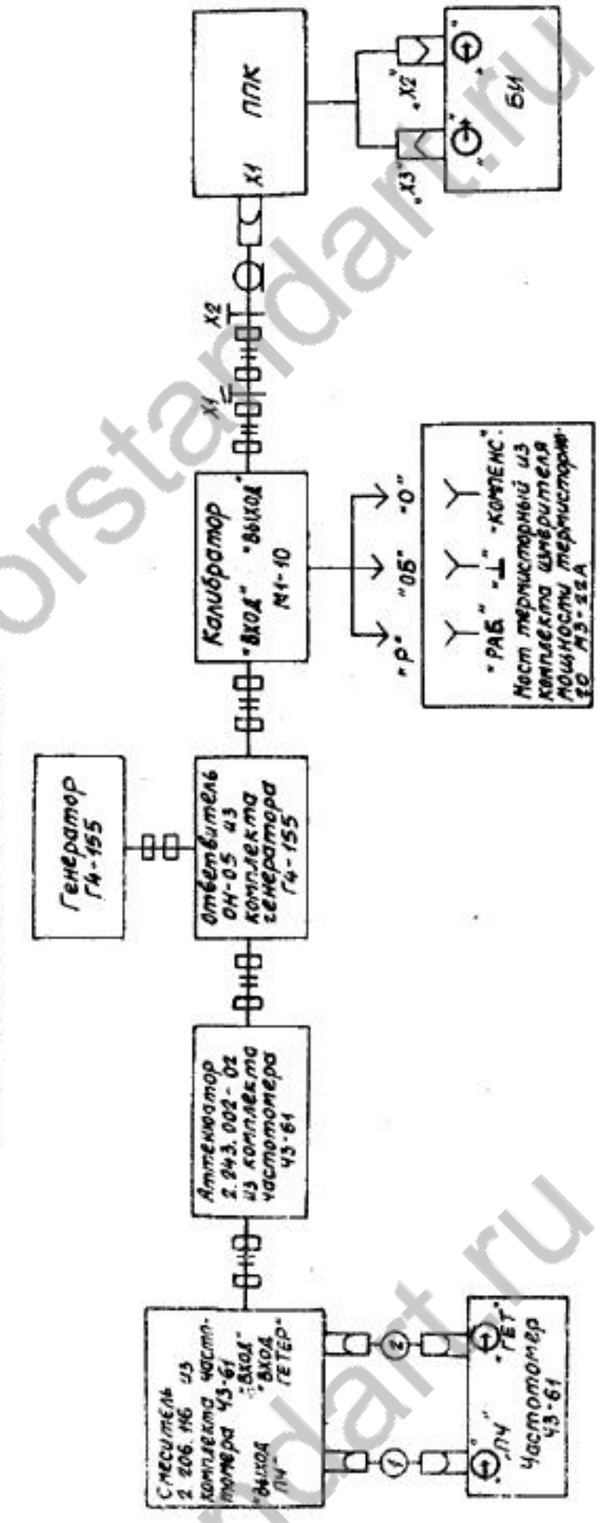
8.1.3. Индикация результатов измерения выводится на табло, расположенное на лицевой панели БИ. Работа ваттметра в режиме КОП сигнализируется светодиодами ЗО, ДУ, ПРм. На табло БИ значения мощности индицируются в микроваттах и милливаттах.

8.1.4. Подробно работа с кнопками управления, расположенными на лицевой панели БИ, описана в техническом описании и инструкции по эксплуатации 5.173.034 ТО.

8.2. Подготовка к проведению измерений

Определение δf ваттметра с переходом 5.433.023-01.

Схема электрическая соединений



X1 - переход 2.236.065 из комплекта калибратора М1-10;

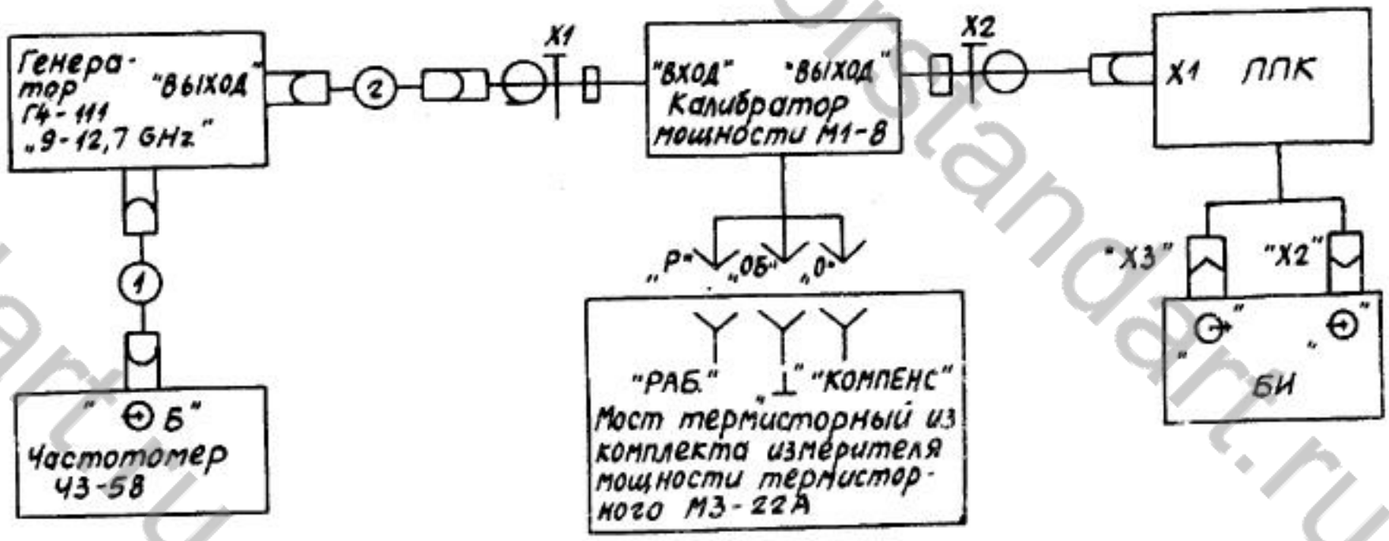
X2 - переход 5.433.023-01 из комплекта ваттметра;

1, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.851.350-08 из комплекта частотомера Ч3-61

Рис.I8

Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.022-01.

Схема электрическая соединений



X1 - переход коаксиально-волноводный 32-108 из комплекта генератора Г4-111;

X2 - переход 5.433.022-01 из комплекта ваттметра;

1 - кабель соединительный 4.851.350-08 Сп из комплекта частотомера Ч3-58;

2 - кабель высокочастотный 6.645.315 из комплекта генератора Г4-111.

Рис.17

БИ. Расположение органов управления и присоединения на передней панели

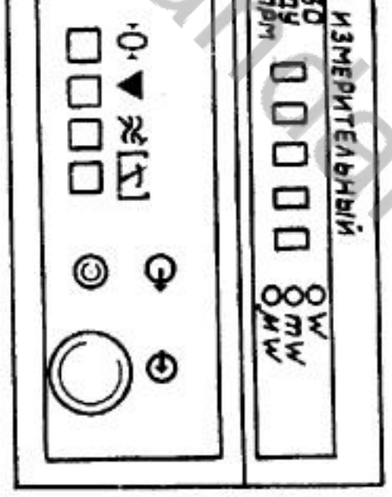


Рис.4

БИ. Расположение органов управления и присоединения на задней панели

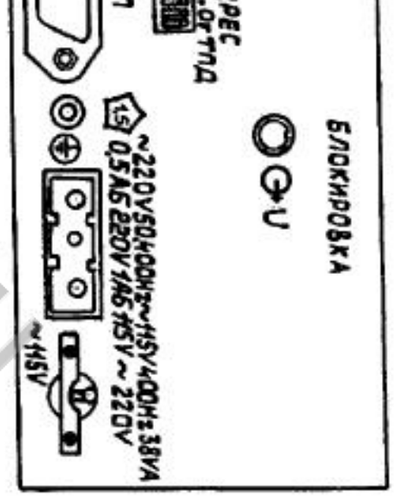


Рис.5

8.2.I. Вытягиванием кнопки СЕТЬ включите питание БИ.

8.2.2. После включения на табло БИ в течение времени не более 30 с индицируется 0000, а затем УС.0-I; 00,0X; УС.0-2; УС.0-3; УС.0-4; I-ПР.А; 00,0X, где X - одно из чисел от 0 до 9.

8.2.3. До проведения измерений ваттметр прогрейте в течение 30 мин, если предполагается производить измерения на первом поддиапазоне и I5 мин, если предполагается проводить измерения на втором, третьем и четвертом поддиапазонах измерения мощности.

