

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ МЗ-51



# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ваттметр МЗ-51 предназначен для измерения активной мощности в цепях переменного тока с частотой 50 Гц. Он имеет диапазон измерения мощности от 0 до 100 Вт. Ваттметр МЗ-51 имеет следующие технические характеристики:

- Диапазон измерения мощности: 0 - 100 Вт
- Частота: 50 Гц
- Класс точности: 1,0
- Габаритные размеры: 100x100x50 мм
- Масса: 0,5 кг

Ваттметр МЗ-51 имеет следующие основные параметры:

- Номинальное напряжение: 220 В
- Номинальный ток: 5 А
- Номинальная мощность: 100 Вт

Ваттметр МЗ-51 имеет следующие основные характеристики:

- Диапазон измерения мощности: 0 - 100 Вт
- Частота: 50 Гц
- Класс точности: 1,0
- Габаритные размеры: 100x100x50 мм
- Масса: 0,5 кг

## ВНИМАНИЕ!

Для предотвращения выхода из строя преобразователя необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не подключать преобразователь к выходу проверяемого объекта с неизвестной величиной выходной мощности, не ослабив СВЧ сигнал встроенным или включенным в схему проверки аттенуатором.
2. При перестройке частоты проверяемого объекта, обладающего неравномерным или неизвестным распределением мощности в исследуемом диапазоне частот, отключать преобразователь от объекта или вводить значительное ослабление СВЧ сигнала.
3. Не прикасаться к контактам разъемов РСТВ4, РСТВ10 при подсоединении преобразователя к проверяемому объекту (возможно повреждение термонары статическим электричеством).
4. Проверку выходного сопротивления преобразователя разрешается производить прибором В7-16 или другим омметром с выходным напряжением на клеммах не более 2,8 В и током в измеряемой цепи не более 1,5 мА.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	5
2. Технические данные	5
3. Состав ваттметра	9
4. Устройство и работа ваттметра и его составных частей	11
4.1. Принцип действия	11
4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66	11
4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66	11
4.2.2. Органы управления и контроля	13
4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя	15
4.4. Схема электрическая соединений ваттметра	16
4.5. Конструкция	16
4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66	17
4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя	17
5. Маркирование и пломбирование	18
6. Общие указания по эксплуатации	18
7. Указания мер безопасности	18
8. Подготовка к работе	19
9. Порядок работы	19
9.1. Подготовка к проведению измерений	19
9.2. Проведение измерений	20
10. Характерные неисправности и методы их устранения	23
11. Техническое обслуживание	24
12. Указания по поверке	24
12.1. Операции и средства поверки	24
12.2. Условия поверки и подготовка к ней	29
12.3. Проведение поверки	30
12.4. Оформление результатов поверки	37
13. Правила хранения	38
14. Транспортирование	38
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	38
14.2. Условия транспортирования	39
Приложения	41



- 2.17. Время самопрогрева ваттметра 30 мин.  
 2.18. Питание: сеть переменного тока  $220 \pm 22$  В, частотой 50 Гц и содержанием гармоник до 5%, напряжением  $220 \pm 11$  В, частотой 400 Гц и содержанием гармоник до 5%.  
 2.19. Мощность, потребляемая от сети 50 Гц при номинальном напряжении, не более 30 В·А.

2.20. Нормальные условия эксплуатации и предельные условия транспортирования должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Условия эксплуатации	Температура, К	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа	Параметры сети	
				напряжение, В	частота, Гц
Нормальные	$293 \pm 5$ ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ )	$65 \pm 15$ при температуре $293 \pm 5$ К ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ) до 95 при температуре 303 К ( $30^\circ\text{C}$ )	$100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ рт. ст.)	$220 \pm 4,4$	$50 \pm 0,5$
Предельные	Повышенная 338 (+65°C) Пониженная 223 (-50°C)	—	—	—	—

Ваттметр сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в пунктах 2.1—2.19, в рабочих условиях эксплуатации (п. 1.2), а также после пребывания в предельных условиях с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 6 ч.

2.21. Ваттметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

2.22. Время наработки на отказ ваттметра — не менее 5000 ч. Срок службы 10 лет. Технический ресурс 10 000 ч.

2.23. Габаритные размеры в миллиметрах и масса блока ваттметра в килограммах приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Без упаковки		В укладочном ящике		В транспортной таре	
	мм	кг	мм	кг	мм	кг
Блок ваттметра измерительный Я2М-66	$255 \times 240 \times 322$	6,5	$460 \times 329 \times 427$	16	См. примечание	
Преобразователь измерительный термoeлектрический 4.681.471	$63 \times 36,5$	0,15	$340 \times 225 \times 95$	3	См. примечание	

Примечания: 1. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный укладывается в коробку 6.876.113-13 с габаритными размерами  $426 \times 390 \times 308$  мм. Масса блока с коробкой 10 кг. Масса преобразователя измерительного с комплектом в укладочном ящике 3 кг.

2. Блок ваттметра измерительный Я2М-66 и преобразователь измерительный со своими укладочными ящиками упаковываются в один транспортный ящик с габаритными размерами  $578 \times 506 \times 496$  мм. Масса ваттметра в транспортной таре 36 кг. Для приборов в общепромышленном исполнении 30 кг.

### 3. СОСТАВ ВАТТМЕТРА

3.1. Состав комплекта ваттметра приведен в табл. 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1. Блок ваттметра измерительный Я2М-66	2.720.056	1 шт.	
2. Комплект комбинированный в составе: — вставка плавкая ВП1-1 — 1,0 А 250 В — пакет	4.068.794	3 шт.	
	0.480.003	1 шт.	
	8.865.037	1 шт.	
	4.162.079	1 шт.	
3. Блок ваттметра измерительный Я2М-66	2.720.056 TO	1 экз.	
4. Ваттметр поглотитель мощности М3-51	1.401.034 TO	1 экз.	
5. Ваттметр поглотитель мощности М3-51	1.401.034 TO	1 экз.	Формуляр



10.6. Сделать отметку о ремонте в формуляре и произвести поверку ваттметра согласно указаниям раздела 12.

## 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Осмотр внешнего состояния ваттметра проводят 2 раза в год, а также совместно с другим видами контрольно-профилактических работ. Внутренний осмотр проводят по истечении гарантийного срока один раз в два года. Проверяют крепление узлов, состояние паек, контактов, качество работы переключателей, удаляют пыль и коррозию.

