

МУЛЬТИМЕТР В7-64, В7-64/1
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

Всего частей 2



СОДЕРЖАНИЕ

Лист

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ	3
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	4
3.1. Условия нормирования параметров	4
3.2. Измерение напряжения постоянного тока	4
3.3. Измерение среднесквадратического значения напряжения переменного тока	5
3.4. Измерение сопротивления постоянному току	6
3.5. Измерение силы постоянного и переменного токов	7
3.6. Измерение частоты	7
3.7. Максимально-допустимые значения входных сигналов	8
3.8. Время установления режима и скорость измерений	9
3.9. Обработка измеренных данных	9
3.10. Интерфейс СТЫК С2	10
3.11. Общие технические характеристики	10
4. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА	11
5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ	12
6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ	15
7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	15
8. РАСПАКОВЫВАНИЕ И ПОВТОРНОЕ УПАКОВЫВАНИЕ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ	16
9. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	17
10. ПОРЯДОК РАБОТЫ	17
10.1. Передняя панель прибора	17
10.2. Индикатор	17
10.3. Клавиатура	20
10.4. Входные клеммы	20
10.5. Задняя панель	21
10.6. Измерение истинного среднесквадратического значения	21
10.7. Измерение напряжения постоянного тока	23
10.8. Измерение напряжения переменного тока	24
10.9. Измерение силы тока	24
10.10. Измерение сопротивлений	24
10.11. Измерение частоты (низкочастотный режим "Hz")	25
10.12. Измерение частоты (высокочастотный режим "MHz")	26
10.13. Использование режимов обработки данных	27
10.14. Выбор пределов измерения	28
10.15. Автокалибровка нуля	29
10.16. Полный сброс	31
10.17. Тестирование	31
10.18. Использование интерфейса	31
11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	34
11.1. Общие положения	34
11.2. Общие указания по калибровке прибора	35
11.3. Цифровая калибровка прибора	36
11.4. Аналоговая калибровка прибора	41
11.5. Требования к аппаратуре, используемой при калибровке и регулировке прибора	44
12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	45
13. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	46
14. ПОВЕРКА ПРИБОРА	46
14.1. Общие указания	46
14.2. Операция и средства поверки	46
14.3. Условия поверки и подготовка к ней	48
14.4. Проведение поверки	49
14.5. Альтернативные методики проведения поверки	57
14.6. Оформление результатов поверки	58

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации мультиметра В7-64 предназначены для изучения прибора, его характеристик, а также правил эксплуатации и применения с целью правильного обращения с прибором при эксплуатации и ремонте.

1.2. Описание выполнено в виде двух книг (частей). Во второй части приведены описание конструкции, электрических схем и указания по устранению неисправностей.

1.3. В настоящем описании приняты следующие сокращения (обозначения) режимов, составных частей прибора и терминов:

- 1) "DCV" - напряжение постоянного тока;
- 2) "DCI" - сила постоянного тока;
- 3) "ACV" - напряжение переменного тока;
- 4) "ACI" - сила переменного тока;
- 5) "R" - сопротивление;
- 6) "F" или "FRQ" - частота;
- 7) "Δ" - приращение (отклонение) абсолютное;
- 8) "Δ %" - приращение (отклонение) относительное;
- 9) "%" - относительное значение;
- 10) "dB" - отклонение в децибелах (логарифмическое);
- 11) "Av" - усредненное значение;
- 12) СКЗ (RMS) - среднеквадратическое значение (переменных напряжения или силы тока);
- 13) СВЗ - средневыврявленное значение;
- 14) ЭНЗУ - энергонезависимое запоминающее устройство;
- 15) АВП - автоматический выбор пределов;
- 16) InC - внутренняя калибровка (автокалибровка);
- 17) ExC - внешняя калибровка (по внешним мерам);
- 18) ppm - миллионная доля;
- 19) ЖКИ - жидкокристаллический индикатор;
- 20) ед.мл.р. - единица младшего разряда;
- 21) АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
- 22) ОЭВМ - однокристалльная ЭВМ;
- 23) АЧХ - амплитудно-частотная характеристика.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Мультиметр В7-64 предназначен для измерения основных электрических величин: постоянного и переменного напряжений, силы постоянного и переменного токов, сопротивления постоянному току, частоты. Кроме того прибор обеспечивает измерение среднеквадратического значения сигналов переменного тока несинусоидальной формы с большим коэффициентом амплитуды. Прибор рассчитан как на автономное использование, так и на работу в составе автоматизированных систем с интерфейсом СТЫК С2 (RS-232C).

2.2. Мультиметр выпускается в двух исполнениях, отличающихся точностью:

В7-64 - базовая модель широкого применения;

В7-64/1 - модель повышенной точности, построенная на прецизионных компонентах более высокого качества.

В настоящем документе при упоминании типа прибора, если не оговорено особо, все указания относительно прибора В7-64 относятся и к модели В7-64/1.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Условия нормирования параметров

3.1.1. Приведенные ниже характеристики нормируются:

- 1) при калибровке прибора не реже одного раза в год;
- 2) в температурном диапазоне от 18 до 28 °C или при $(T_k \pm 5)^\circ\text{C}$, где T_k - температура калибровки;
- 3) в течение одного часа после проведения калибровки нуля (внутренняя калибровка);
- 4) при включенном режиме усреднения (режим "Av") в режимах измерения напряжения и силы постоянного тока и частоты. В нормальном режиме (без усреднения) значение аддитивной составляющей погрешности (второй член формулы нормирования погрешности) составляет 1 ед.мл.р. вместо значений, указанных в табл.3.1, 3.5, 3.6.

3.1.2. При двухлетнем интервале калибровки значение нормируемой погрешности увеличивается в полтора раза, при трехлетнем - в два раза. Увеличение погрешности относится только к первым мультипликативным составляющим погрешности (зависимым от измеряемого параметра) и только к тем, которые отмечены знаком "!", например, 0,005!. Аддитивная составляющая погрешности, выраженная в единицах младшего разряда, остается одинаковой для всех сроков нормирования погрешности.

3.1.3. Прибор обеспечивает измерение напряжения постоянного тока от ± 1 мкВ до ± 1000 В; СКЗ напряжения переменного тока с частотой 10 Гц - 100 кГц (прибор В7-64) и 10 Гц - 1 МГц (прибор В7-64/1) от 1 мВ до 700 В; силы постоянного тока до ± 2 А; СКЗ силы переменного тока с частотой 10 Гц - 5 кГц от 1 мА до 2 А; сопротивления до 1000 Мом; частоты от 1 Гц до 700 МГц.

3.2. Измерение напряжения постоянного тока

3.2.1. Характеристики прибора в режиме измерения напряжения постоянного тока приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Диапазон значений отображаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5^\circ\text{C}$, $\pm \text{ppm}$ от $U_x \pm \text{ед.мл.р.}$		Входное сопротивление, МОм	Температурный коэффициент, не более, ppm/°C	
	В7-64	В7-64/1		В7-64	В7-64/1
000.000 - 500.000 мВ	50! + 3	40! + 3	Более 10000	5	4
500.000 - 1999.999 мВ	50! + 5	40! + 5		5	4
2.00000 - 12.50000 В	50! + 2	40! + 2		5	4
12.5000 - 50.0000 В	100! + 3	50! + 3	10 ± 1 %	10	5
50.0000 - 199.9999 В	100! + 5	50! + 5		10	5
200.000 - 1250.000 В	100! + 3	50! + 3		10	5

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Здесь и далее знаком "!" отмечены составляющие погрешности, увеличивающиеся при двух- и трех- летнем межкалибровочных интервалах, соответственно в полтора и два раза.

2. U_x - измеряемое значение напряжения.

3.3. Измерение среднеквадратического значения напряжения переменного тока

3.3.1. Основная погрешность прибора в режиме измерения среднеквадратических значений напряжения переменного тока не превышает значений, приведенных в табл.3.2.