8.2.4. Произведите калибровку ваттметра кратковременным нажатием кнопки "▼" на БИ. При этом на табло БИ последовательно индицируется ПР.Роп, -Роп -, значение коэффициента преобразования ППК I,2±0,3. После этого на табло БИ индицируется остаточное смещение нуля после калибровки.

8.2.5. Присоедините ППК к СВЧ тракту, проверив предварительно надежность заземления проверяемого объекта.

8.3. Проведение измерений.

8.3.I. Ваттметр обеспечивает измерение мощности в следующих режимах:

ручное переключение поддиапазонов измерения мощности;
автоматическое переключение поддиапазонов измерения мощности;
дистанционное управление.

8.3.2. Для установления требуемого поддиапазона измерения нажмите кнопку " [Х] ", расположенную на БИ. При этом на табло БИ должна появиться индикация X-ПР.А или X-ПР.Р, где X - номер одного из поддиапазонов измерений (I, 2, 3, 4), А - признак автоматического переключения поддиапазонов, Р - признак ручного переключения поддиапазонов.

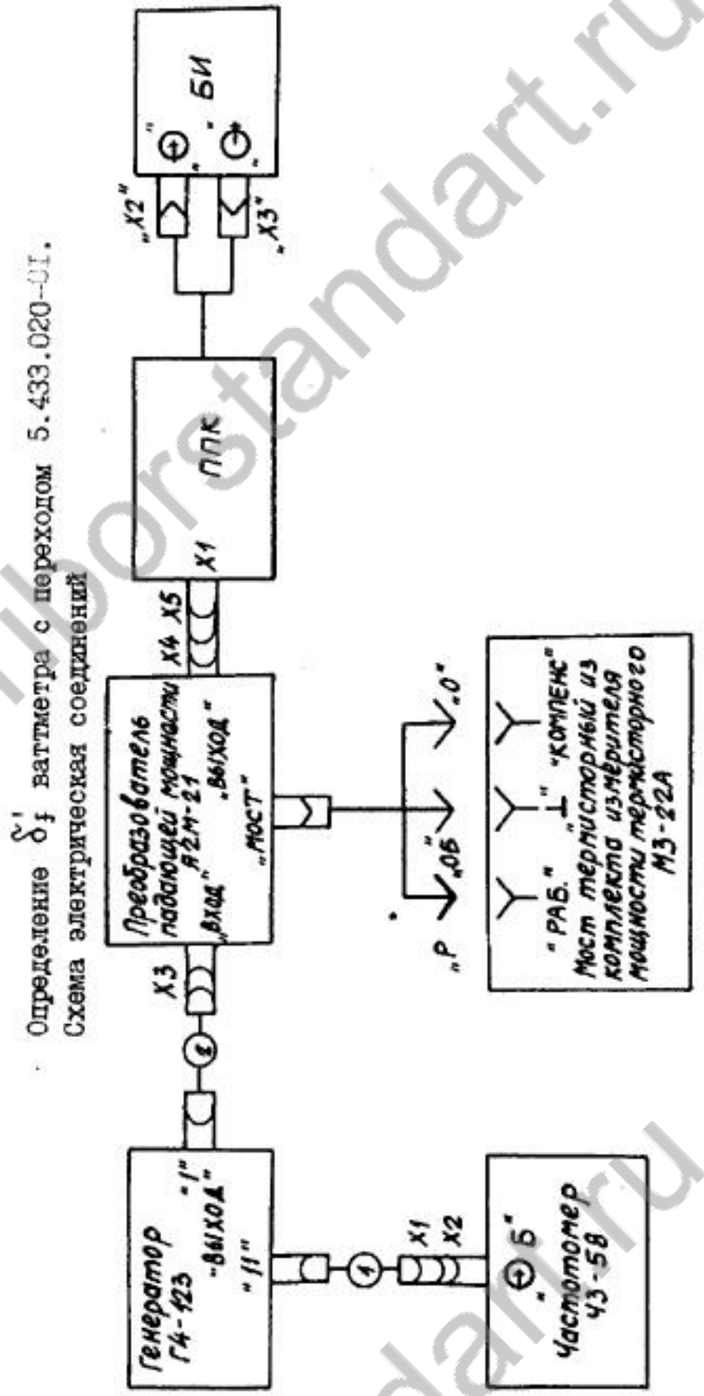
Удерживайте кнопку " [Х] " в нажатом состоянии до появления индикации требуемого поддиапазона измерения мощности.

8.3.3. Произведите коррекцию нуля кратковременным нажатием кнопки " ›0‹ ".

Если ваттметр работает в режиме автоматического переключения поддиапазонов измерения, произведите коррекцию нуля на всех поддиапазонах измерения. Для этого кратковременно нажмите кнопку " ›0‹ " и при индикации на табло надписи УС.0-I кратковременно нажмите кнопку " [Х] ".

8.3.4. Введите коэффициент поправки, равный частотному коэффициенту Кк на измеряемой частоте. Значение Кк берется из формуляра I.40I.0I2 ФО. Значение Кк на частоте I8 кГц равно I.

Определение δ_f' ваттметра с переходом 5.433.020-01.
Схема электрической соединений



Х1,Х3 - муфта в/ч переходная 3.640.535 из комплекта генератора Г4-I23;
Х2 - переход коаксиальный 32-II5/3 из комплекта генератора Г4-III;
Х4 - переход коаксиальный № 62 5.433.0I6 из комплекта преобразователя падающей мощности Я2М-2I;
Х5 - переход 5.433.020-0I из комплекта ваттметра;
I,2 - кабель соединительный 4.850.208 Сп из комплекта генератора Г4-I23

Рис.I6

тановите с погрешностью не более ±0,I % по частотомеру Ч3-6I.

Методика проведения испытаний аналогична методике испытаний ваттметра с переходом 5.433.020-0I. В формулу (I2) подставьте значение α преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.485-02 (преобразователя измерительного 4.68I.485-02) для частоты I7,44 ГГц.

Испытание повторите не менее трех раз, перестыковывая ППК с поворотом по методике испытаний ваттметра с переходом 5.433.022-0I.

За результат определения δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.023-0I примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (I2).

В случае отсутствия в поверочных органах ваттметров образцовых МI-I9, МI-2I, МI-22 определение δ'_f можно проводить с помощью преобразователя падающей мощности Я2М-2I и калибраторов МI-8, МI-I0 по схемам электрическим соединений рис.I6, I7, I8. Методики испытаний аналогичны вышеописанным, отличие заключается в том, что при определении δ'_f с переходами 5.433.022-0I и 5.433.023-0I на табло БИ необходимо устанавливать показание 0,3-I мВт.

Погрешность δ'_f при работе ваттметра с переходами 5.433.020-0I и 5.433.023-0I рассчитайте по формуле, %:

$$\delta'_f = \left(\frac{Px \cdot I{,}005}{Po \cdot \alpha} - I\right) \cdot I00, \qquad (I3)$$

где α – коэффициент передачи преобразователя падающей мощности Я2М-2I на частоте 4 ГГц или коэффициент передачи калибратора МI-I0 на частоте I7,85 ГГц.

I,005 – это значение коэффициентов затухания в коаксиальном переходе № 62 5.433.0I6 из комплекта преобразователя падающей мощности Я2М-2I и в переходе 2.236.065 из комплекта ваттметра МI-I0.

Погрешность δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.022-0I рассчитайте по формуле (I2), в которую подставьте значение α калибратора МI-8 на частоте I2 ГГц.

Основную погрешность ваттметра при работе с дополнительными переходами определите на одной частоте для уровней мощности 3; 30; I00 мкВт; I; I0 мВт, подставляя в формулу (II) соответствующие значения δ'_f и δ_p.

На промежуточных частотах Кк определите методом интерполяции по формуле:

$$Ккп = Ккн - \frac{Ккн - Ккв}{f_в - f_н} (f_п - f_н), \qquad (5)$$

где Ккп – значение Кк на промежуточной частоте;
Ккн – значение Кк на нижней частоте;
Ккв – значение Кк на верхней частоте;
$f_в$ – верхняя частота, ГГц;
$f_н$ – нижняя частота, ГГц;
$f_п$ – промежуточная частота, ГГц.

Установку требуемого значения поправочного коэффициента произведите нажатием кнопки " ≷ ", удерживайте ее в этом состоянии до появления на первом слева индикаторе табло БИ знака " [", а на последующем индикаторе десятичного числа, соответствующего требуемому значению старшего разряда коэффициента поправки. После чего отпустите кнопку на время перехода запятой (курсора) на второе знакоместо. Если индицируемое значение во втором разряде коэффициента поправки не соответствует требуемому значению, нажмите снова кнопку " ≷ " и удерживайте ее до появления необходимой цифры во втором разряде.

Аналогично установите цифры в третьем и четвертом разрядах коэффициента поправки.

Если цифра, индицируемая в разряде, отмеченном курсором, соответствует требуемому значению, кнопку не нажимайте до тех пор, пока курсор не перейдет на то знакоместо, которое требует изменения индицируемой цифры.