11.2. Порядок проведения профилактических работ:

Снять боковые стенки, верхнюю и нижнюю крышки измерительного блока в соответствии с п. 4.3.1 2.720.056 ТО. Вынуть печатные платы, удалить с них пыль струей сжатого воздуха и промыть контакты спиртом ГОСТ 18300—72 с помощью кисти. Удалить пыль с других элементов и узлов измерительного блока. Поставить печатные платы на место, установить боковые стенки и крышки.

Промыть высокочастотные и низкочастотные соединители преобразователя и соединительного кабеля.

11.3. После внешнего осмотра и профилактических работ, время проведения которых было приурочено к моменту периодической поверки, ваттметр направляют в поверку.

## 12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки ваттметра поглощаемой мощности МЗ-51 при его эксплуатации.

### 12.1. Операции и средства поверки.

12.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 7.

Таблица 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повреждаемые отметки ГЦ	Средства поверки	
			Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	образцовые вспомогательные
12.3.1	Поверка измерительного блока	—	—	—

Продолжение табл. 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повреждаемые отметки ГЦ	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.2.	Внешний осмотр	—	—	—	—
12.3.3.	Проверка присоединительных разъемов и несоответствия преобразователей и переходов	—	—	БМИ или УИМ-21 или ДИП-1	ИЧ10 класса 1. Стойка С-IV-8-160X X100 ГОСТ 10197—70. Наконечник 8739-5010 Призма П1-2-2 ГОСТ 5641-82—2 шт.
12.3.4.	Опробование Определенные метрологических параметров: К стУ измерительного преобразователя	—	—	—	—
12.3.5.	—	0,02 0,3 10 12 14 16 17,85	—	—	РК2-47, Р1-34, В8-7, Г4-111
12.3.6	Основная погрешность	12	$\pm [4+0,1 \times (\frac{P_k}{P_x} - 1)] \%$	М1-9А с переходом 17X8/16X8, Р1-19/1, В7-23	Г4-111 с переходом Э2-109, М3-22, В8-7, переход 2.236.016 из переходного комплект-лекта



Продолжение табл. 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повреждаемые отметки, ГЦ	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.7	Кату измерительного преобразователя с переходами: 5.433.020 ( $\varnothing 16 \times 7 / \varnothing 7 \times 3$ )	17,85	$\pm [10 + 0,1 \times (\frac{P_k}{P_x} - 1)] \%$	М1-10А с переходом 11х5,5/16х8, В7-23, Р1-13А	Г4-114, М3-22, В8-7, переход 2.236, 016-01, из порочного комплекта
					РК2-47, Р1-22, В8-7, Г4-80
				0,15 1 3	1,35 1,35 1,35
5.433.021	( $\varnothing 10 \times 4,34 / \varnothing 7 \times 3$ )	3 5,5 10	1,4 1,4 1,4		Р1-3, В8-7, Г4-80, Г4-81, Г4-83
					В8-7, Р1-20, Г4-111 с переходом Э2-108
				8,24 10 12,05	1,6 1,6 1,6
5.433.022	(23х10/Ø7х3)	12,05 14 16,7	1,8 1,8 1,8		Р1-29, В8-7, Г4-111 с переходом Э2-109
12.3.8	Погрешность ваттметра с дополнительными переходами:				

Продолжение табл. 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Повреждаемые отметки, ГЦ	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
5.433.020		0,15 1 3	$\pm [10 + 0,1 \times (\frac{P_k}{P_x} - 1)] \%$	Я2М-24, Я2М-23, М3-22	Г4-143, Г4-76А, Г4-80
					Г4-80, Г4-81, Г4-83
				5.433.021	
5.433.022		8,24 10 12,05	$\pm [10 + 0,1 \times (\frac{P_k}{P_x} - 1)] \%$	М1-8А, М3-22	Г4-111 с переходом Э2-108
					Г4-111 с переходом Э2-109
				5.433.023	
5.433.023		12,05 14 16,7	$\pm [15 + 0,1 \times (\frac{P_k}{P_x} - 1)] \%$	М1-9А, М3-22	

Примечания: 1. Поверку прибора по п. 12.3.7 производить при выпуске из производства и после ремонта измерительных преобразователей или переходов. Поверку прибора по п. 12.3.8, производить после ремонта переходов. Поверку прибора по остальным пунктам, приведенным в табл. 7, производить при выпуске из производства, после ремонта, при эксплуатации и хранении.

2. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

12.1.2. Технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки представлены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Примечание	Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность		
Калибратор СВЧ мощности	$F = 12-36,7$ ГГц	$\pm 1,5\%$	с переходом $17 \times 8 / 16 \times 8$	M1-9A
Калибратор СВЧ мощности	$F = 16,7-25,86$ ГГц	$\pm 1,5\%$	с переходом $17 \times 5,5 / 16 \times 8$	M1-10A
Калибратор СВЧ мощности	$F = 8,24-12,05$ ГГц	$\pm 1,5\%$		M1-8A
Преобразователь падающей мощности	$F = 0,15-1$ ГГц	$\pm 2,5\%$		Я2М-24
Преобразователь падающей мощности	$F = 1-3$ ГГц	$\pm 2,5\%$		Я2М-23
Преобразователь падающей мощности	$F = 3-5,5$ ГГц	$\pm 2,5\%$		Я2М-21
Преобразователь падающей мощности	$F = 5,5-10$ ГГц	$\pm 2,5\%$		Я2М-22
Ваттметр поглощаемой мощности	$P = 12-6000$ мкВт		Только измерительный блок	M3-22
Вольтметр универсальный цифровой	$10^{-5}-10$ В	0,05%		B7-23
Измеритель К <sub>стУ</sub> панорамный	$F = 0,02-1,25$ ГГц $K_{стУ} = 1,07-2$	5К стУ		РК2-47
Линия измерительная	$F = 2,5-10,35$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-3
Линия измерительная	$F = 17,44-25,86$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-13A
Линия измерительная	$F = 11,55-16,66$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-19/1
Линия измерительная	$F = 8,24-12,05$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-20
Линия измерительная	$F = 1-7,5$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-22
Линия измерительная	$F = 12,05-17,44$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-29
Линия измерительная	$F = 2-18$ ГГц	$\pm 10\%$		Р1-34
Измеритель отношения напряжений	Чувствительность $0,7-1$ мкВ	$\pm 1,5\%$		B8-7