Таблица 3.2

Диапазон значений отображаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5^\circ\text{C}$, $\pm \% \text{ от } U_x \pm \text{ед.мл.р.}$									
	Частота, Гц									
	10-20	20-40	40-100	0,1-10 к	10-20 к	20-50 к	50-100 к	100-200 к	0,2-1 М	
B7-64										
001.00-020.00 мВ	1,5+	0,5 +	0,3+10	0,2+10	0,3+10					
020.00-199.99 мВ	+10	+10				0,5+20	1+30			
200.00-1999.99 мВ	1,5 +	0,5+								
02.0000-19.9999 В	+50	+50	0,3+50	0,2+50	0,3+50	0,5+200	1+300			
020.000-199.999 В										
200.00-750.00 В	1,5	0,5	0,3	0,4		Не нормируется				
B7-64/1										
001.00-020.00 мВ	1,5+	0,5 +	0,2+10	0,1+10		Не нормируется				
020.00-199.99 мВ	+50	+10				0,2+10	0,5+10	3+20	5+50	
200.00-1999.99 мВ				0,1+50		0,2+50		3+	5+	
	1,5+	0,5+						+200	+500	
0.20000-19.9999 В	+50	+50	0,2+50				0,5+100			
02.0000-19.9999 В				0,1+50	0,15+50	0,3+50				
020.000-199.999 В										
200.00-750.00 В	1,5	0,5	0,2	0,2	0,3	Не нормируется				

3.3.2. Дополнительная погрешность измерения напряжения сигналов несинусоидальной формы, определяемая коэффициентом амплитуды, равным отношению допустимой амплитуды измеряемого сигнала к его среднеквадратическому значению, не превышает значений, приведенных в табл.3.3.

Таблица 3.3

Диапазон значений отображаемой шкалы	Дополнительная погрешность, %				Максимальная амплитуда (пико- вое значение)
	Коэффициент амплитуды				
	1 - 2	2 - 3	3 - 5	5 - 10	
001.000 - 199.999 мВ	0,1	0,15	0,5	1	1,2 В
0.20000 - 1.99999 В	0,1	0,15	0,5	1	12 В
02.0000 - 19.9999 В	0,1	0,15	0,5	1	120 В
020.000 - 199.999 В	0,1	0,15	0,5	*	1000 В
200.00 - 700.00 В	0,1	0,15	*	*	1000 В
001.00 - 199.99 мА	0,1	0,15	0,5	1	1,2 А
200.00 - 2000.00 мА	0,1	0,15	0,5	1	10 А

* В этом диапазоне данное значение коэффициента амплитуды не может быть достигнуто вследствие ограничения максимальной амплитуды входного сигнала

3.3.3. Температурный коэффициент не более одной десятой предела основной погрешности измерения на 1 °С. Дополнительная погрешность в условиях повышенной влажности не превышает основной.

3.3.4. Входное сопротивление не менее 1 Мом.

3.3.5. Входная емкость не более 50 пФ.

3.4. Измерение сопротивления постоянному току

3.4.1. Характеристики прибора в режиме измерения сопротивления постоянному току приведены в табл.3.4. Указанное значение погрешности измерения (ее аддитивная составляющая) нормируется при условии компенсации начального сопротивления входных цепей (клемм и кабеля) с помощью режима "Δ" или калибровки нуля. Дополнительная погрешность в условиях повышенной влажности не превышает основной.

Таблица 3.4

Диапазон значений отображаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5^\circ\text{C}$, $\pm\text{ppm от } R_x \pm \text{ед.мл.р.}$	Измеритель- ный ток, мкА	Температурный коэф- фициент не более, ppm/°C
B7-64			
0.00000 - 1.99999 кОм	300! ppm + 3	<u>10000000</u> $R_x+50000$	15
02.0000 - 19.9999 кОм	300! ppm + 3		15
020.000 - 199.999 кОм	300! ppm + 3		15
200.00 - 1999.99 кОм	300! ppm + 3		25
02.0000 - 19.9999 МОм	150! ppm . R		25 . R
020.00 - 199.99 МОм	150! ppm . R		25 . R
0200 - 1999 МОм	150! ppm . R		25 . R
B7-64/1			
0.00000 - 1.99999 кОм	100! ppm + 3	<u>10000000</u> $R_x+50000$	7
02.0000 - 19.9999 кОм	100! ppm + 3		7
020.000 - 150.000 кОм	100! ppm + 3		7
150.00 - 1999.99 кОм	200! ppm + 3		15
02.0000 - 19.9999 МОм	100! ppm . R		15 . R
020.00 - 199.99 МОм	100! ppm . R		15 . R
0200 - 1999 МОм	100! ppm . R		15 . R

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. В диапазоне измеряемых сопротивлений свыше 2 МОм в формулу погрешности входит параметр R - величина измеряемого сопротивления, выраженная в мегаомах.

2. R_x - измеряемое значение сопротивления.

3.5. Измерение силы постоянного и переменного тока

3.5.1. Характеристики прибора в режимах измерения силы постоянного и переменного тока приведены в табл.3.5.

Таблица 3.5

Диапазон значений отображаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при T=Tк ±5 °С, ±% от Ix ±ед.мл.р.			Сопротивление шунта	Температурный коэффициент не более, ppm/°С
000.00-2000.00 мА	Постоянный ток В7-64			1 Ом (номинальное значение)	50
	0,05 + 2				
000.00-1000.00 мА 1000.00-2000.00 мА	Постоянный ток В7-64/1			Входное сопро- тивление не более 1,3 Ом	25 (50*)
	0,02 + 2 0,03				
000.00 - 2000.00 мА	Переменный ток				150
	Частота				
	10-20 Гц	20-40 Гц	40-5 кГц		
	1.5+5	0.5+5	0.2+5		

* В температурном диапазоне +5...20 $^\circ\text{C}$

ПРИМЕЧАНИЕ. I_x - измеряемое значение силы тока.

3.5.2. Дополнительная погрешность измерения силы тока сигналов несинусоидальной формы, определяемая коэффициентом амплитуды, равным отношению допустимой амплитуды измеряемого тока к его среднеквадратическому значению, не превышает значений, приведенных в табл.3.3.

3.6. Измерение частоты

3.6.1. Характеристики прибора в режиме измерения частоты приведены в табл.3.6.

Таблица 3.6

Диапазон значений отображаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при T=Тк ±5 °С, ± ppm от Fx ±ед.мл.р.	Входные сопротивление и емкость	Температурный коэффициент не более, ppm/°С
Режим "Hz"		Входное сопротив- ление не менее 40 кОм Емкость не более 5 пФ *	1
.000000 - 1.999999 кГц	10 + 2		
2.00000 - 19.99999 кГц			
20.0000 - 199.9999 кГц			
200.000 - 1999.999 кГц			
2000.00 - 19999.99 кГц			
20000.0 - 50000.0 кГц			
Режим "MHz"			
20000.0 - 199999.9 кГц	10 + 2		
200000 - 1200000 кГц			

* Типичное значение (не проверяется)

3.6.2. Допустимые среднеквадратические значения напряжения входного сигнала, при которых гарантируются измерения частоты с нормируемой погрешностью, соответствуют значениям, определяемым рабочей областью диаграммы рис.3.1.

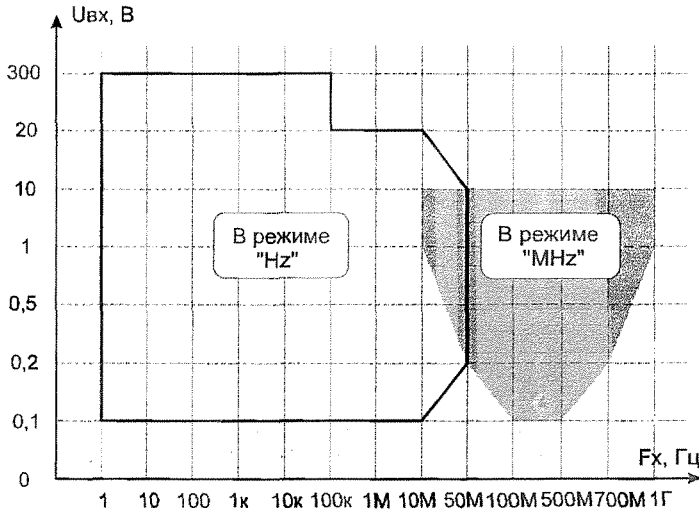


Рис.3.1

3.6.3. В режиме "Hz" прибор имеет открытый вход (отсутствует разделительный конденсатор для выделения переменной составляющей).