Окончание установки коэффициента поправки фиксируется снятием знака " [" на крайнем левом индикаторе табло БИ.

8.3.5. Подайте СВЧ мощность и отсчитайте показания табло БИ через время не менее:
I0 с при измерении мощности на первом и втором поддиапазонах в ручном режиме;
I с при измерении мощности на третьем и четвертом поддиапазонах в ручном режиме;
I5 с при измерении мощности в автоматическом режиме.

8.3.5а. Возможны случайные кратковременные изменения показаний, вызванные внешними помехами импульсного характера, которые принимать во внимание не следует.

8.3.6. При уменьшении уровня измеряемой мощности и переходе на более низкий поддиапазон измерения мощности отсчет показаний произведите не ранее, чем через I5 с после переключения поддиапазона измерения мощности.

8.3.7. Следует помнить, что ППК требует бережного обращения с ним и, во избежание выхода из строя, не должен перегружаться мощностью сверх установленной нормы.

priborstandart.ru

При индикации на табло надписи ПЕРЕГ. необходимо срочно уменьшить уровень СВЧ мощности до значения, не превышающего I0 мВт.

8.3.8. В процессе измерений необходимо производить периодическую проверку установки нуля, для чего снять со входа ППК СВЧ мощность. Коррекцию нуля можно производить не ранее, чем через I мин после снятия мощности.

8.3.9. Повторную калибровку производить после снятия мощности и коррекции нуля путем кратковременного нажатия на кнопку " ▼ ".

8.3.I0. В режиме дистанционного управления, управление работой ваттметра осуществляется с помощью потенциальных сигналов, поступающих через КОП. При этом клавиатура БИ блокируется.

8.3.II. С разъема БЛОКИРОВКА ⊖U , расположенного на задней панели БИ, во внешние устройства выдается аналоговое напряжение на контакте 6 относительно контакта 7.

Выдача сигнала блокировки при превышении измеряемой мощности значений I5 мВт производится замыканием контактов I, 2 разъема БЛОКИРОВКА ⊖U .

8.3.I2. Дополнительная погрешность за счет рассогласования может быть определена по методике, приведенной в приложении I.

8.3.I3. При наличии в формуляре I.40I.0I2 ФО значений коэффициента нелинейности Кн точность измерения повышается до $\delta = \pm [3{,}2 + 0{,}1(\frac{P_K}{P_X} - 1)]\%$ в диапазоне измеряемых мощностей 5–I0 мВт путем введения по методике п.8.3.4 коэффициента поправки, равного произведению Кк·Кн. Кн в диапазоне 5–7 мВт возьмите равным значению Кн на 5 мВт, а в диапазоне свыше 7 до I0 мВт возьмите равным значению Кн на I0 мВт.

9. ПОВЕРКА ВАТТМЕТРА

9.I. Общие сведения

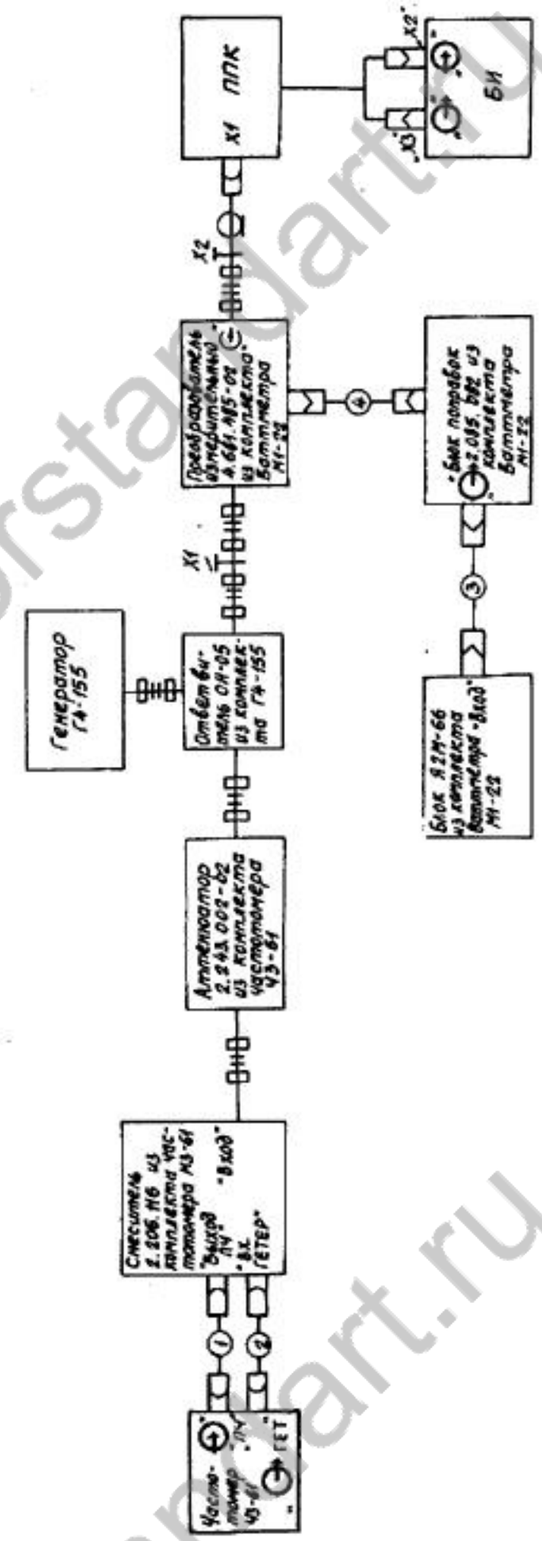
9.I.I. Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.392-80 "Ваттметры СВЧ малой мощности и их первичные измерительные преобразователи диапазона частот 0,03-78,33 ГГц. Методы и средства поверки".

9.I.2. Поверка ваттметра должна осуществляться один раз в 2 года.

Ваттметр обязательно подлежит внеочередной поверке после каждого вскрытия и ремонта.

9.2. Операции и средства поверки

9.2.I. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл.4.



Определение δ_f ваттметра с переходом 5.433.023-0I.

Схема электрическая соединений

XI – переход 5.433.029 из комплекта комбинированного 4.068.003;

X2 – переход 5.433.023-0I из комплекта ваттметра;

I, 2 – кабель соединительный ВЧ 4.85I.350-08 из комплекта частотомера Ч3-6I;

3 – кабель соединительный 4.854.428-0I из комплекта ваттметра М1-22;

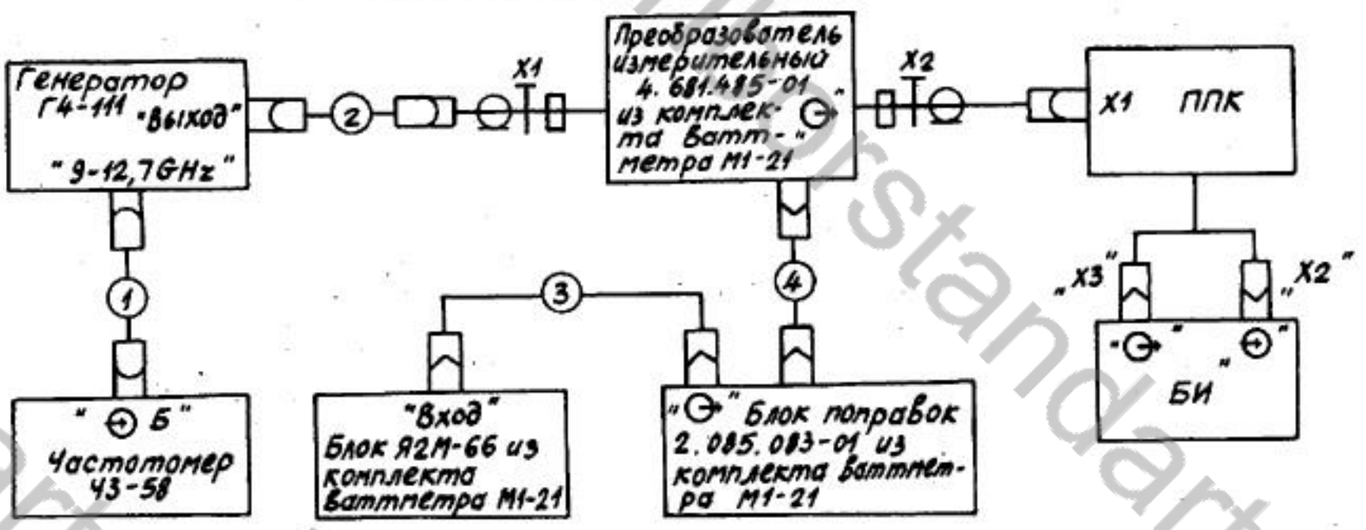
4 – кабель соединительный 4.854.428 из комплекта ваттметра МI-22

Рис.I5

priborstandart.ru

Определение δ_f' ваттметра с переходом 5.433.022-0I.