Продолжение табл. 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Примечание	Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 0,4-1,2$ ГГц	Установки частоты $\pm 1\%$		Г4-76A
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 2,56-4$ ГГц	Установки частоты $\pm 0,5\%$ Установки частоты $\pm 0,5\%$		Г4-80
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 4-5,6$ ГГц	Установки частоты $\pm 0,5\%$		Г4-81
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 7,5-10,5$ ГГц	Установки частоты $\pm 0,5\%$		Г4-83
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 0,025-0,4$ ГГц	Установки частоты $\pm 1\%$		Г4-143
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 6-17,85$ ГГц	Установки частоты $\pm 0,5\%$		Г4-111
Генератор сигналов высокочастотный	$F = 16,35-35,8$ ГГц	Установки частоты $\pm 0,1\%$		Г4-114
Комплект комбинированный	—	—		4.068.846
Большой микроскоп инструментальный	0-30 мм	$\pm 0,005$ мм		БМИ ил УИМ-21 или ДИП-1
Индикатор	0-10 мм	кл. 1		ИЧ10
Стойка ГОСТ 10197-70	—	—		С-IV-8-160X100
Призма ГОСТ 5641-82	—	—		П1-2-2

**12.2. Условия поверки и подготовка к ней.**

12.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:



- температура окружающей среды  $293 \pm 5 \text{ К}$  ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ );
  - относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
  - атмосферное давление  $100 \pm 4 \text{ кПа}$  ( $750 \pm 30 \text{ мм рт. ст.}$ );
  - напряжение сети питания  $220 \pm 4 \text{ В}$  частотой  $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$  и содержанием гармоник до 5%.
- 12.2.2. Подготовка к поверке производится в соответствии с пп. 8.1—8.8.

### 12.3. Проведение поверки

Поверка проводится один раз в год в соответствии с ГОСТ 8.392—80 по перечню операций, указанных в табл. 7.

12.3.1. До начала поверки ваттметра производится поверка измерительного блока Я2М-66 на соответствие разделу 11 технического описания 2.720.056.

12.3.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования по п. 6.2. Ваттметр, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

12.3.3. При поверке присоединительных размеров преобразователей и переходов проводить контроль следующих размеров:

- в преобразователях  $5,4 \pm 0,08$ ;
- в переходах 5.433.020, 5.433.021, 5.433.022, 5.433.023 со стороны розетки  $5,2 \pm 0,08$ ;
- в переходе 5.433.020 со стороны вилки  $8,24 + 0,14$ ;
- в переходе 5.433.021 со стороны вилки  $9,5 + 0,06$  —  $0,10$

Проверку указанных размеров проводить с помощью индикатора ИЧ10 с наконечником 8739—5010 из комплекта комбинированного 4.068.846. Проверку присоединительных размеров фланцев волноводно-коаксиальных переходов и соосности преобразователей проводят с помощью микроскопа или других средств измерений, обеспечивающих требуемую точность.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если присоединительные размеры и соосность преобразователей и присоединительные размеры волноводно-коаксиальных переходов соответствуют требованиям ГОСТ 13317-80.

12.3.4. Отробованье работы ваттметра производится по пп. 9.1.1—9.1.5 для оценки его исправности без применения средств поверки. Неисправный ваттметр также бракуется и направляется в ремонт.

12.3.5. Определенные  $K_{стУ}$  преобразователя производится с помощью панорамного измерителя  $K_{стУ}$  РК2-47 (рис. 4)

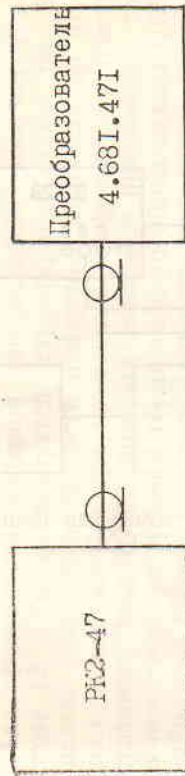


Рис. 4. Схема электрическая структурная для измерения  $K_{стУ}$  измерительных преобразователей на частотах 0,02 и 0,3 ГГц

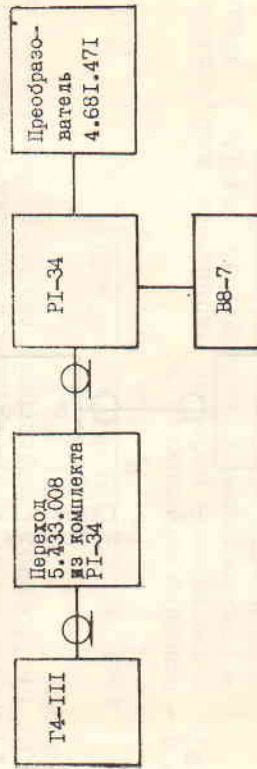


Рис. 5. Схема электрическая структурная для измерения  $K_{стУ}$  коаксиальных измерительных преобразователей в диапазоне частот 10—17,85 ГГц



на частотах 0,02 и 0,3 ГГц и с помощью измерительной линии P1-34 (рис. 5) на частотах 10—17,85 ГГц, причем испытывают оба преобразователя.

В табл. 7 приведены проверяемые точки.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если  $K_{\text{сг}}$  не превышает 1,3 в диапазоне частот до 12 ГГц и 1,4 — в диапазоне частот свыше 12 ГГц.

12.3.6. Определение основной погрешности ваттметра производится косвенным методом с помощью калибратора СВЧ мощности и измерительного блока ваттметра M3-22.