3.7. Максимально-допустимые значения входных сигналов

3.7.1. Максимально-допустимые значения напряжения и силы тока перегрузки приведены в табл.3.7.

Таблица 3.7

Режим измерения	Среднеквадратическое значение	Амплитудное значение	Частотный фактор не более, В.Гц**
DCV	1000 В	1200 В	10000000
ACV	750 В	1075 В	20000000
DCI, ACI	2,5 А*	10 А	-
R	250 В	450 В	1000000
FRQ	В соответствии с графиком * (см. рис.3.1)		
Помеха общего вида***	700 В	1000 В	500000

* Сумма постоянного и переменного токов

** Максимально-допустимое значение произведения частоты на напряжение (СКЗ) входного сигнала

*** Напряжение на входных клеммах прибора относительно его корпуса

3.8.1. Значения времени установления показаний прибора с нормированной погрешностью и скорости измерений приведены в табл.3.8.

Таблица 3.8

Режим измерения	Время установления показаний не более, с	Скорость измерений не менее, изм/с
DCV, DCI	2.5	2.5
ACV, ACI	4	
R	5	
FRQ	2	1 - 2

3.9. Обработка измеренных данных

3.9.1. Прибор выполняет следующие виды обработки измеренных данных:

1) "Δ" - вычисление абсолютного отклонения относительно опорного (начального) уровня;

2) "Δ %" - вычисление относительного отклонения в процентах от опорного уровня. диапазон измерений ± 100000 %;

3) "%" - отношение к опорному уровню с отсчетом в процентах (опорное значение принимается за 100 %);

4) "dB" - отношение к опорному уровню с отсчетом в децибелах (опорное значение принимается за 0 дБ). Диапазон измерений ± 160 дБ, разрешающая способность 0,01 дБ (0,001 дБ при усреднении). При вычислении децибел знак полярности показаний постоянного напряжения и силы постоянного тока не учитывается;

5) "Avg" - усреднение по алгоритму цифрового фильтра низких частот первого порядка с постоянной времени около 2 с (десять отсчетов АЦП).

3.9.2. Все виды обработки измеренных данных выполняются во всех режимах измерений ("DCV", "ACV", "DCI", "ACI", "R", "FRQ").

3.9.3. Все виды обработки измеренных данных выполняются в пределах всей шкалы используемого вида измерения. Имеются ограничения только на максимальное значение при вычислении децибел (максимальное значение 160 дБ) и процентов (максимум 100000 %).

3.9.4. Прибор одновременно не может выполнять более одного вида обработки данных за исключением режима усреднения "Avg", который может быть включен отдельно и в сочетании с любым другим видом обработки.

Обработанные данные выдаются только на индикатор, а в последовательный интерфейс всегда передаются первичные показания.

3.9.5. Максимально возможное значение погрешности измерения отклонения и отношения уровней сигналов определяется по формуле (3.1):

$$\Pi = \Pi_{\text{т}} + \Pi_{\text{о}}, \quad (3.1)$$

где Π - погрешность измерения отклонения или отношения;

$\Pi_{\text{о}}$ - относительная погрешность опорного уровня сигнала (начало измерения);

$\Pi_{\text{т}}$ - относительная погрешность измерения текущего уровня сигнала.

3.10. Интерфейс СТЫК С2

3.10.1. Прибор может быть использован в составе автоматизированных измерительных систем различного назначения с последовательным интерфейсом, отвечающим требованиям ГОСТ 23675-79 (интерфейс СТЫК С2-ИС), RS-232C (EIA-232D, V.24).

Интерфейс обеспечивает полное управление всеми режимами и функциями прибора. Для управления прибором применен принцип дублирования клавиатуры.

Выдача измеренных данных в интерфейс осуществляется с частотой измерений (5 изм/с). Измеренные данные представлены в виде текстовой строки постоянной длины, содержащей цифровые значения, полярность и размерность показаний, однозначно указывающие включенный режим.

3.10.2. Уровень сигналов на передающих линиях прибора не менее 5 В при нагрузке 3 кОм.

3.10.3. Информационные параметры:

- 1) скорость - 9600 бод (бит/с);
- 2) данные - 8 бит;
- 3) бит "четность" - отсутствует;
- 4) сигнал "СТОП" - 1 бит;
- 5) принимаемые и передаваемые сигналы - цифры, большие и малые (только принимаемые) латинские буквы, знаки "+" и "-", управляющие символы (коды) LF, CR.

3.11. Общие технические характеристики

3.11.1. Прибор обеспечивает подавление помех:

- 1) нормального вида с частотой питающей сети не менее 80 дБ;
- 2) общего вида постоянного тока не менее 140 дБ;
- 3) общего вида с частотой питающей сети не менее 120 и 80 дБ соответственно при измерении постоянного и переменного напряжений (или силы тока) и сопротивлении источника сигнала не более 1 кОм.

Максимальный уровень помехи не должен превышать значений, приведенных в табл.3.6.

3.11.2. Нормальные условия эксплуатации:

- 1) температура окружающего воздуха(23 ±5) °С;
- 2) относительная влажность(65 ±15) %;
- 3) атмосферное давлениеот 630 до 795 мм рт.ст.;
- 4) напряжение питающей сети(220 ±4,4) В частотой (50 ±1) Гц.

3.11.3. Рабочие условия эксплуатации:

- 1) температура окружающего воздухаот 5 до 40 °С;
- 2) относительная влажность..... до 90 % при температуре 25 °С и до 70 % при температуре до 40 °С;
- 3) атмосферное давлениеот 630 до 800 мм рт.ст.;
- 4) напряжение питающей сети(220 ±22) В частотой (50 ±1) Гц.

3.11.4. Прибор обеспечивает нормируемые параметры и характеристики через 5 мин с момента включения. Время непрерывной работы не ограничено.

3.11.5. Прибор имеет следующие параметры надежности:

- 1) средняя наработка на отказ не менее 15000 ч;
- 2) гамма-процентный ресурс не менее 10000 ч при доверительной вероятности, равной 90 %;
- 3) гамма-процентный срок службы не менее 15 лет при доверительной вероятности, равной 80 %;
- 4) гамма-процентный срок сохраняемости не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ или 5 лет для неотапливаемых при доверительной вероятности, равной 80 %;
- 5) среднее время восстановления работоспособного состояния не более 120 мин;
- 6) вероятность отсутствия скрытых отказов за межповерочный интервал 24 мес при среднем коэффициенте использования 0,23 не менее 0,9.

3.11.6. Мощность, потребляемая прибором от сети питания, не превышает 15 ВА.

3.11.7. Масса прибора не превышает 2 кг.

3.11.8. Габаритные размеры прибора - 242 x 85 x 326 мм.

3.11.9. Габаритные размеры укладочного ящика 354 x 122 x 331 мм.

4. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

4.1. Состав комплекта поставки прибора приведен в табл.4.1.