Схема электрическая принципиальная



XI - переход коаксиально-волноводный 32-I08 из комлекта генератора Г4-III;

X2 - переход 5.433.022-0I из комплекта ваттметра;

I - кабель соединительный 4.85I.350-08 Сп из комплекта частотомера Ч3-58;

2 - кабель высокочастотный 6.645.3I5 из комплекта генератора Г4-III;

3 - кабель соединительный 4.854.428-0I из комплекта ваттметра MI-2I;

4 - кабель соединительный 4.854.428 из комплекта ваттметра MI-2I

Рис.I4

Таблица 4

Номер пункта, раздела поверки	Наименование операций	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.I	Внешний осмотр				
9.4.2	Проверка присоединительных размеров				
9.4.3	Опробование				
9.4.4	Определение метрологических параметров БИ				
9.4.5	Определение основной погрешности ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов	I2 ГГц:		MI-I9	Г4-III
		3 мкВт;	±4,9 %	B3-60	Г4-I55
		30;I00 мкВт;	±4 %	B7-28	Ч3-58
		I; I0 мВт			Г3-I07
					P483I
					комплект комбинированный 4.068.003
		I7,85 ГГц:			
		3 мкВт;	±6,9 %		
		30;I00 мкВт;	±6 %		
		I; I0 мВт			
9.4.6	Определение основной погрешности при работе с дополнительными перехо-				

priborstandart.ru

Продолжение табл.4

Номер пункта, раздела поверки	Наименование операций	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
	дами:				
	с переходом 5.433.020-0I	4 ГГц:		MI-I9	Г4-I23
		3 мкВт;	±5,9 %	В3-60	Ч3-58
		30; I00 мкВт;	±5 %		Г3-I07
		I; I0 мВт			Р483I
					комплект комбинированный 4.068.003
	с переходом 5.433.022-0I	I2 ГГц:		MI-2I	Г4-III
		3 мкВт;	±I0,9 %	В3-60	Ч3-58
		30; I00 мкВт;	±I0 %		Г3-I07
		I; I0 мВт			Р483I
					комплект комбинированный 4.068.003
	с переходом 5.433.023-0I	I7,44 ГГц:		MI-22	Г4-I55
		3 мкВт;	±I5,9 %	В3-60	Ч3-6I
		30;I00 мкВт;	±I5 %		Р483I
		I; I0 мВт			комплект комбини-

на табло БИ показание 5-7 мВт и через 20-30 с отсчитайте показание БИ и блока Я2М-66.

Погрешность δ'_f рассчитайте по формуле, %:

$$\delta'_f = \left(\frac{P_x}{P_{0\cdot\alpha}} - 1\right)\cdot 100 \qquad (I2)$$

Измерение δ'_f повторяют не менее трех раз, перестыковывая ШК и переход 5.433.020-0I на I20° относительно первоначального положения.

5.433.020-0I на I20° относительно первоначального положения. После перестыковки выждите 30-60 с для установления нулевых показаний БИ, при необходимости проведите коррекцию нуля.

За результат определения δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.020 примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (I2).

Определение погрешности δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.022-0I проводится на частоте I2 ГГц по схеме электрической соединений рис.I4.

Значение коэффициента поправки на частоте I2 ГГц возьмите из формуляра I.40I.0I2 ФО. Частоту выходного СВЧ сигнала генератора Г4-III установите с помощью частотомера Ч3-58 с погрешностью не более ±0,I %.

Методика проведения испытаний аналогична методике испытаний ваттметра с переходом 5.433.020-0I. В формулу (I2) подставьте значения α преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.485-0I (преобразователя измерительного 4.68I.485-0I) для частоты I2 ГГц.

Испытания повторите не менее трех раз, перестыковывая ШК с поворотом на I20 ° относительно первоначального положения. После перестыковки выждите 30-60 с для установления нулевых показаний, при необходимости проведите коррекцию нуля.

За результат определения δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.022-0I примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (I2).

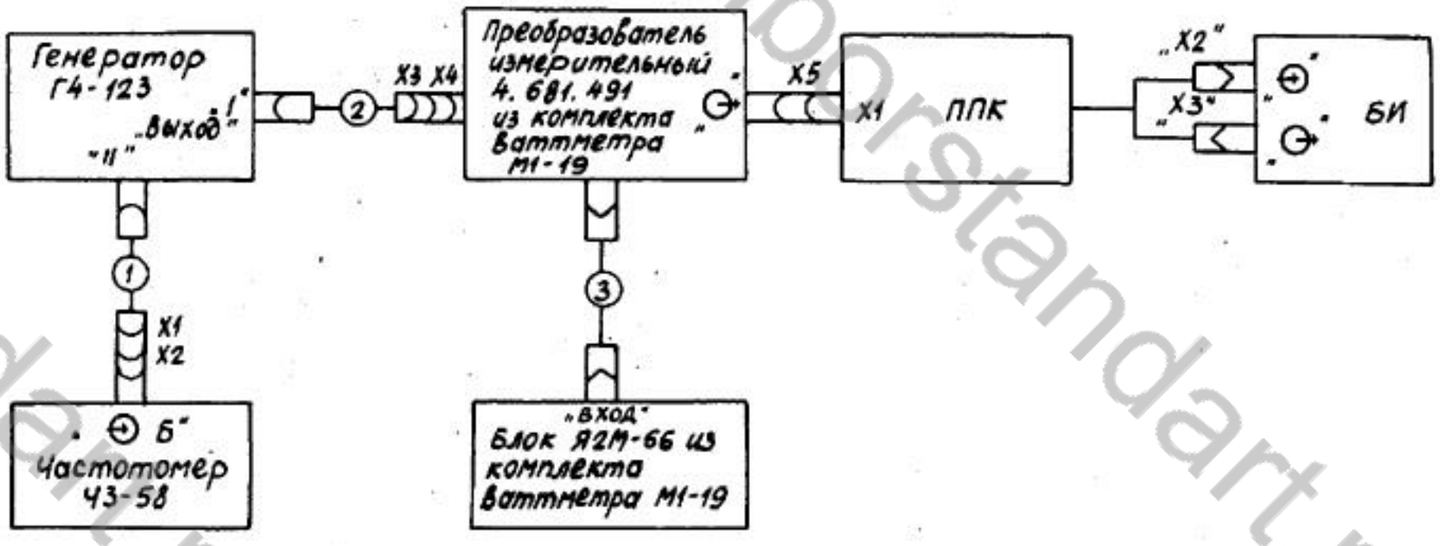
Определение погрешности δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.023-0I проводится на частоте I7,44 ГГц по схеме электрической соединений рис.I5.

Значение коэффициента поправки на частоте I7,44 ГГц определите путем интерполяции значений Кк на частотах I2 и I7,85 ГГц по формуле (5). Частоту выходного СВЧ сигнала генератора Г4-I55 ус-

priborstandart.ru

Определение δ_f' ваттметра с переходом 5.433.020-0I.

Схема электрическая соединений



X1,X3- муфта в/ч переходная 3.640.535 из комплекта генератора Г4-I23;
X2 - переход коаксиальный 32-II5/3 из комплекта генератора Г4-III;
X4 - переход коаксиальный 32-II5/3 из комплекта ваттметра М1-I9;
X5 - переход 5.433.020-0I из комплекта ваттметра;
I,2 - кабель соединительный 4.850.208 Сп из комплекта генератора Г4-I23;
3 - кабель соединительный 4.854.428-0I из комплекта ваттметра М1-I9

Рис. I3

Продолжение табл.4

Номер пункта, раздела поверки	Наименование операций	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
					рованный 4.068.003
9.4.7	Определение Кст U ваттметра	0,02-I2 ГГц	I,3		Р2-73
		I2-I7,85 ГГц	I,4		Р2-83
9.4.8	Определение Кст U ваттметра при работе с дополнительными переходами:				
	с переходом 5.433.020-0I	0,02-4 ГГц	I,35		Р2-73, Р2-78
	с переходом 5.433.02I-0I	0,02-I0 ГГц	I,6		Р2-83, Р2-73 переход коаксиальный 32-II5/3 из комплекта Г4-III
	с переходом 5.433.022-0I	8,24--I2,05 ГГц	I,6		Р2-6I
	с переходом 5.433.023-0I	I2,05--I7,44 ГГц	I,8		Р2-67

Примечания: I. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответ-

priborstandart.ru

стующих параметров с требуемой точностью.

2. Образцовые и вспомогательные средства поверки должны быть исправны и поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы.

3. Поверка ваттметра по пп.9.4.1, 9.4.3, 9.4.5, 9.4.7 настоящего описания и инструкции по эксплуатации проводится при выпуске из производства, ремонта и при периодической поверке в эксплуатации.