Для определения основной погрешности ваттметра на частоте 12 ГГц используется структурная схема рис. 6. С целью повышения точности измерений мощности во вторичном плече калибратора применяют цифровой вольтметр постоянного тока В7-23, которым измеряют напряжение постоянного тока на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора M1-9A. Последовательность проведения измерений следующая. После подготовки приборов к измерениям в соответствии с их инструкциями по эксплуатации и калибровки поверяемого ваттметра по калибратору, встроенному в измерительный блок Я2М-66, производят измерение напряжения на рабочем термисторе преобразователя калибратора M1-9A ( $U_1$ ). Затем на вход калибратора M1-9A подается такой уровень мощности СВЧ, чтобы показание прибора M3-22 было 2—3 мВт. Одновременно измеряют напряжение на рабочем термисторе преобразователя калибратора M1-9A ( $U_2$ ) и фиксируют показание испытываемого ваттметра ( $P_x$ ) на соответствующем пределе измерений (режим работы РУЧ). Основную погрешность ваттметра определяют по формуле:

$$\delta = \left[ 1 - \frac{(U_1^2 - U_2^2) \cdot \alpha \cdot K_9 (1 - |\Gamma'_{\text{пр}}|^2)}{P_x \cdot K_{\text{зат}} \cdot R_{\Gamma}^{\circ}} \right] \cdot 100, \quad (11)$$

где  $\delta$  — основная погрешность, %;

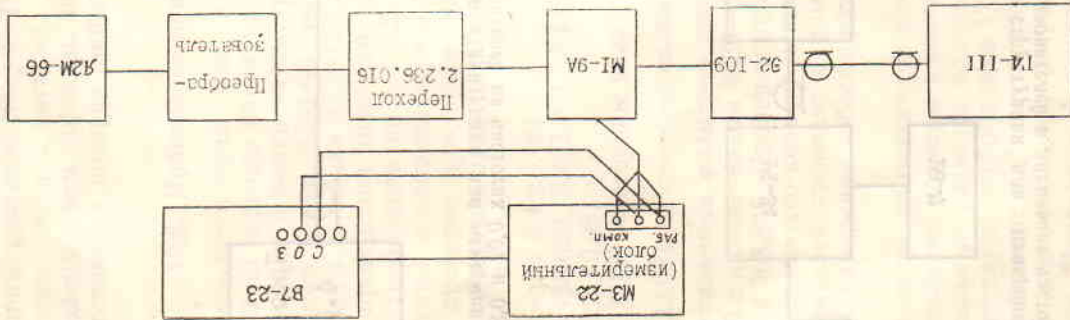
$R_{\Gamma}^{\circ}$  — сопротивление рабочего термистора измерительного преобразователя калибратора M1-9A в Омах, записывается из паспорта на калибратор;

$K_{\text{зат}}$  — коэффициент затухания перехода 2.236.016, записывается из аттестата на переход;

$\alpha$  — коэффициент передачи калибратора мощности M1-9A на частоте 12 ГГц, записывается из аттестата на калибратор;

$K_9$  — берется из формуляра на ваттметр для частоты 12 ГГц;

Рис. 6. Схема электрическая структурная для измерений основной погрешности ваттметра M3-21 на частоте 12 ГГц





$\Gamma_{пр}$  — коэффициент отражения преобразователя поверяемого ваттметра с включенным на его входе волноводно-коаксиальным переходом 2.236.016, (из переходного комплекта 4.068.846), определяемый по формуле 8.

$\Gamma_{пр}$  определяется через измеренное значение  $K_{стU}$  по методике п. 12.3.5 с использованием измерительной линии P1-19/1 и переходов — волноводно-коаксиального 5.433.023 из комплекта ваттметра M3-51 и волноводного 17×8/16×8 из комплекта линии P1-19/1.

Измерения проводят не менее 3 раз и за результаты принимают среднее арифметическое из трех значений, вычисленных по формуле (11).

Определение основной погрешности ваттметра на частоте 17,85 ГГц производят, пользуясь схемой, аналогичной рис. 6 с тем отличием, что вместо калибратора M1-9A и генератора Г4-111 используется калибратор мощности M1-10A и генератор Г4-114 соответственно. Переход Э2-109 при этом не используется. Кроме того, преобразователь подключается к калибратору мощности M1-10A посредством волноводно-коаксиального перехода 2.236.016—01 (из переходного комплекта 4.068.846).

Процесс измерения и определения основной погрешности такой же, как и на частоте 12 ГГц. При этом в формулу (11) подставляют численные значения величин  $R_f$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma_{пр}$ , соответствующие калибратору мощности M1-10A и преобразователю с переходом 2.236.016—01 на частоте 17,85 ГГц,  $K_{стU}$  преобразователя с переходом измеряется по схеме, аналогичной рис. 5, используя при этом измерительную линию P1-13A и генератор Г4-114.  $K_{зат}$  берется из формулы на ваттметр для частоты 17,85 ГГц.  $K_{зат}$  записывается из аттестата на переход 2.236.016—01. Проверка производится с обоими преобразователями.

Результат поверки ваттметра считается удовлетворительным, если измеренное значение основной погрешности не превышает норм, приведенных в табл. 7.

12.3.7. Определение  $K_{стU}$  измерительного преобразователя с переходом 5.433.020 на частотах 0,15 и 1 ГГц производится по структурной схеме рис. 4, в которой к измерителю PК2-47 присоединяется преобразователь с переходом. Определение  $K_{стU}$  преобразователя с переходами на частотах 3;

5,5; 8,24; 10; 12,05; 14; 16,7 ГГц производится по структурной схеме рис. 7.

Типы приборов 1, 2, 3, 4, 6 на схеме рис. 7 в зависимости от проверяемого перехода и частоты указаны в табл. 9.

Таблица 9

Проверяемый переход	Частота, ГГц	Позиции по схеме рис. 7			
		1—генератор	2—переход	3—переход	4—линия измерительная
5.433.020	3	Г4-80	Э2-13 из комплекта Г4-80	Э2-7/1 из комплекта P1-22	P1-22
5.433.021	3	Г4-80	отсутствует	отсутствует	P1-3
5.433.022	5,5	Г4-81	отсутствует	отсутствует	P1-3
	10	Г4-83	отсутствует	отсутствует	P1-3
5.433.023	8,24; 10; 12,05	Г4-111	Э2-108 из комплекта Г4-111	отсутствует	P1-20
	12,05; 14; 16,7	Г4-111	Э2-109 из комплекта Г4-111	отсутствует	P1-19

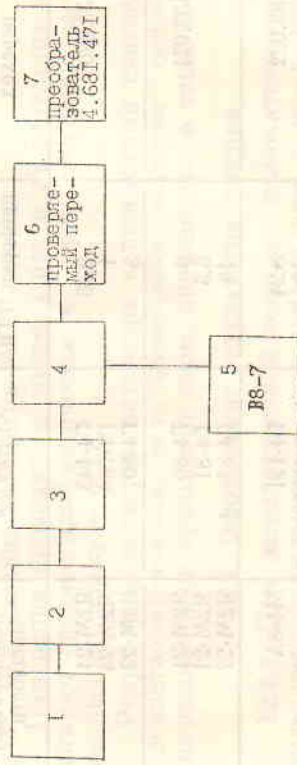


Рис. 7. Схема электрическая структурная для проверки  $K_{стU}$  измерительного преобразователя с переходами в диапазоне частот 3—16,7 ГГц