Таблица 4.1

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
Мультиметр В7-64 или	КМСИ.411252.024	1	Укладочный ящик Черный Красный Байонет - 2 штыря Интерфейса СТЫК С2
мультиметр В7-64/1	КМСИ.411252.024-01	1	
Футиляр	КМСИ.323366.003	[1]	
Кабель	Хв4.853.036-01	1	
Кабель	Хв4.853.036-02	1	
Кабель	КМСИ.685631.023	1	
Кабель	КМСИ.685619.014	[1]	
Шнур сетевой	SCZ-1	1	
Шуп игольчатый	Хв4.266.001	2	
Вставка плавкая ВП1-1	ОЮ0.480.003 ТУ	2	
0,25 А 250 В			
Вставка плавкая ВП2Б-1В	ОЮ0.481.005 ТУ	2	
3,15 А 250 В			
Мультиметр В7-64, В7-64/1.	КМСИ.411252.024 ТО	1	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 1.			
Мультиметр В7-64, В7-64/1.	КМСИ.411252.024 ТО1	[1]	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 2.			
Мультиметр В7-64, В7-64/1.	КМСИ.411252.024 ФО	1	
Футиляр			
Преобразователь GPIB-232CV-A	776898-31	[1]	Изготовитель "NATIONAL INSTRUMENTS" (США) То же
(КОП-СТЫК С2)			
Кабель КОП Х1 (L = 2 м)	763001-02	[1]	

[1] - необходимость поставки определяется при заказе

5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

5.1. Устройство прибора иллюстрирует структурная схема, показанная на рис.5.1. В состав прибора входят узлы, обеспечивающие измерение, обработку и выдачу данных, прием сигналов управления. Общим узлом при измерениях сигналов постоянного и переменного токов являются аналого-цифровой преобразователь, на вход которого через аналоговый мультиметр подаются сигналы от различных источников. В режиме измерения постоянного напряжения "DCV" сигнал приводится к шкале АЦП (теоретическое значение шкалы - ± 2.621435 В) двухступенчатым входным делителем (с коэффициентом передачи $K = 1$ и $0,01$) и усилителем постоянного тока, УПТ, (с коэффициентами передачи $K = 0,2$; 1 и 5). Комбинацией состояний входного делителя и УПТ образуется шесть пределов измерений (" 0.5 В", " 2.5 В", " 12.5 В", " 50 В", " 250 В" и " 1250 В").

Тракт измерения сигналов переменного тока построен аналогично и содержит масштабирующие делитель ($K = 1$ и $0,01$) и усилитель ($K = 1$ и 10). Преобразователь среднеквадратического значения переменного напряжения входных сигналов в постоянное напряжение имеет коэффициент передачи, равный единице, и шкалу $2,5$ В. Пределы " 0.2 В", " 2 В", " 20 В" и " 200 В" образуются выбором состояния делителя и усилителя. На пределе " 700 В" выходное напряжения преобразователя СКЗ ослабляется в три раза.

Измерение силы постоянного тока осуществляется подачей на вход АЦП напряжения с токового шунта, обеспечивая получение предела измерения " 2000 мА". Напряжение с токового шунта подается также на вход тракта переменного тока, при этом образуется два предела измерения силы переменного тока " 200 мА" и " 2000 мА".

Измерение сопротивлений осуществляется по схеме делителя напряжения, для чего последовательно с ним включается образцовый резистор (R_0). Делитель питается от источника опорного напряжения 10 В. В диапазоне измеряемых сопротивлений до 150 кОм вычисление сопротивления производится по падению напряжения на измеряемом сопротивлении (R_x). Физически этот диапазон перекрывается тремя пределами " 2.5 кОм", " 16 кОм" и " 150 кОм", соответствующими пределам измерения напряжения " 0.5 В", " 2.5 В" и " 12.5 В". Сопротивления свыше 150 кОм измеряются по падению напряжения на образцовом резисторе $R_0 = 50$ кОм. "Плавающее" напряжение с резистора R_0 передается на вход АЦП посредством инструментального усилителя с коэффициентом передачи $K = 1$.

Измерение частоты осуществляется с помощью программно-аппаратных внутренних ресурсов однокристалльной ЭВМ. В зависимости от диапазона измеряемых частот выбирается различный алгоритм измерения частоты. На высоких частотах используется метод измерения числа периодов входного сигнала за фиксированный интервал времени $T = 1,048576$ с, т.е. прямо измеряется частота. На низких частотах измеряется число периодов опорной частоты 3 МГц, уместившихся в известном количестве периодов входного сигнала, т.е. определяется период с последующим пересчетом в частоту. ОЭВМ обеспечивает измерение частот от 1 Гц до $1,5$ МГц (при кварцевом генераторе 12 МГц). Для измерения более высоких частот применяется предварительный делитель с коэффициентами деления $K = 1$; 8 ; 64 и 256 и высокочастотный делитель с фиксированным коэффициентом деления $K = 64$ и предельной частотой 1200 МГц.

Структурная схема мультиметра В7-64

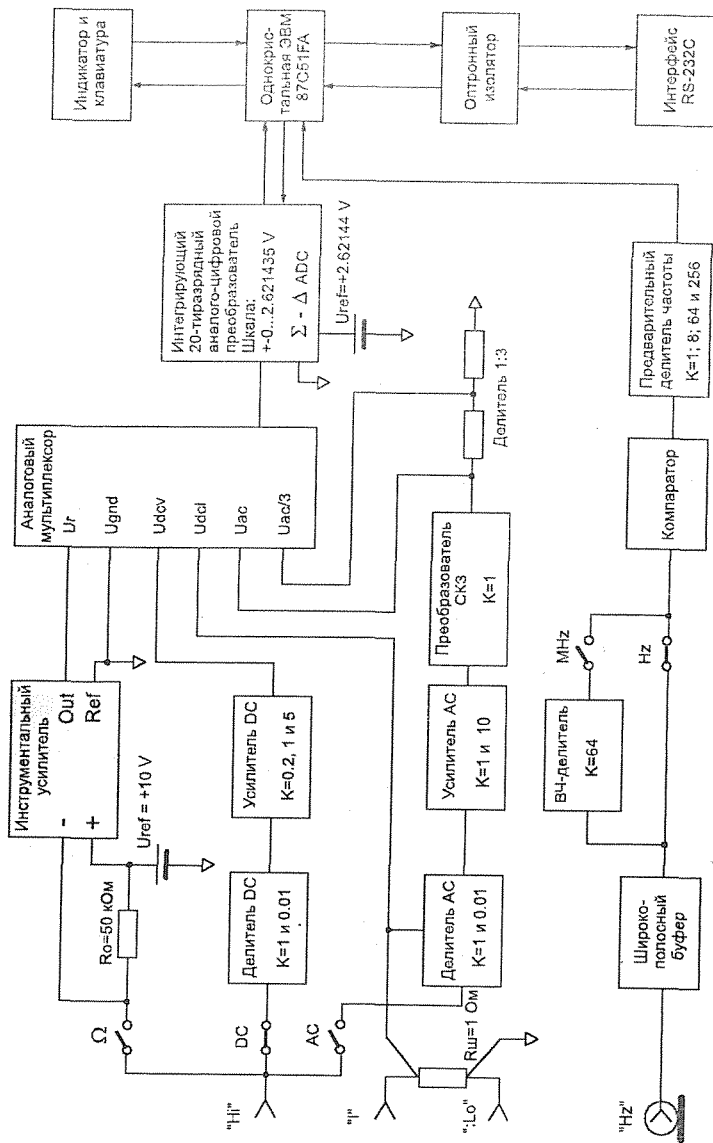


Рис.5.1

5.2. АЦП - однокристалльный, интегрирующий, непрерывного действия, построен на принципе сигма-дельта-модуляции и содержит внутри все аналоговые и цифровые узлы. Готовые данные, представляющие собой отношение между входным и опорным напряжениями, считываются из АЦП через последовательный интерфейс с частотой 160 Гц. Показания за период измерения (интегрирования), равный 200 мс, формируются путем усреднения 32 отсчетов АЦП, определяя внутреннюю скорость измерения прибора - 5 изм/с. Далее данные подвергаются цифровой фильтрации и выдаются на индикатор и в интерфейс с частотой 2,5 изм/с.

Микросхема АЦП имеет внутреннюю цифровую самокалибровку смещения (нуля) и масштаба. В приборе режим калибровки АЦП включается каждый раз при смене режима (вида) измерения.

5.3. Преобразователь среднеквадратического значения построен на специальной микросхеме (AD536 ИЛИ AD637), содержащей выпрямитель, схемы вычисления квадрата амплитуды входного сигнала и квадратного корня из суммы квадратов и повторитель напряжения. Вычисления выполняются в аналоговом виде на структурах логарифмирования и антилогарифмирования.

5.4. Устройство индикатора и клавиатуры прибора иллюстрирует структурная схема, показанная на рис.5.2. Модуль двухстрочного жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) имеет встроенный контроллер, сообщаящийся с микро-ЭВМ по восьмиразрядной шине данных. Передачу данных в модуль ЖКИ сопровождают сигналы на линиях управления: "РАЗРЕШЕНИЕ" (шины), "ЧТЕНИЕ-ЗАПИСЬ" (направление передачи) и "ВЫБОР РЕГИСТРА" (команд или данных).