4. Поверка ваттметра пп.9.4.2, 9.4.8 настоящего описания и инструкции по эксплуатации проводится только при выпуске из производства и после ремонта ШК и переходов на заводе-изготовителе.

5. Поверка ваттметра по п.9.4.4 настоящего описания и инструкции по эксплуатации проводится только при выпуске из производства и после ремонта потребителя.

6. Поверка ваттметра по п.9.4.6 проводится только по требованию потребителя.

Основную погрешность ваттметра без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов определите для каждой частоты и каждого уровня мощности, подставляя в формулу (6) соответствующие значения δ_f и δ_p .

Результаты испытаний по определению основной погрешности ваттметров без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов считаются удовлетворительными, если значения основной погрешности не превышают значений, указанных в табл.8.

Таблица 8

Частота, ГГц	Основная погрешность для уровней мощности	
	3 мкВт	30; 100 мкВт; 1; 10 мВт
12 ГГц	±4,9 %	±4 %
17,85 ГГц	±6,9 %	±6 %

9.4.6. Определение основной погрешности ваттметра δ' при работе с дополнительными переходами производится по формуле, %:

$$\delta' = \delta'_f + \delta_p \quad , \qquad (11)$$

где δ'_f – погрешность на опорном уровне мощности в диапазоне частот при работе ваттметра с дополнительными переходами, %.

Отклонение погрешности δ_p на уровнях мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне мощности определите по методике п.9.4.5.

Погрешность δ'_f при работе ваттметра с переходом 5.433.020-01 определяется на частоте 4 ГГц по схеме электрической соединений рис.13.

Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

На БИ установите коэффициент поправки, который определите путем интерполяции значений Кк ваттметра на частотах 18 кГц и 12 ГГц по формуле (5). Значение Кк на частоте 12 ГГц возьмите из формуляра 1.401.012 ФО.

Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-123 (генератора Г4-123) установите с погрешностью не хуже ±0,1 % по частотомеру Ч3-58.

Регулировкой выходной мощности генератора Г4-123 установите

priborstandart.ru

Переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB генератора Г3-I07 установите в положение "60". Проведите коррекцию нуля на всех поддиапазонах измерения мощности. Проведите калибровку ваттметра и переведите тумблер S2 пульта управления в положение ЗГ. Проведите коррекцию нуля на всех поддиапазонах измерения мощности и,при необходимости, через I0-20 с коррекцию нуля на первом поддиапазоне измерения мощности. Регулировкой выходного уровня сигнала генератора Г3-I07 на частоте I8 кГц установите на табло БИ показание (3,0 ± 0,3) мкВт.

Плавную регулировку показаний БИ можно осуществлять с помощью магазина Р483I. Зафиксируйте показание БИ и вольтметра В3-60.

Затем регулировкой уровня выходного сигнала генератора Г3-I07 и сопротивления магазина Р483I последовательно устанавливают на табло БИ показания (30±3); (I00±5); (I,00±0,05); (I0,0±0,5) мкВт.

При проверке на уровнях мощности 5 и I0 мВт кабель соединительный 4.850.597-2I Сп отсоедините от разъема ВЫХОД II и присоедините к разъему ВЫХОД I генератора Г3-I07.

Для каждого уровня мощности зафиксируйте показания БИ и вольтметра В3-60.

Отклонение погрешности на каждом из уровней мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне мощности 3 мВт рассчитайте по формуле, %:

$$\delta^2_{op} = \left(\frac{Px \cdot Uo^2}{Po \cdot Ux^2} - 1 \right) \cdot 100 \qquad (I0)$$

где **Px** – показания БИ на уровнях мощности 3; 30; I00 мкВт; I; I0 мВт, мВт;

Uo – показание вольтметра В3-60 на уровне мощности I мВт, В;

Po – показание БИ на уровне мощности 3 мВт, мВт;

Ux – показание вольтметра В3-60 на уровнях мощности 3; 30; I00 мкВт; I; I0 мВт, В.

Если значение δ^2_{op} на уровне мощности 3 мкВт получается больше ±I,8%, то с целью повышения достоверности измерений, проведите определение δ^2_{op} на уровне мощности 3 мкВт не менее трех раз и за результат возьмите среднее арифметическое значений на уровне 3 мкВт, рассчитанных по формуле (I0).

В случае появления нестабильности показаний испытуемого ваттметра на уровнях мощности I; 3; I0 мВт измените частоту проверки на (0,I - 0,I5) кГц.

Таблица 5

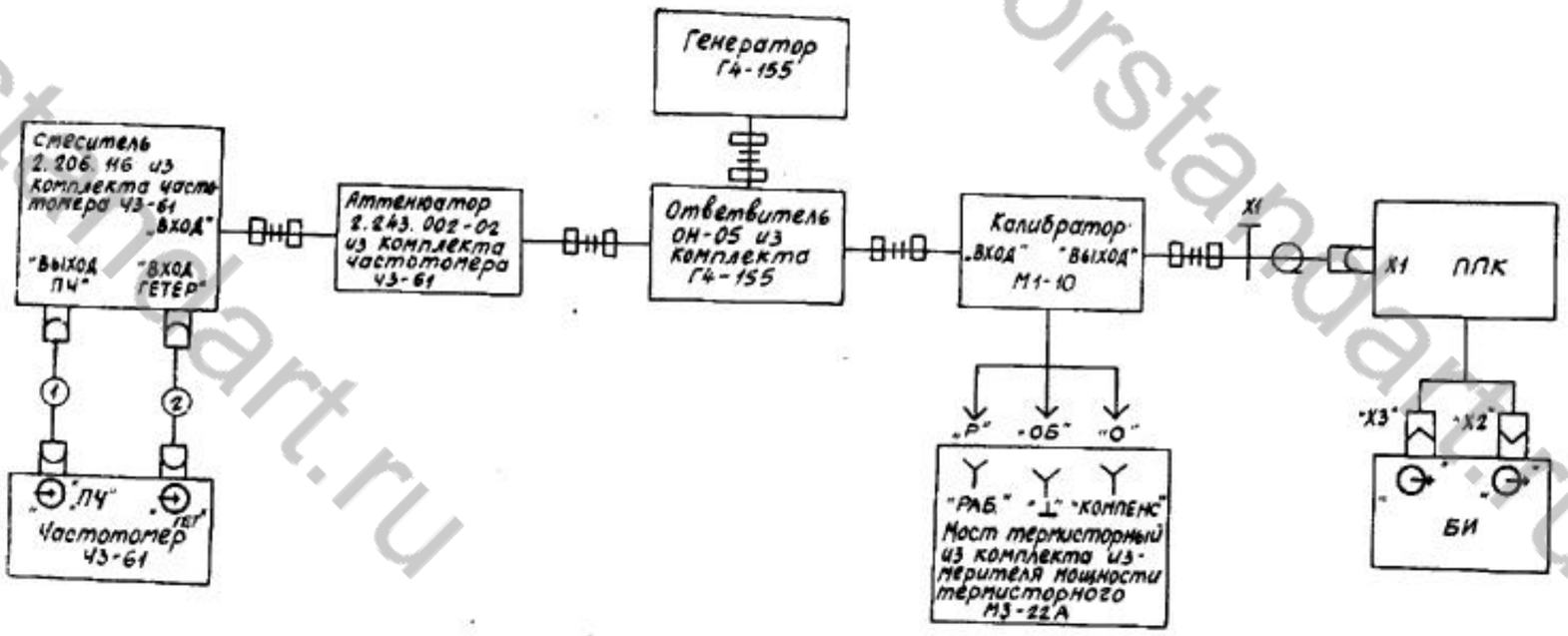
Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки: пределы измерения	Требуемые технические характеристики средства поверки: погрешность	Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
Ваттметр образцовый	5-I0 мВт	±I,5 %	М1-19	
То же	0,03-I2 ГГц	±2 %		
"	I7,85 ГГц	±3 %	М1-21	
То же	5-I0 мВт			
"	I2 ГГц	±4,5 %	М1-22	
"	5-I0 мВт	±0,I %		
"	I7,44 ГГц		Г4-I23	Установка частоты контролируется частотомером
Генератор сигналов высокочастотный	5-I0 мЗт	±0,I %	Г4-III	То же
	4 ГГц			
То же	5-I0 мВт	±0,I %	Г4-I35	"
"	I2 ГГц			
"	5-I0 мВт			
"	I7,44 ГГц			
Генератор сигналов низкочастотный	I8 кГц	нестабильность выходного напряжения	Г3-I07	
	I мВ-I0 В	±0,I %		
		±0,2 %	В7-28	
Вольтметр универсальный цифровой	I50-250 Ом	±0,3 %	В3-60	
Вольтметр переменного тока	0,04-3 В			

priborstandart.ru

Продолжение табл.5

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Магазин сопротивления	300-500 Ом	класс 0,05	Р483I	
Частотомер электронно-счетный автоматический	4-I2 ГГц	±0,I %	Ч3-58	
Частотомер электронно-счетный	I7,44; I7,85 ГГц	±0,I %	Ч3-6I	
Измеритель КСВН панорамный	0,02-I,25 ГГц Кст U=I,07-I,3 7/3; I6/7 мм	±6 %	Р2-73	
То же	I,25-4 ГГц Кст U=I,07-I,4 I6/7 мм	±6 %	Р2-78	
"	I,25-I7,85 ГГц Кст U =I,07-I,4 7/3мм	±6 %	Р2-83	
"	8,24-I2,05 ГГц Кст U=I,07-I,6	±7 %	Р2-6I	
"	I2,05-I7,44 ГГц КстU =I,07-I,8	±7 %	Р2-67	