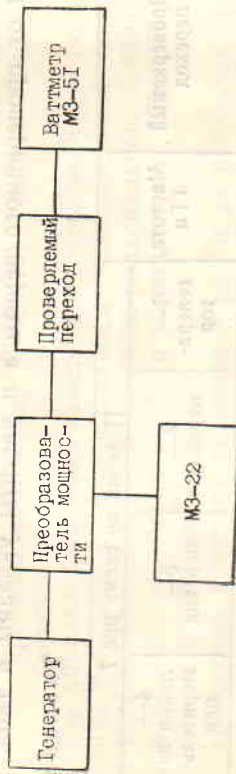


Рис. 8. Структурная электрическая схема проверки погрешности ваттметра с переходами

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если величина  $K_{ст}$  преобразователя с переходами не превышает значений, приведенных в табл. 7.

12.3.8. Проверка погрешности ваттметра с дополнительными переходами производится по структурной схеме рис. 8. Тип генератора, преобразователя (калибратора) мощности для конкретного перехода и частоты указаны в табл. 10.

Таблица 10

Проверяемый переход	Частота проверки, Гц	Генератор	Преобразователь (калибратор) мощности
5.433.020	0,15	Г4-143 Г4-76А Г4-80	Я2М-24 Я2М-24 Я2М-23
	1		
	3		
5.433.021	3	Г4-80 Г4-81 Г4-83	Я2М-21 Я2М-21 Я2М-22
	5,5		
	10		
	12,05		
5.433.022	8,24	Г4-111 с переходом Э2-108	М1-8А
	10		
5.433.023	12,05	Г4-111 с переходом Э2-109	М1-9А с его волновым переходом 17×8/16×8 на выходе
	14		
	16,7		

Последовательность проведения измерений следующая. Проводят подготовку приборов к измерениям в соответствии с их инструкциями по эксплуатации. Калибруют проверяемый ваттметр по калибратору, встроенному в измерительный блок Я2М-66. Затем на вход преобразователя (калибратора) мощности подается такой уровень мощности СВЧ, чтобы показание прибора М3-22 было в пределах 2—3 мВт ( $P_0$ ). Фиксируют показание испытуемого ваттметра ( $P_x$ ) на соответствующем пределе измерений (режим работы РУЧ.). Погрешность ваттметра с переходами определяется по формуле:

$$\delta = \left[ 1 - \frac{P_0 \cdot \alpha \cdot K'_{\alpha} (1 - |\Gamma'_{пр}|^2)}{K_{зат} \cdot P_x} \right] \cdot 100\%, \quad (12)$$

где  $P_0$  — показание М3-22 мВт;

$\alpha$  — коэффициент передачи калибратора (преобразователя) мощности, из аттестата на калибратор;

$K'_{\alpha}$  — коэффициент эффективности измерительного преобразователя с переходами вычисляется по формуле (8а);

$|\Gamma'_{пр}|$  — модуль коэффициента отражения преобразователя с проверяемым переходом (н с переходом 17×8/16×8 при проверке ваттметра с переходом 5.433.023);

$K_{зат}$  — коэффициент затухания перехода 17×8/16×8 равный 1,005; (при проверке ваттметра с переходами 5.433.020, 5.433.021, 5.433.022  $K_{зат} = 1$ );

$P_x$  — показание ваттметра М3-51 в мВт.

Измерения проводят не менее 3 раз и за результат принимают среднее арифметическое из трех значений, вычисленных по формуле (12).

Результаты проверки ваттметра с переходами считаются удовлетворительными, если измеренное значение основной погрешности не превышает норм, приведенных в табл. 7.

#### 12.4. Оформление результатов поверки

12.4.1. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельств о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР, или записываются в раздел формуляра «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» и заверяются поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.



12.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки и заведуются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы. Формы протоколов приведены в приложении 4.

12.4.3. Запрещается выпуск в обращение и применение ваттметров, прошедших поверку с отрицательными результатами.

### 13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. При хранении ваттметры могут находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет при температуре окружающего воздуха от 278 до 313 К (от 5 до 40°C), относительная влажность воздуха до 80% при температуре 298 К (25°C) или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет при температуре окружающего воздуха от 223 до 313 К (от минус 50 до плюс 40°C), относительная влажность до 98% при температуре 298 К (25°C).

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

### 14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

#### 14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

14.1.1. При транспортировании используются отдельные упаковочные ящики для блока измерительного и комплекта измерительного преобразователя. Упаковочные ящики, обернутые водонепроницаемой бумагой и обвязанные шпагатом, помещают в один транспортный ящик, который внутри выслан водонепроницаемой бумагой.

Для приборов, поставляемых на экспорт, упаковочные ящики помещают в полиэтиленовые чехлы.

Пространство между стенками упаковочных и транспортного ящиков заполняют до уплотнения прокладками из гофрированного картона.

Крышки транспортных ящиков прибивают гвоздями и обтягивают ящики по торцам стальной лентой или проволокой и plombируют.

Маркирование ящиков для транспортирования производится в соответствии с ГОСТ 14192—77.

14.1.2. Эксплуатационная документация на ваттметр размещена в упаковочном ящике измерительного блока. Товаро-

сопроводительная документация размещена на верхнем слое прокладочного материала под водонепроницаемой обивкой верхней крышки транспортного ящика.

#### 14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Допускается транспортирование ваттметра в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 65°C.

При транспортировании воздушным транспортом приборы в упаковке должны размещаться в герметизированных отсеках.

14.2.2. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование ваттметра.

14.2.3. Перед транспортированием ваттметров вторичная упаковка производится в соответствии с п. 14.1.



блока, для чего, поворачивая ручку потенциометра  $\blacktriangledown$ , установить на табло показание 800  $\mu W$ . Установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ. Прибор готов к измерениям. При работе с другим типом преобразователя подключить преобразователь к разьему 800  $mW$  и снова произвести калибровку путем установки на табло показаний 800  $mW$ .