Клавиатура, организованная в виде матрицы 2 x 8 опрашивается по двум линиям. Для генерации сканирования по столбцам используются те же линии портов микро-ЭВМ, что и для передачи данных ЖКИ.

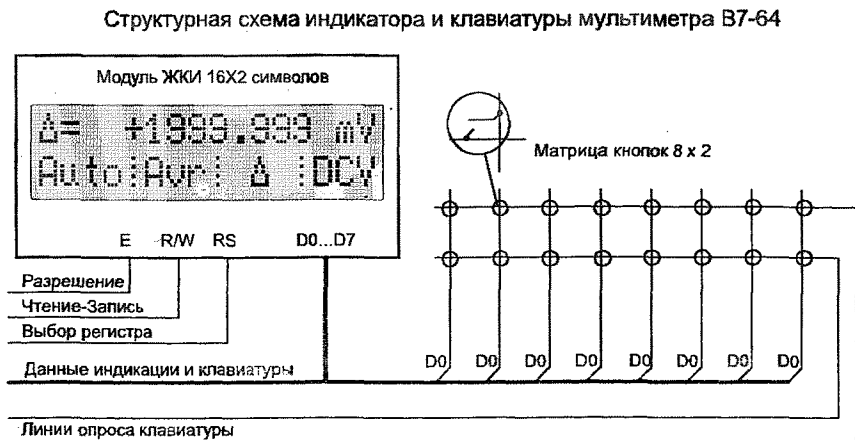


Рис. 5.2

5.5. Схема интерфейса изолирована от измерительной схемы прибора на полное рабочее напряжение с помощью оптронов, не ограничивая возможностей прибора при работе в измерительной системе. Интерфейс, реализованный в приборе, выполнен по пассивной схеме, т.е. его питание осуществляется от передающих линий компьютера ("TXD", "DTR", "RTS"). Это обеспечивает работоспособность интерфейса только при подключении к стандартному активному COM-порту компьютера. Данное упрощение не приводит к появлению дополнительных ограничений на допускаемую длину линии, определяющую емкость нагрузки.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.1. На лицевой панели нанесены наименование и тип прибора.

6.2. На задней панели нанесены:

- 1) значение силы тока плавкой вставки;
- 2) маркировка разъема интерфейса;
- 3) маркировка сетевого переключателя;
- 4) заводской номер и год изготовления прибора.

6.3. Пломбирование прибора (если оно применяется) выполняется закрытием пломбой одного из четырех винтов на нижней крышке корпуса.

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу II по ГОСТ 26104-89 и может эксплуатироваться с незаземленным корпусом.

7.2. Запрещается подавать:

- 1) при всех видах измерений на гнезда "Lo", "I" напряжение более 700 В (1000 В амплитудного) относительно земли (питающей сети);
- 2) на гнезда "Hi", "Lo" в режиме измерения сопротивления напряжение более 250 В.

7.3. Запрещается переключать режимы работы при измерении напряжений свыше 250 В.

7.4. При измерении опасных напряжений рекомендуется придерживаться следующего порядка действий:

- 1) включить необходимый режим. При этом установить вручную максимальный предел при измерении напряжений свыше 500 В, что позволяет исключить кратковременное шунтирование измеряемой цепи защитным сопротивлением 100 кОм и возможное искрение;
- 2) осуществить подключение к входным гнездам прибора;
- 3) соблюдая меры предосторожности, подключиться к источнику сигнала или, что предпочтительнее, подать высокое напряжение от источника уже после подключения к нему.

7.5. Источниками опасного напряжения 220 В, 50 Гц в приборе являются сетевые цепи:

- 1) выводы сетевого трансформатора;
- 2) выводы сетевого предохранителя;
- 3) сетевой переключатель.

Источником опасного напряжения является также байонетный разъем "Hz", соединенный с клеммой "Lo" при измерениях в цепях с высоким потенциалом относительно земли.

7.6. К пользованию прибором могут быть допущены лица, аттестованные для работы с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие настоящее техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

8. РАСПАКОВЫВАНИЕ И ПОВТОРНОЕ УПАКОВЫВАНИЕ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

8.1. В состав тары входят:

- 1) транспортный ящик, предназначенный для перевозок прибора на большие расстояния и длительного хранения, в нем прибор поставляется потребителю;
- 2) укладочный ящик, предназначенный для кратковременного хранения прибора, используется для защиты от механических повреждений при транспортировании, например, к месту эксплуатации. при поставке укладочный ящик находится внутри транспортного и содержит прибор и принадлежности.

Приборы общепромышленного исполнения упаковываются в картонную коробку, выполняющую роль укладочного ящика.

8.2. Для распаковывания прибора необходимо:

- 1) снять верхнюю крышку ящика транспортного;
- 2) освободить упаковку;
- 3) снять с укладочного ящика оберточную бумагу;
- 4) извлечь прибор и принадлежности из укладочного ящика.

Если при распаковывании обнаружится возможность накопления влаги в приборе, рекомендуется просушить его.

8.3. Повторное упаковывание прибора выполняется в следующей последовательности:

1) поместить прибор и принадлежности в полиэтиленовые пакеты и уложить в укладочный ящик. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы уменьшить количество влаги, остающейся в упакованном приборе, для чего перед упаковыванием рекомендуется просушить прибор;

- 2) обернуть укладочный ящик оберточной бумагой и обвязать шпагатом;
- 3) выстлать транспортный ящик внутри битумной бумагой;
- 4) уложить на дно ящика картон гофрированный, выдержав толщину слоя 40 мм;
- 5) поместить укладочный ящик в упаковку и заполнить пространство с боков и под верхней крышкой гофрированным картоном, обеспечив плотное заполнение;
- 6) закрепить крышку ящика гвоздями;
- 7) обить ящик металлической лентой;
- 8) опломбировать ящик;
- 9) маркировать ящик эмалью НЦ-11, черная.

9. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1. Разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность обслуживания.

9.2. Проверить комплектность прибора и ознакомиться с его техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

9.3. Произвести внешний осмотр прибора и его принадлежностей на отсутствие видимых механических повреждений, повреждения изоляции кабелей, коррозии контактирующих поверхностей присоединительных устройств, препятствующих эксплуатации прибора и принадлежностей.

9.4. Проверить исправность сетевого предохранителя и, при необходимости, заменить.

9.5. При работе прибора в составе автоматизированных систем подключить прибор к системе через разъем интерфейса.

9.6. Включить прибор и прогреть в течение 5 мин. При включении прибора автоматически производится зачистка контактов, сопровождаемая характерным треском, считываются и проверяются данные калибровки из энергонезависимого запоминающего устройства (ЭНЗУ), отображается номер версии программы внутреннего микроконтроллера.

ВНИМАНИЕ! Запрещается подавать уровни сигнала выше 20 В на клеммы "Hi" и "Lo" выключенного прибора и в момент его включения.

9.7. Закоротить вход прибора и проверить смещение нуля. Если в режиме, который предстоит использовать, оно слишком велико для планируемых измерений, проведите автокалибровку (см. раздел 10 настоящего описания).

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Передняя панель прибора

10.1.1. Передняя панель прибора показана на рис.10.1. На ней расположены органы управления и индикации, а также входные клеммы прибора.

10.2. Индикатор

10.2.1. Данные о состоянии прибора и значение измеряемого параметра отображаются с помощью двухстрочного символьного жидкокристаллического индикатора, показанного на рис.10.2.

10.2.2. Кроме цифровых данных на индикатор выводятся различные сообщения. Перечень таких сообщений и комментарии к ним приведены в табл.10.1. Большинство сообщений появляются на индикаторе на короткое время и исчезают после устранения причин, вызвавших их, например, сообщение о перегрузке или по истечении заданного времени.

Диагностические сообщения, указывающие на неисправность прибора, прерывают его работу и устраняются только оператором нажатием любой кнопки клавиатуры.