Определение δ_f ваттметра на частоте I7,85 ГГц.
Схема электрическая соединений



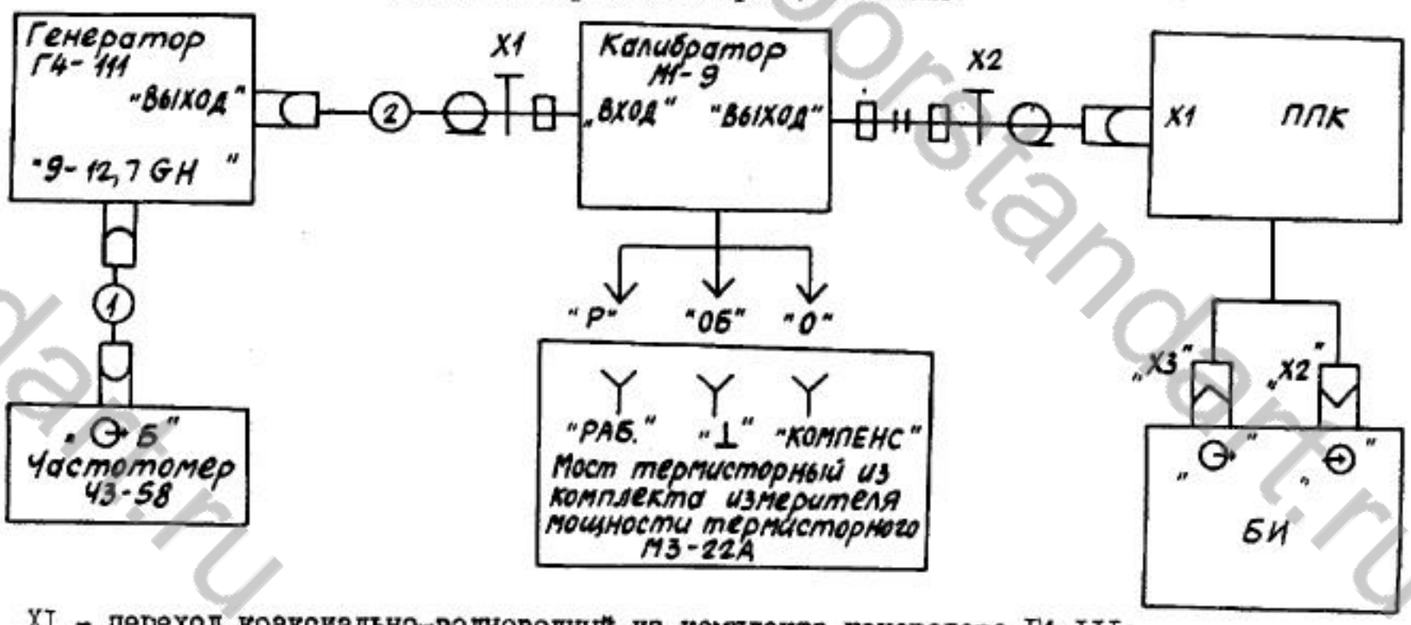
XI - переход 2.236.0I6-03 из комплекта комбинированного 4.068.003;
I, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.85I.350-08 из комплекта частотомера Ч3-6I

Рис.I2

priborstandart.ru

Определение δ_f ваттметра на частоте I2 ГГц.

Схема электрическая принципиальная



XI - переход коаксиально-волноводный из комплекта генератора Г4-III;

X2 - переход 2.236.0I6-02 из комплекта комбинированного 4.068.003;

I - кабель соединительный 4.85I.350-08 Сп из комплекта частотомера Ч3-58;

2 - кабель высокочастотный 6.645.3I5 генератора Г4-III.

Рис.II

Продолжение табл.5

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	погрешность		
Переход	I7,44-25,86 ГГц	-	5.433.029	Из комплекта комбинированного 4.068.003
Кабель соединительный			4.853.080	То же
Пульт управления			2.39I.005	"

priborstandart.ru

9.2.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств приведены в табл.5.

9.3. Условия поверки и подготовка к ней

9.3.I. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С .....20±5;
относительная влажность окружающего воздуха, % 30-80;
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)....84-I06 (630-795);
напряжение питающей сети переменного тока, В.....220,0±4,4;
частота питающей сети, Гц .....50,0±0,5.

9.3.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в подразделе 6.3.

Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них.

9.3.3. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в разделе 7.

9.4. Проведение поверки

9.4.I. При внешнем осмотре должны быть проведены все операции, указанные в п.6.2.2.

Ваттметры, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

9.4.2. Проверку присоединительных размеров ППК и переходов производят при выпуске из производства и ремонта с помощью мерительного инструмента, обеспечивающего необходимую по ГОСТ I3317-80 точность.

9.4.3. Опробование ваттметра производится по пп. 8.2.I-8.2.4.

Неисправные ваттметры бракуются и направляются в ремонт.

9.4.4. Определение метрологических параметров БИ проводится при выпуске из производства и ремонта в соответствии с разделом 9 "Поверка БИ" технического описания и инструкции по эксплуатации 5.I73.034 ТО.

9.4.5. Определение основной погрешности ваттметра δ без учета погрешности рассогласования и погрешности дополнительных переходов производится по формуле, %:

$$\delta = \delta_f + \delta_p \quad , \qquad (6)$$

где δ_f - погрешность на опорном уровне мощности в диапазоне частот, %

δ_p - отклонение погрешности на уровнях мощности динамического

ти волноводных (калибраторов) МI-9, МI-I0 и моста термисторного М3-22А, аттестованных с погрешностью ±I,5 %.

Проверка проводится по схемам электрическим соединений рис.II и I2. Наличие в комплекте комбинированном 4.068.003 переходов волноводно-коаксиальных 2.236.0I6-02 и 2.236.0I6-03 (переходов 2.236.0I6-02 и 2.236.0I6-03) должно быть отдельно оговорено в заявке.

Методики испытаний аналогичны вышеописанным, отличие заключается в том, что на табло БИ необходимо устанавливать показание 0,3--I мВт.

Погрешность δ_f на частотах I2 и I7,85 ГГц рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f = \left(\frac{Px \cdot Kзат}{Po \cdot \alpha} - I\right) \cdot I00, \qquad (9)$$

где Кзат - коэффициент затухания перехода 2.236.0I6-02 или перехода 2.236.0I6-03 для соответствующей частоты;

Ро - показание моста термисторного из комплекта измерителя мощности термисторного М3-22А;

α - коэффициент передачи калибратора МI-9 или МI-I0 для соответствующей частоты.

Значения Кзат возьмите из формуляра 4.068.003 ФО.

Определение отклонения погрешности δ_p на уровнях мощности динамического диапазона от погрешности на опорном уровне проводят на частоте I8 кГц по схеме электрической соединений рис.6 .

Определение δ_p проводят путем определения отклонения погрешности на уровнях мощности 3; 30; I00 мкВт; I; I0 мВт от погрешности на опорном уровне мощности 3 мВт.

Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них. Ваттметр установите в режим автоматического переключения поддиапазонов измерения мощности. Начальные положения тумблеров пульта управления (схемы электрические принципиальные пульта управления и делителя приведены на рис.7, 8, перечни элементов приведены в табл.6, 7) следующие:

S I - в положение V I;
S2 - в положение КАЛИБР;
S3 - в положение 200.

На магазине сопротивления Р483I установите сопротивление 400 Ом.

диапазона от погрешности на опорном уровне мощности, %.

Определение погрешности δ_f на частоте I2 ГГц проводится по схеме электрической соединений рис.9.

Приборы подготовьте к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на них. Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-III (генератора Г4-III) установите с погрешностью не более ±0,I % по частотомеру электронно-счетному Ч3-58 автоматическому (частотомеру Ч3-58). Ваттметр установите в ручной режим измерения на четвертом поддиапазоне. На табло БИ установите коэффициент поправки, равный Кк на частоте I2 ГГц.

Регулировкой выходной мощности генератора Г4-III установите на табло БИ показание 5-6 мВт и через 20-30 с произведите отсчет показаний БИ и блока ваттметра измерительного Я2М-66 (блока Я2М-66).