## 9.2. Проведение измерений

1.2.1. Проведение измерений осуществляется только совместно с преобразователями по способу, описанному в техническом описании на ваттметр поглощаемой мощности.

## 10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Ремонт прибора должен производиться в специализированных ремонтных органах или поверочных лабораториях.

10.2. Для доступа к узлам прибора при ремонте необходимо отключить прибор от сети, вскрыть его в соответствии с указаниями, приведенными в п. 4.3.1.

10.3. Прежде чем начинать ремонт неисправного узла, необходимо проверить поступление на него входных сигналов и наличие номинальных питающих напряжений.

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

10.5. В приборе имеются элементы, допустимое значение статического потенциала у которых не должно превышать 30 В.

Поэтому при работах по обнаружению и устранению неисправностей следует принять следующие меры по защите от статического электричества:

— пайку выводов микросхем, ППП и присоединенных к ним цепей следует производить паяльником с напряжением питания не более 36 В. Жало паяльника должно быть заземлено;

— перед подключением щупов КИП к проверяемым цепям изделия одним из его концов необходимо коснуться заземленной клеммы рабочего места;

— необходимо пользоваться антистатическим браслетом, соединенным с земляной шиной с помощью надежного разьема через сопротивление 1 МОм.

10.6. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по их устранению приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование неисправностей, внешнее проявление, дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
1. При включении прибора не горит индикаторное табло.	Перегорела вставка плавкая Пр1.	Заменить вставку плавкую Пр1.
2. Не устанавливается нуль ГРУБО $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft$ ТОЧНО	Неисправен выключатель цепи В1. Неисправен шнур питания. Разорвана входная цепь (например, перегорел преобразователь). Неисправен потенциометр R1 или R2. Чувствительность датчика преобразователя не соответствует техническим данным на него. Отсутствует выходной сигнал с калибратора	Заменить выключатель В1. Устранить неисправность. Проверить. Замкнуть цепь. Заменить потенциометр R1 или R2. Заменить датчик преобразователя. Проверить.
3. Прибор не калибруется.		Проверить.

10.7. Сделать отметку о ремонте в формуляре и произвести поверку прибора согласно указаниям раздела 11.

## 11. ПОВЕРКА ПРИБОРА Я2М-66

### 11.1. Операции и средства поверки

11.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 7.



Таблица 7

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, проводимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
11.3.2	Внешний осмотр				
11.3.3	Опробование, определение метрологических параметров:				
11.3.4	— основной погрешности на 2 пределе	3000 1000	$\pm (0,002U_x + 1 \text{ ед. сч.})$	V7-23	Устройство при соединительное 3.669.046
	на 3 пределе	3000	$\pm (0,003U_x + 1 \text{ ед. сч.})$		
	на 1 пределе	3000 1000	$\pm (0,004U_x + 2 \text{ ед. сч.})$	P-327	Элемент 332
	на пределе АВТ	300 2900 500	$\pm (0,004U_x + 2 \text{ ед. сч.})$	MCP-63	
	— напряжения калибровки постоянного тока на эквивалентных сопротивлениях	50 Ом 55 Ом 45 Ом			
11.3.6 11.3.7	— напряжения калибровки переменного тока на эквивалентных сопротивлениях	6.327 В 6.628 В 5.994 В	$\pm 8 \text{ мВ}$ $\pm 10 \text{ мВ}$ $\pm 9 \text{ мВ}$	V7-23 P-327	Устройство при соединительное 3.669.047
	200 Ом	401,8 мВ	$\pm 1,4 \text{ мВ}$		
	240 Ом	438,3 мВ	$\pm 8,3 \text{ мВ}$		
	160 Ом	357,2 мВ	$\pm 2,3 \text{ мВ}$		
	400 Ом	568,2 мВ	$\pm 2,0 \text{ мВ}$		
480 Ом	619,9 мВ	$\pm 4,6 \text{ мВ}$			
320 Ом	505,1 мВ	$\pm 3,2 \text{ мВ}$			

Примечания: 1. Поверка блока производится по всем пунктам, приведенным в табл. 7, при выпуске из производства, после ремонта, при эксплуатации и хранении.

2. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

11.1.2. Технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки представлены в табл. 8.

Таблица 8

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
1. Вольтметр универсальный цифровой	10 мкВ — 1000 В	0,05%	V7-23 (B2-22)	
2. Магазин сопротивлений	0,1 — 99999,9 Ом	0,01%	P-327	
3. Магазин сопротивлений	0,1 — 99999,9 Ом	0,05%	MCP-63	
4. Источник постоянного тока	0 — 30 В		B5-7	
5. Элемент	1,5 В		332	
6. Преобразователь напряжения термоэлектрический	0,5 В	0,02%	ПНТЭ-6А	
7. Устройство присоединительное			3.669.046	из поверочного комплекта 4.068.846
8. Устройство присоединительное			3.669.047	из поверочного комплекта 4.068.846

### 11.2. Условия поверки и подготовка к ней

11.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

- температура окружающей среды  $293 \pm 5 \text{ К}$  ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ );
- относительная влажность воздуха 30—80%;
- атмосферное давление 84—106 кПа (630—795 мм рт. ст.);



— напряжение сети  $220 \pm 4,4$  В частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5%.

11.2.2. Подготовка к поверке производится в соответствии с пунктами 8.1, 8.2.

### 11.3. Проведение поверки

11.3.1. Поверка производится 1 раз в год в соответствии с перечнем, указанным в табл. 7.

11.3.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования по п. 6.2. Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

11.3.3. Одробование работы прибора производится по п.п. 8.3, 8.4, 9.1.1.—9.1.5. для оценки его исправности без применения средств поверки. Неисправные приборы также бракуются и направляются в ремонт.

11.3.4. Определение погрешности прибора Я2М-66 производится путем сравнения показания прибора с условным значением напряжения постоянного тока, приложенным ко входу прибора. Электрическая схема соединенных приборов приведена на рис. 6. Пунктиром обозначена схема присоединительного устройства 3.669.046 из поверочного комплекта 4.068.846, поставляемого для поверочных органов.