Передняя панель мультиметра В7-64

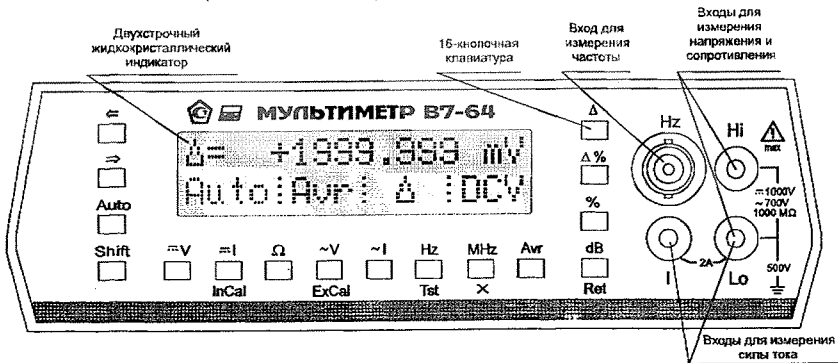


Рис. 10.1

Индикатор мультиметра В7-64

(представление измеренных данных и отображение состояния прибора)

Заголовок данных при измерении:

Δ - отклонения,
X - отношения,
X/R - децибел

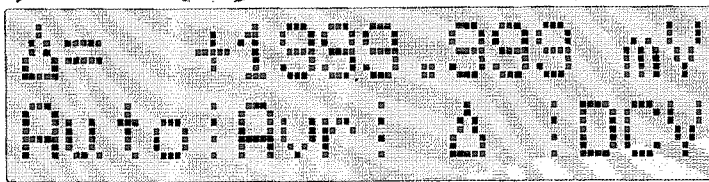
Полярность показаний

Цифровое значение:

5.5 - разрядное - обычное,
6.5 - разрядное - при усреднении

Размерность показаний при измерении:

mV, V - напряжения,
mA, A - тока,
Ω, kΩ, MΩ - сопротивления,
Hz, kHz, MHz - частоты,
%, dB - отношения



Режим выбора пределов:
Auto - автоматический,
MRng - ручной

Усреднение:
Avr - включено

Вид включенной обработки данных:
Δ - измерение отклонения.

Δ% - измерение относительного отклонения,
% - измерение отношения в процентах,
DB - измерение отношения в децибелах

Режим измерения:
DCV - постоянного напряжения,
ACV - переменного напряжения,
OHM - сопротивления,
DCI - постоянного тока,
ACI - переменного тока,
HZ - низкой частоты,
MHZ - высокой частоты

Рис. 10.2

Таблица 10.1

Сообщение	Значение сообщения
Информационные сообщения, выдаваемые на индикатор при измерениях	
_OVER_LOAD_	Перегрузка шкалы при измерении напряжения, тока и сопротивления
Too Large Prc	Перегрузка шкалы измерения процентов (более 200000 %)
LO FRQ	Частота сигнала ниже 1 Гц или сигнал отсутствует
Сообщения, выдаваемые при смене режимов работы	
_DMM_V7-64_V3.0 Co 1997	Стартовый заголовок - имя и номер версии программы, встроенной ЭВМ (могут быть другие цифры)
WAIT	“Ожидание”, реакция на нажатие кнопки до появления измеренных данных
SHIFT	Указание о переходе клавиатуры в состояние восприятия второго назначения кнопок. Отображается в течение 2.5-3 с после нажатия кнопки “Shift”
_KEY_TEST_N=?_KEY TEST N=XX	Запрос нажатия кнопки при тестировании клавиатуры и отображение номера нажатой кнопки (номер XX)
LCD TEST	Заголовок теста индикатора
Сообщения, выдаваемые при калибровке нуля (“Внутренняя калибровка”)	
Int Calibration	Заголовок внутренней калибровки
Err_Cal_Zero	Ошибка калибровки нуля - смещение превышает допустимое значение
Сообщения, выдаваемые при калибровке шкалы (“Внешняя калибровка”)	
Ext Calibration	Заголовок внешней калибровки
Cal_Step_N=XX	Выбор шага калибровки, например, при подтверждении сообщения “Cal Step 02” произойдет переход к калибровке уровня шага 2
Cal_Step_XX	Указание на текущий номер калибровки. Выводится во второй строке (строке состояния)
Err_Input_Cal	Ошибка задания входного калибровочного уровня - более чем на 10 % отличается от номинального значения
Диагностические сообщения о неисправностях	
Err_CS_Zero_Mem	Появляется при включении прибора, если обнаружена ошибка контрольной суммы ЭНЗУ в области хранения констант смещения нуля. Необходимо проведение калибровки нуля
Err_CS_Scale_Mem	Появляется при включении прибора, если обнаружена ошибка контрольной суммы ЭНЗУ в области хранения констант калибровки шкалы. Необходимо проведение внешней калибровки
Err_Write_Mem	Появляется при калибровке прибора в случае отказа ЭНЗУ (невозможность записи данных калибровки)
Err_Ref_10 V	Появляется при калибровке опорного источника (U=10 В), используемого в схеме измерения сопротивлений, если его напряжение отличается от номинала (более 10 %)
Сообщения о калибровочных измерительных режимах дополнительно к перечисленным ранее (см. рис.10.2). Отображаются в поле режима измерения (справа-снизу)	
R10	Режим калибровки опорного источника 10 В
ZrI	Режим калибровки смещения при измерении постоянного тока
ZrO	Режим калибровки смещения при измерении больших сопротивлений

10.3. Клавиатура

10.3.1. Назначение кнопок прибора показано на рис.10.3. Некоторые из них имеют второе назначение, вызываемое предварительным нажатием кнопки "Shift". Это состояние действует в течение 2,5 с после нажатия кнопки, пока на индикаторе отображается сообщение "Shift". Если второго нажатия не происходит, прибор возвращается к прерванному режиму работы. Включение нового режима работы всегда отображается изменением состояния индикатора. На время задержки между нажатием кнопки и появлением первых показаний (время установления оптимального рабочего режима измерительной схемы) на индикатор выводится сообщение "-WAIT-" ("ОЖИДАНИЕ").

10.3.2. Для фиксации нажатия необходимо удерживать кнопку не менее 0,3 с. Следующее нажатие будет зафиксировано только при отпускании кнопки на время не менее 0,5 с.

10.3.3. Все кнопки имеют условные логические номера согласно порядку расположения на передней панели (слева сверху первая и далее вокруг индикатора против часовой стрелки). Значение логического номера, выраженного в шестнадцатиричном коде, используется при управлении через интерфейс RS-232C и тестировании.



Рис. 10.3

10.4. Входные клеммы

10.4.1. Имеется только три варианта подключения источника сигнала к входным клеммам мультиметра (см. рис.10.1):

1) клеммы "Hi" и "Lo" образуют основной вход прибора, используемый для измерения напряжения (постоянного и переменного) и сопротивления. Индицируемая

полярность соответствует полярности сигнала на низкопотенциальной клемме ("Lo") относительно высокопотенциальной ("Hi");

2) для измерения силы тока (постоянного и переменного) необходимо использовать клеммы "I" и "Lo", между которыми постоянно включен токовый шунт сопротивлением 1 Ом. Низкопотенциальной является клемма "Lo". Индицируемая полярность соответствует полярности измеряемого постоянного тока сигнала на клемме ("I") относительно клеммы ("Lo");

3) для измерения частоты сигналов переменного тока предназначен коаксиальный разъем "Hz". Общий провод этого разъема (внешний цилиндр) электрически соединен с низкопотенциальной клеммой "Lo", однако не рекомендуется использовать их не по назначению - неизбежно появление дополнительной погрешности.

10.4.2. Так как в приборе используется двухпроводная схема измерения сопротивления и нуль калибруется с учетом сопротивления входного кабеля (при его замыкании), то и при измерениях рекомендуется пользоваться только этим кабелем.

10.5. Задняя панель

10.5.1. Задняя панель прибора показана на рис.10.4. На ней расположены разъем интерфейса, предохранитель, ввод сети и выключатель сети.