Погрешность δ_f на частоте I2 ГГц рассчитайте по формуле, %:

$$\delta_f = \left(\frac{Px}{Po \cdot \alpha} - I\right) \cdot I00, \qquad (8)$$

где Po - показание блока Я2М-66, мВт;

α - приведенный коэффициент передачи преобразователя измерительного термоэлектрического 4.68I.492 (преобразователя измерительного 4.68I.492).

Измерение δ_f проведите не менее трех раз, перестыковывая ПИК с поворотом на I20 ° относительно первоначального положения. После перестыковки выждите 30-60 с для установления нулевых показаний на БИ, при необходимости проведите коррекцию нуля.

За результат определения δ_f на частоте I2 ГГц примите среднее арифметическое значений, рассчитанных по формуле (8).

Определение погрешности δ_f на частоте I7,85 ГГц проводится по схеме электрической соединений рис.I0.

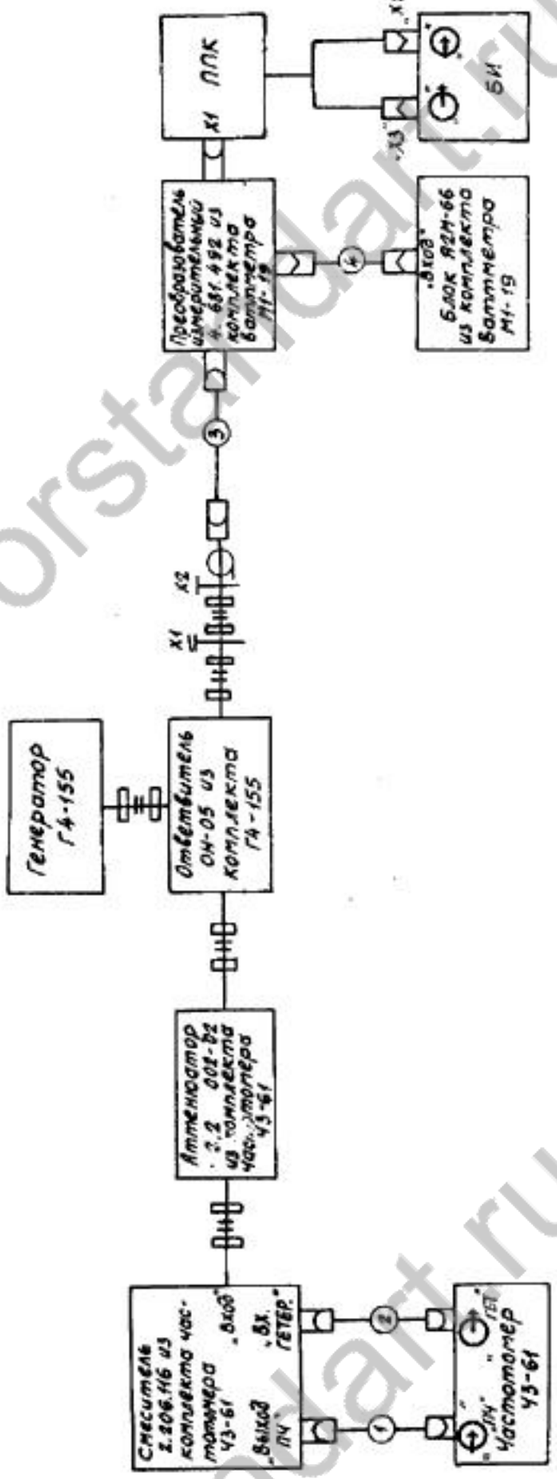
Частоту выходного СВЧ сигнала генератора сигналов высокочастотного Г4-I55 (генератора Г4-I55) установите с погрешностью не более ±0,I % по частотомеру электронно-счетному Ч3-6I (частотомеру Ч3-6I).

Методика проверки аналогична методикам проверки на частоте I2 ГГц. В формулу (8) подставьте значение α для частоты I7,85 ГГц.

В случае отсутствия в поверочных органах ваттметра образцового МI-I9 определение δ_f можно проводить с помощью образцовых ваттметров проходящей мощности, состоящих из калибраторов мощнос-

Определение δ_f ваттметра на частоте I7,85 ГГц.

Схема электрическая соединений



X1 - переход 5.433.029 из комплекта комбинированного 4.068.003;

X2 - переход 5.433.023-0I из комплекта ваттметра;

I, 2 - кабель соединительный ВЧ 4.85I.350-08 из комплекта частотомера Ч3-6I;

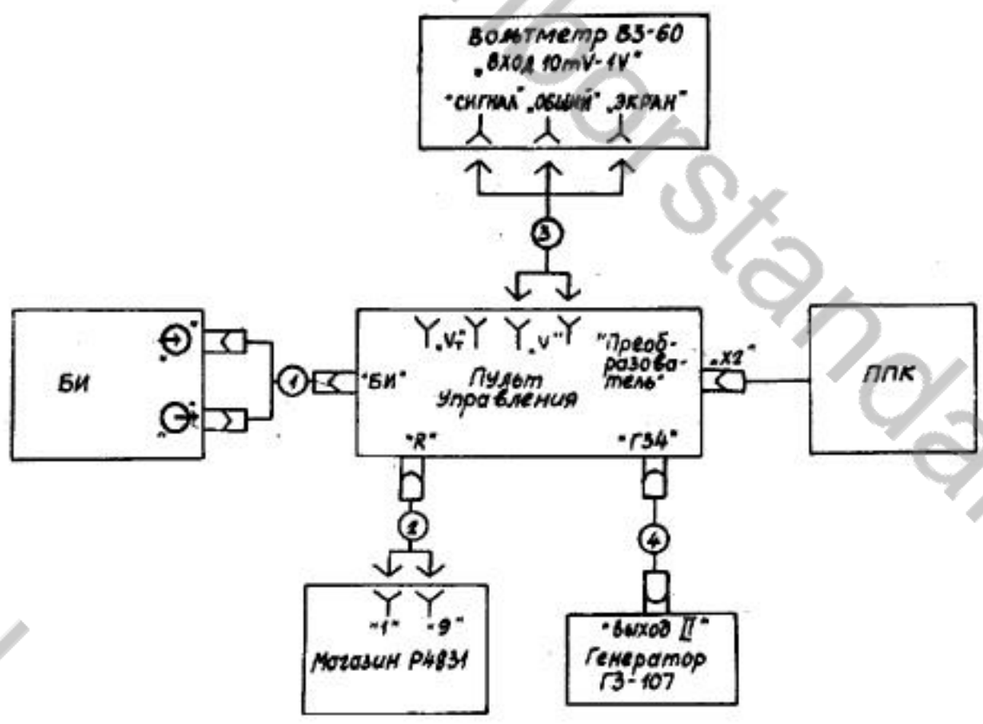
3 - кабель высокочастотный 6.645.3I5 из комплекта генератора Г4-III;

4 - кабель соединительный 4.854.428-0I из комплекта ваттметра М1-I9

Рис. I0

Определение δ_P

Схема электрическая соединений



1 – кабель соединительный 4.853.080 из комплекта комбинированного 4.068.003;

2 – кабель измерительный 4.850.185 из комплекта генератора Г3-107;

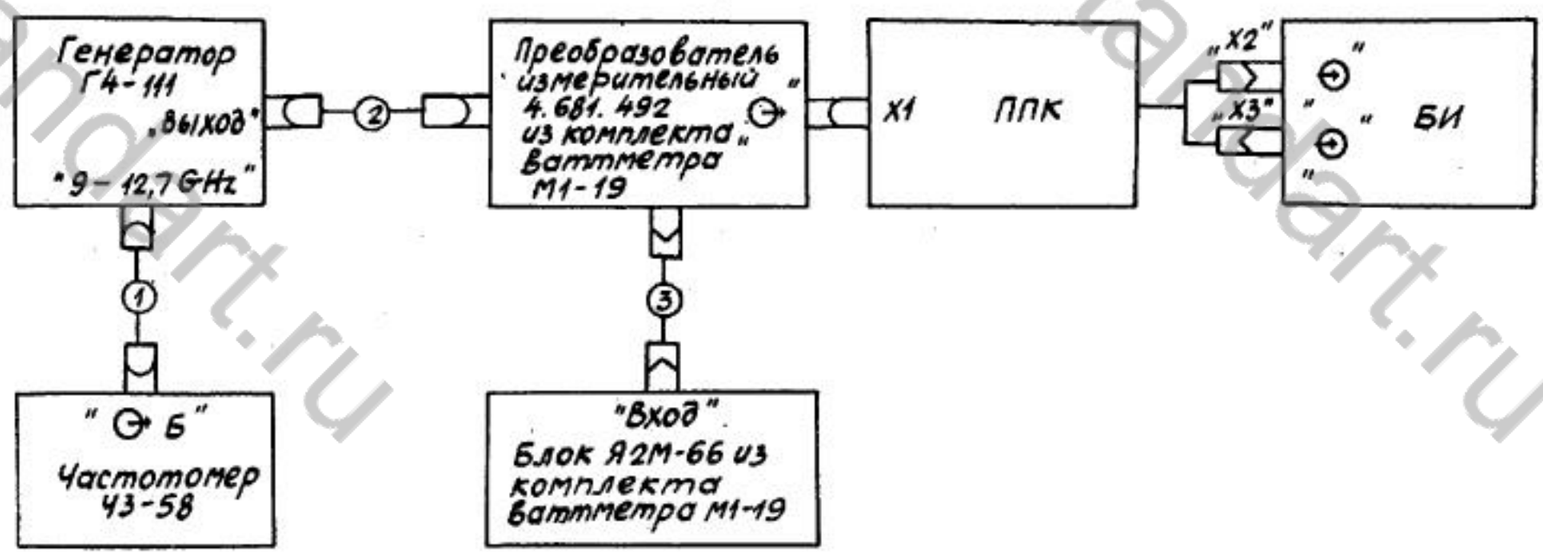
3 – кабель 4.853.173 из комплекта вольтметра В3-60;

4 – кабель соединительный 4.850.597-21 Сп из комплекта частотомера Ч3-58.