Магазины сопротивлений R8 и R9 устанавливаются в положение 99750 и 250 Ом соответственно, тумблер В4 — в положение ВКЛ, тумблер В1 — в положение «2», переключатель В2 — в положение «1», тумблер В3 — в положение «3», вольтметр В7-23 подключается сначала к контрольным точкам «а—б», где выставляется напряжение 1,1000 В с помощью потенциометра R1, а затем — к точкам «а—в» и выставляется напряжение 110,00 мВ потенциометром R3. После этого переключатель В2 переводится в нейтральное положение «3», переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ прибора Я2М-66 — в положение 2, корректируется нуль прибора ручками ГРУБО и ТОНКО, переключатель В2 возвращается в положение «2» и производится калибровка прибора путем установки на табло прибора ручкой цифр 2500. Затем меняются значения сопротивлений магазинов R8 и R9, а также положения переключателей В2 и РЕЖИМ РАБОТЫ прибора в соответствии с данными протокола 1 приложения 13, и проверяются показания прибора в остальных точках пределов 1, 2, 3, АВТ.

При этом перед каждым измерением контролируется и в случае необходимости корректируется нуль прибора.

Для определения основной погрешности блока Я2М-66 при подаче сигнала на выводы 1—5 входного разъема тумблер В1 устанавливается в положение «3», тумблер В3 — в положение «2», магазины сопротивлений R8 и R9 — в положение 99750 и 250 соответственно, переключатель В2 — в положение «2», вольтметр В7-23 подключается к контрольным точкам «а—б» и по нему выставляется напряжение

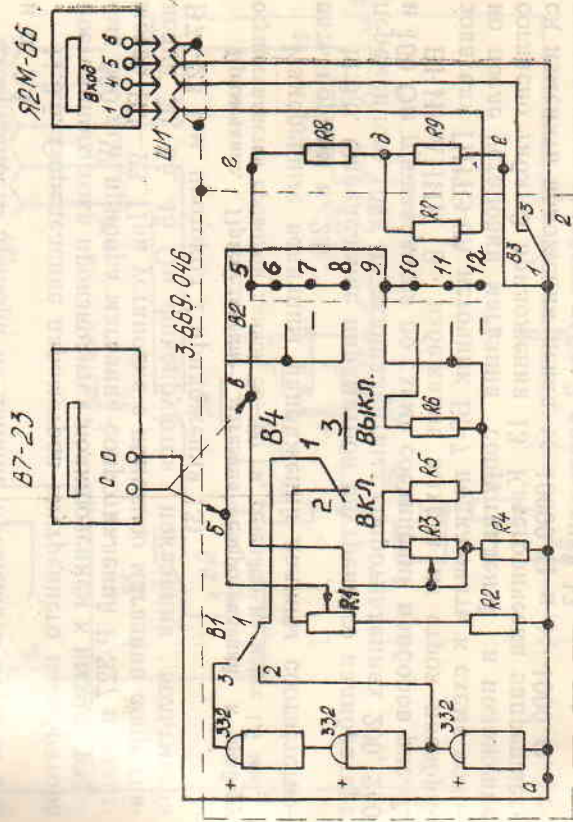


Рис. 6. Схема электрическая соединений приборов при определении погрешности и пределов измерения приборов

R1 и R3 — резисторы переменные 1СП-1-1-470 Ом  $\pm 20\%$ -А-ВС-3-20;

R2 — резистор ОМЛТ-0,25-620 Ом  $\pm 5\%$ ;

R4 — резистор С2-29В-0,125-1,0 кОм  $\pm 0,5\%$  В;

R5 — резистор ОМЛТ-0,125-8,87 кОм  $\pm 1\%$ ;

R6 — резистор ОМЛТ-0,125-1,1 кОм  $\pm 1\%$ ;

R7 — резистор ОМЛТ-0,125-200 Ом  $\pm 10\%$ ;

R8 — магазин сопротивлений МСР-63 кл. 0,05;

R9 — магазин сопротивлений Р-327 кл. 0,01;

В1 и В3 — тумблеры МТ-1;

В2 — переключатель П2Г-3 4ПЗН;

III — розетка РСТВ10;

В4 — тумблер МТ-1.

Присоединение магазина сопротивлений R9 к присоединительному устройству осуществляется проводом длиной 50—60 см, сечением не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.



3,800 В с помощью R1. Переключатель В2 переводится в положение «3», переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ прибора Я2М-66 — в положение «2», устанавливается нуль прибора Я2М-66. Переключатель В2 переводится в положение «2» и ручкой  $\blacktriangleright$  устанавливаются показания прибора 2500. Затем магазин сопротивлений устанавливается в положение 99700 и 300 и отсчитываются показания прибора.

Погрешность прибора не должна превышать норм п. 2.3, и п. 2.4.

11.3.5. Определение параметров внутреннего калибратора постоянного тока производится подключением к выходу резистора 800 mW прибора магазина сопротивлений Р-327 и вольтметра В7-23. При установке с помощью магазина сопротивлений 50, 55, 45 Ом фиксируются показания вольтметра В7-23 (см. протокол 2 приложения 13).

**Примечание.** Присоединение магазина сопротивлений к прибору осуществляется проводом длиной 50—60 см, сечением не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

Измеренные величины напряжений должны соответствовать нормам п. 2.6.

11.3.6. Определение параметров внутреннего калибратора переменного тока на эквивалентных сопротивлениях 200, 240 и 160 Ом производится по схеме соединений приборов рис. 7.

**ВНИМАНИЕ.** Во избежание выхода из строя преобразователя ПНТЭ-6А источник Б5-7 подключать к схеме только после установки магазина сопротивлений в положение согласно табл. 3 приложения 13. Категорически запрещается изменять положения декад  $\times 10000 \Omega$  и  $\times 1000 \Omega$ , установленных согласно табл. 3 приложения 13.

Пунктиром обозначена схема присоединительного устройства 3.669.047 из поверочного комплекта 4.068.846, поставленного для поверочных органов.

Тумблер В1 замыкается, тумблеры В3, В2, В4 переводятся в положение — «2», магазин сопротивлений Р-327 устанавливается в положение 13936 Ом, вольтметр В7-23 подключается на выход источника постоянного напряжения Б5-7, на котором устанавливается величина напряжения 28, 40 В. Затем вольтметр пересоединяется высокопотенциальным проводом входного кабеля на выход магазина сопротивлений, и его показания доводятся до 401,8 мВ с помощью потенциометров R3, R2. Этим обеспечивается величина входного сопротивления термоэлектрического компаратора ПНТЭ-6А, равная 200 Ом на номинальном токе внутреннего калибратора прибора при такой нагрузке.