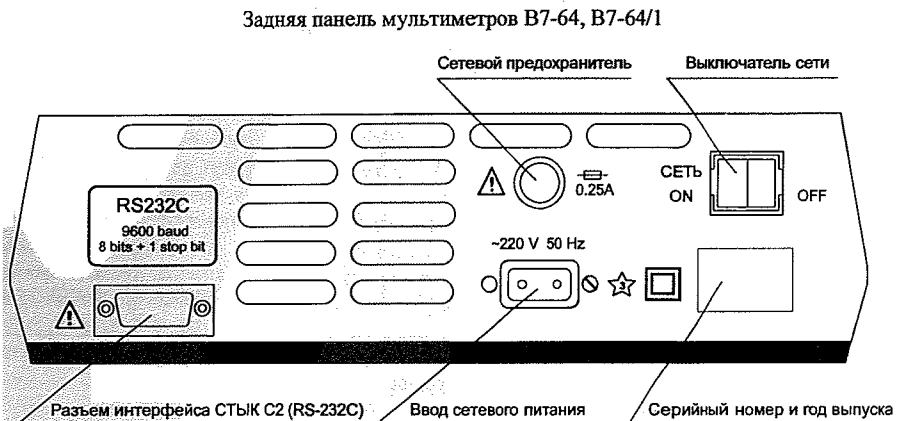


Рис.10.4

10.6. Измерение истинного среднеквадратического значения

10.6.1. Прибор обеспечивает измерение истинных СКЗ напряжения и силы переменного тока. СКЗ является главной энергетической характеристикой, особенно важной для определения сигналов произвольной формы. СКЗ входного сигнала вычисляется с помощью специальной аналоговой схемы, которая позволяет измерять сигналы со значительным коэффициентом амплитуды, представляющим собой отношение амплитуды измеряемого сигнала к его среднеквадратическому значению.

Для прибора В7-64 допустимое значение коэффициента амплитуды зависит только от возможности пропускания сигнала без искажений (ограничения) в тракте обработки входного уровня и частотного спектра. Во всех случаях допустимое значение

коэффициента амплитуды, при котором не происходит ограничения входного сигнала, составляет не менее трех, в диапазоне до 200 В - не ниже пяти, а при СКЗ входного сигнала менее половины текущего предела (до 100000 знаков) допускаемое значение коэффициента амплитуды достигает десяти. Необходимо учитывать, что при измерении сигналов, отличающихся по форме от синусоиды, возникает дополнительная погрешность, обусловленная неидеальностью аналогового вычисления и наличия высших гармонических составляющих, которые могут находиться за пределами рабочего частотного диапазона. Характеристика дополнительной погрешности прибора представлена в табл.3.3.

10.6.2. При использовании прибора, измеряющего СКЗ, необходимо учитывать особенности, которые отличают его от измерителей другого типа, например, выпрямительных, работающих по принципу определения среднего значения и откалиброванных в СКЗ. В табл.10.2 приведены соотношения, характеризующие показания приборов, использующих различные принципы измерения переменного напряжения.

Таблица 10.2

Вид (форма) входного сигнала	Амплитуда	Двойная амплитуда	Показания вольтметра		Коэффициент амплитуды
			~СВЗ	~СКЗ	
Синусоидальная	1.414	2.828	1.000	1.000	1.414
Меандр	1	2	1.111	1.000	1
Прямоугольные импульсы с заполнением D *	1	1	1.11K	K	1/K
Пилообразный (треугольный) сигнал	1	2	0.554	0.577	1.732
Шумовой сигнал ** (нормальный шум)	1	2	0.3	0.5	2

* Параметры импульсного сигнала, определяемые по формуле (10.1):

$$K = \sqrt{D - D^2}, \quad (10.1)$$

где $D = t/T$ - коэффициент заполнения импульса,
 t - длительность импульса,
 T - период импульсов

** Амплитуда шумового сигнала может быть определена условно, например, с вероятностью 0,9.
 Дополнительная погрешность измерения СКЗ шумового сигнала для прибора В7-64, обеспечивающего преобразование напряжений с коэффициентом амплитуды не менее 3, не превышает 0,2 %

10.6.3. Другой особенностью прибора, связанной с аналоговым вычислением СКЗ, является зависимость частотной характеристики от величины входного сигнала (на высоких частотах уменьшается чувствительность) и невозможность достоверного измерения при уровнях входного сигнала ниже значений 0,5 - 1 % от полной шкалы текущего предела. Эти факты нашли свое отражение в таблице нормирования погрешности.

10.7. Измерение напряжения постоянного тока

10.7.1. Измеряемое напряжение постоянного тока подается на клеммы "Hi" и "Lo" - соответственно высокопотенциальную и низкопотенциальную. Отличие входов заключается в том, что собственно входом является клемма "Hi", а клемма "Lo" соединена с общим проводом измерительной схемы, вследствие чего имеет заметную связь с корпусом прибора и питающей сетью (за счет сопротивления утечки и емкости монтажа). При измерении напряжения источников сигнала с низким выходным сопротивлением (до единиц килоом) порядок подключения не имеет принципиального значения. Для высокоомных источников сигнала предпочтительным является подключение прибора, при котором вход "Lo" соединяется с общим проводом проверяемой схемы или с точкой, имеющей меньший потенциал относительно общего провода и низкое выходное сопротивление. Правильное подключение обеспечивает уменьшение влияния прибора на источник измеряемого сигнала за счет уменьшения утечек и наводок, снижает погрешность измерения.

Индицируемый знак полярности определяется полярностью сигнала на высокопотенциальном входе "Hi" относительно низкопотенциального "Lo".

10.7.2. Максимальное значение входного напряжения не должно превышать значения, указанного в табл.3.7. При этом нужно учитывать невысокую эффективность защитных устройств прибора при измерениях высокого напряжения высокой частоты. Условие безопасного применения прибора характеризуется частотным фактором (произведением значения напряжения переменной составляющей входного сигнала на ее частоту), который не должен превышать 10000000 В.Гц. Практически строго придерживаться данного правила необходимо только при значениях уровня переменного напряжения, превышающих 20 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ применение прибора для измерения напряжений в высоковольтных цепях источников с высокой частотой преобразования и в выходных каскадах строчной развертки, а также в цепях с элементами, создающими мощные разряды (искрение), сопровождающиеся генерацией помехи с широким частотным спектром.

10.7.3. Входное сопротивление прибора может оказывать заметное влияние на результаты измерения. В диапазоне напряжений до 12,5 В значение входного сопротивления превышает 10000 МОм и поэтому практически не влияет на показания. Типовое значение входного тока не превышает 20 нА. При значениях измеряемого напряжения более 12,5 В включается входной делитель и входное сопротивление прибора уменьшается до 10 МОм, что даже при сопротивлении источника сигнала, равном 10 кОм, создаст дополнительную погрешность 0,1 %. Еще больше уменьшается входное сопротивление прибора (до 100 кОм) в момент автоматического выбора пределов измерения при уровнях постоянного напряжения более 13 В. Для переменной составляющей с частотой более 10 кГц на нижнем пределе измерения входное сопротивление уменьшается до 4 - 5 кОм.

10.8. Измерение напряжения переменного тока

10.8.1. Прибор выполняет измерение СКЗ переменного напряжения. Особенности этого режима работы описаны в п.10.6.

10.8.2. Измеряемое напряжение переменного тока подается на клеммы "Hi", "Lo" - соответственно высокопотенциальную и низкопотенциальную. Прибор должен подключаться к источнику сигнала таким образом, чтобы вход "Lo" соединялся с общим проводом проверяемой схемы или с точкой, имеющей меньший потенциал относительно общего провода и низкое выходное сопротивление, а вход "Hi" соединялся с точкой высокого потенциала. Правильность подключения прибора при измерении переменного напряжения имеет более важное значение, чем при измерениях постоянного напряжения, особенно при измерении высокочастотного напряжения. Критичность схемы подключения обусловлена значительной емкостью схемы прибора относительно корпуса и питающей сети (не менее 500 пФ), которая, в случае неправильного подключения, может шунтировать источник сигнала и значительно искажать его уровень. Кроме этого при неправильном подключении прибора входной сигнал действует как помеха общего вида между низкопотенциальной клеммой и корпусом и вызывает появление дополнительной погрешности.