Рис.6

Определение погрешности δ_f на частоте 12 ГГц.

Схема электрическая соединений



1 – кабель соединительный 4.851.350-08 Сп из комплекта частотомера Ч3-58;

2 – кабель высокочастотный 6.645.315 из комплекта генератора Г4-111;

3 – кабель соединительный 4.854.428-01 из комплекта ваттметра М1-19

Рис.9

priborstandart.ru

Таблица 7

Перечень элементов к схеме электрической принципиальной делителя

Поз. обозначение	Наименование	Количество	Примечание
C1, C2	Конденсатор КМ-6Б-Н90-2,2 мкФ-В	2	
	Резисторы		
R1	С2-29В-0,125-200 Ом±0,1 %-1,0-С	1	
R2	С2-29В-0,125-397 Ом±0,1 %-1,0-С	1	
R3	С2-29В-0,125-184 Ом±0,1 %-1,0-С	1	
R4	С2-29В-0,125-402 Ом±0,1 %-1,0-С	1	
T1	Трансформатор импульсный МИТ-4В	1	

Пульт управления. Схема электрическая принципиальная

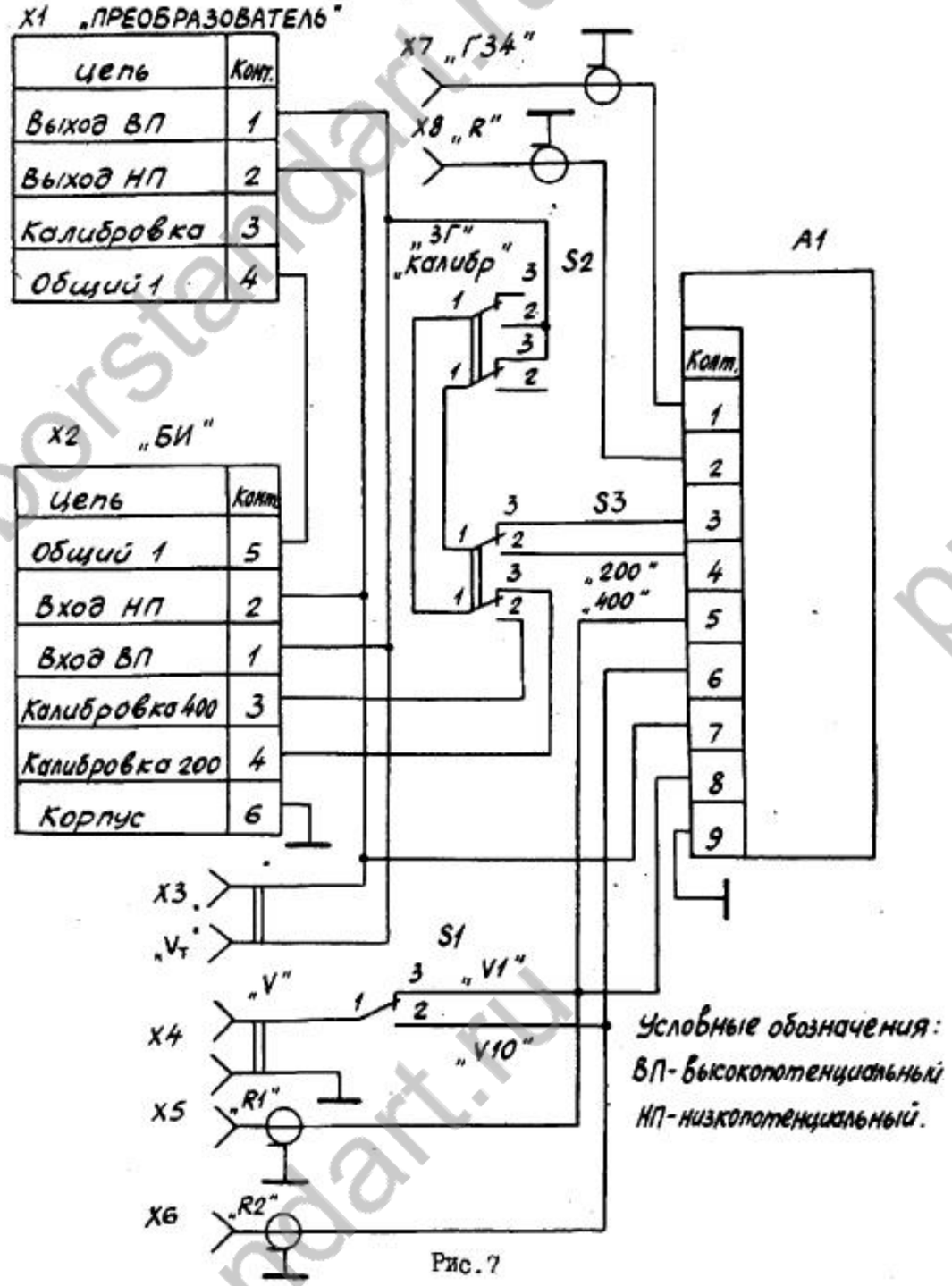


Рис. 7

Таблица 6

Перечень элементов к схеме электрической принципиальной пульта управления

Поз. обозначение	Наименование	Количество	Примечание
AI	Делитель 5.407.000	I	
SI	Тумблер МТДIВ	I	
S2, S3	Тумблер МТД3В	2	
XI	Розетка 6.504.032-0I	I	
X2	Вилка РСIОТВ	I	
X3, X4	Розетка двухполюсная РДI	2	
X5... X8	Розетка СР-50-73ФВ	4	

Делитель. Схема электрическая принципиальная

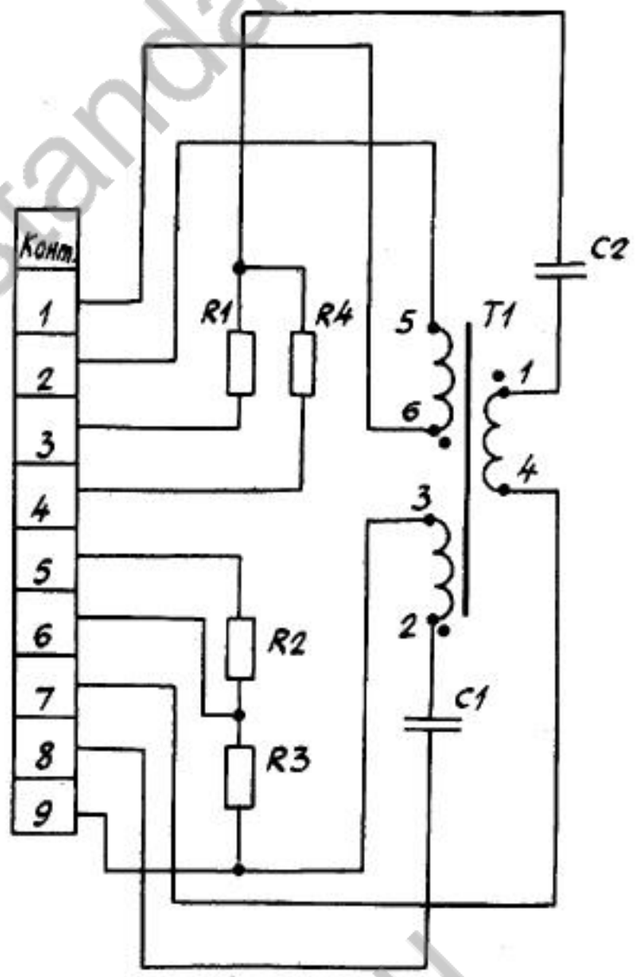


Рис.8

Priborstandart.ru