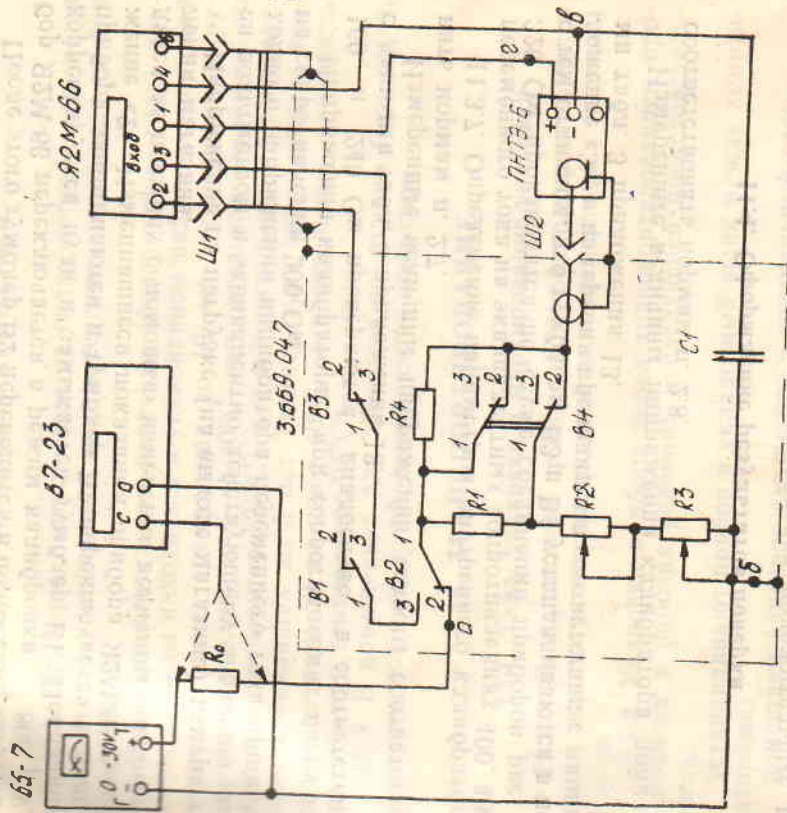


Рис. 7. Схема электрическая соединений приборов при определении параметров калибратора переменного тока

- R<sub>0</sub> — магазин сопротивлений Р-327 кл. 0,01;
- R<sub>1</sub> — резистор ОМЛТ-0,25-510 Ом ± 5%;
- R<sub>2</sub> — резистор ИСП-1-1-470 Ом ± 20% А-ВС-3-20;
- R<sub>3</sub> — резистор ИСП-1-1-680 Ом ± 20% А-ВС-3-20;
- R<sub>4</sub> — резистор ОМЛТ-0,25-200 Ом ± 5%;
- C<sub>1</sub> — конденсатор КМ-6Б-Н90-2,2 мкФ;
- В1—В3 — микротумблер МТ-1;
- В4 — микротумблер МТ-3;
- Ш1 — розетка РСТВ10;
- Ш2 — гнездо 6.604.005 Сп.

Положение ручек управления приборами:  
 Источник постоянного тока Б5-7  
 УСТАНОВКА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, V — 30  
 Блок вольтметра измерительный Я2М-66  
 РЕЖИМ РАБОТЫ  $\blacktriangleright$  800 мВ



После этого тумблер В2 переводится в положение «3», прибор Я2М-66 переключается в режим калибровки 800 мкВ, корректируется нуль и замыкается тумблер В1. Показания прибора запоминаются и тумблер В2 переключается в положение «2». Изменившиеся показания прибора Я2М-66 доводятся до прежних с помощью изменения величины сопротивления магазина.

Напряжение на нагрузке (на выходе магазина) измеряется вольтметром и эквивалентно действующему значению выходного напряжения калибратора переменного тока прибора на сопротивлении 200 Ом.

Напряжения калибратора при сопротивлениях нагрузки 160 и 240 Ом проверяются аналогично в соответствии с данными табл. 3 приложения 13.

Измеренные величины напряжений должны соответствовать нормам п. 2.7.

11.3.7. Определение параметров внутреннего калибратора переменного тока на эквивалентных сопротивлениях 400, 480, 320 Ом производится по схеме соединений приборов рис. 7 с тем отличием, что тумблеры В3 и В4 устанавливаются в положение «3», и измерения проводятся в соответствии с данными табл. 3 приложения 13.

Измеренные величины напряжений калибратора должны соответствовать нормам п. 2.8.

#### 11.4. Оформление результатов поверки

11.4.1. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельств о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР, или записываются в раздел формуляра «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» и заверяются поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

11.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы. Формы протоколов приведены в приложении 13.

11.4.3. Запрещаются выпуск в обращение и применение приборов, прошедших поверку с отрицательными результатами.

## 12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

12.1. Приборы, поступающие на склад потребителя, могут храниться в упакованном виде в течение одного года со дня поступления.

12.2. При длительном хранении (более одного года) приборы должны находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет (температура окружающего воздуха от 5 до 40°C, относительная влажность до 80% при температуре 25°C) или в капитальных неотапливаемых хранилищах до 5 лет (температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40°C, относительная влажность до 98% при температуре 25°C).

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

## 13. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

### 13.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

13.1.1. Для упаковки прибора Я2М-66 при транспортировании используются укладочный и транспортный (тарный) ящики.

13.1.2. Упаковка прибора перед транспортированием производится в рабочих условиях в следующей последовательности:

устанавливают прибор в укладочный ящик между амортизаторами; помещают запасное имущество в специальный отсек; эксплуатационную документацию на блок ваттметра измерительный и на ваттметр помещают в тот же специальный отсек укладочного ящика;

укладочный ящик вместе с укладочным ящиком комплекта измерительного преобразователя помещают в транспортный ящик, который изнутри выстлан водонепроницаемой бумагой.

Для приборов, поставляемых на экспорт, укладочные ящики помещают в полиэтиленовые чехлы;

пространство между стенками укладочных и транспортно-ящиков заполняют до уплотнения прокладками из гофрированного картона;

крышки транспортных ящиков прибивают гвоздями и обтягивают ящики по торцам стальной лентой или проволокой и plombируют.