При выполнении измерений переменного напряжения необходимо учитывать, что даже при правильном подключении прибора, его влияние на измеряемую схему может быть значительным. Обычно это обусловлено входным сопротивлением (1 МОм) и входной емкостью прибора (около 40 пФ) и соединительного кабеля (20 - 40 пФ). Возможно также внесение наводок от посторонних источников переменного напряжения. При измерении напряжений низкого уровня дополнительная погрешность может возникать из-за магнитных наводок на петлю, образованную входными кабелями, например, при их расположении вблизи силового трансформатора. При ответственных измерениях для снижения уровня магнитных наводок и отчасти электрических наводок рекомендуется свивать входные кабели.

10.8.3. Максимальное значение входного напряжения не должно превышать значения, указанного в табл.3.7. Условие безопасного применения прибора характеризуется частотным фактором (произведением значения напряжения переменного составляющей входного сигнала на ее частоту), который не должен превышать 20000000 В.Гц.

10.9. Измерение силы тока

10.9.1. Измерение силы постоянного и переменного тока осуществляется путем измерения падения напряжения на токовом шунте сопротивлением 1 Ом, подключенном к клеммам "I" и "Lo".

10.9.2. Токовый шунт защищен от перегрузки предохранителем на ток 3 А, включенным последовательно с клеммой "I" и находящимся на плате прибора.

10.10. Измерение сопротивлений

10.10.1. Измеряемое сопротивление постоянному току подключается к клеммам "Hi" и "Lo", соответственно - высокопотенциальный и низкопотенциальный выводы резистора. Для заземленного резистора, как и при измерении постоянного напряжения, порядок подключения к прибору определяет значение погрешности измерения

сопротивления. Если резистор не заземлен, или его сопротивление не превышает несколько десятков килоом (до 100 кОм), то это правило можно не соблюдать.

10.10.2. Погрешность измерения малых значений сопротивлений зависит от начального сопротивления измерительной цепи, которая включает внутренние цепи прибора, соединительные кабели, переходное сопротивление. Первые две составляющие можно учесть с помощью режима "Δ" (измерение отклонения) или, проведя калибровку нуля с замкнутым измерительным кабелем, тем же кабелем, который будет использован для дальнейших измерений. Необходимость коррекции нуля и способ ее осуществления определяется самим пользователем. Рекомендуется пользоваться режимом "Δ", позволяющим оперативно (в течение нескольких секунд) скомпенсировать начальное сопротивление измерительной цепи (всего замкнуть кабель и нажать кнопку "Δ").

Калибровка нуля прибора - более длительный процесс и ее необходимо выполнять, когда изменившееся сопротивление входной цепи носит постоянный характер, потому что результаты данной калибровки нуля будут сохранены до следующей калибровки.

10.10.3. Погрешность измерения высокоомных сопротивлений определяется шунтирующим действием внешних цепей и электрическими наводками. При измерении высокоомных резисторов рекомендуется пользоваться экраном, например, выполненным в виде металлической пластины, соединенной с низкопотенциальной клеммой. Измеряемый резистор при этом располагают на этой пластине. Кроме того необходимо избегать касания руками выводов резистора.

При проведении измерений шунтирующее действие изоляции входных цепей в условиях повышенной влажности или после воздействия повышенной влажности на прибор также приводит к увеличению погрешности. Оценить утечку на входе прибора можно, разомкнув вход. Сообщение "OL" появляется при измеренном значении сопротивления, превышающем 2500 МОм.

Снижению погрешности измерения высокоомных сопротивлений (более 1 МОм) способствует проведение калибровки нуля прибора, включающей и операцию коррекции смещения внутреннего усилителя.

10.10.4. **ВНИМАНИЕ!** Для безопасной эксплуатации прибора необходимо исключить возможность подачи высокого напряжения на прибор, включенный в режиме измерения сопротивлений! Максимально допустимое напряжение перегрузки в этом режиме всего 250 В (450 В пиковое).

10.11. Измерение частоты (низкочастотный режим "Hz")

10.11.1. Напряжение сигнала измеряемой частоты подается на байонетный вход "Hz". Прибор подключается к источнику сигнала таким образом, чтобы внешний провод коаксиального разъема соединялся с общим проводом проверяемой схемы или с точкой, имеющей меньший потенциал относительно общего провода и низкое выходное сопротивление. Правильность подключения прибора при измерении частоты имеет даже более важное значение, чем при измерении переменного напряжения, т.к. попадание помехи переменного тока на вход измерения частоты может дать результаты, совершенно отличающиеся от ожидаемых.

10.11.2. Прибор имеет "открытый" вход и рассчитан на измерение частоты сигналов переменного тока. Если в измеряемой точке схемы имеется постоянная составляющая, то пользователь должен подавать сигнал на вход измерения частоты через дополнительный разделительный конденсатор, емкость которого выбирается в

зависимости от диапазона измеряемых частот ($C \text{ [мкФ]} = 3/F_{\text{min}} \text{ [Гц]}$). Практически необходимость применения разделительного конденсатора должна определяться в каждом конкретном случае. Например, благодаря особенности построения входных цепей и порогу срабатывания входного компаратора, составляющему около +50 мВ, частоты большинства сигналов в уровнях ТТЛ и КМОП можно измерять без применения разделительного конденсатора.

10.11.3. Прибор рассчитан на измерение частоты сигналов любой формы (синусоидальной, треугольных и прямоугольных импульсов, всех цифровых сигналов). Ограничения существуют только для сигналов, имеющих большую скважность. Длительность импульса сигналов любой полярности не должна быть менее 1 мкс в диапазоне частот до 25 Гц и менее 100 нс в диапазоне частот от 125 до 1000 кГц, что обусловлено особенностями схемы измерения частоты. Напряжение измеряемых сигналов должно обладать чистой формой, т.е. не иметь "дребезга" фронтов или быть комбинацией низкочастотного и высокочастотного сигналов. "Гистерезис" срабатывания входного компаратора составляет около 50 мВ.

10.11.3 Входное сопротивление прибора в режиме измерения частоты зависит от уровня сигнала и частоты, при увеличении которых его значение уменьшается от 100 кОм до 100 Ом.

10.12. Измерение частоты (высокочастотный режим "MHz")

10.12.1. Напряжение сигнала измеряемой частоты в этом режиме подается также, как и в режиме "Hz".

10.12.2. Входное сопротивление прибора в данном режиме измерения во всем рабочем диапазоне частот (от 10 до 1000 МГц) имеет емкостной характер, зависит от уровня сигнала и частоты и не согласовано с пятидесятиомным кабелем из комплекта поставки. Очевидно, что непосредственное подключение прибора В7-64 к источнику сигнала с помощью кабеля приведет:

- 1) к возникновению режима стоячей волны и установлению непредсказуемой амплитуды сигнала на входе прибора, однако это почти не отразится на способности прибора к измерению частоты, вследствие его достаточно высокой чувствительности;
- 2) к нарушению режима работы контролируемого устройства за счет его шунтирования или даже изменения частоты, что уже недопустимо.

Согласование прибора с источником сигнала в тех случаях, когда это необходимо, пользователь должен обеспечить самостоятельно. Для этого рекомендуется:

- 1) подключать (с помощью байонетного тройникового перехода) параллельно входу прибора нагрузку, например, 50 Ом, согласованную с волновым сопротивлением соединительного кабеля;
- 2) подключать прибор к измеряемой схеме через аттенуатор или ответвитель мощности.

10.12.3. В данном режиме прибор имеет "закрытый" вход, пропускающий сигналы только с частотой выше 1 МГц. Однако если постоянная составляющая превышает 0,5 В, то необходимо применить внешний разделительный конденсатор. Прибор рассчитан на измерение частоты сигналов синусоидальной формы или близкой к ней, например, треугольной. В этом случае минимальная измеряемая частота составляет около 10 МГц при некотором снижении чувствительности. Минимальная измеряемая частота прямоугольных импульсов (с крутыми фронтами) может быть значительно ниже.

10.13. Использование режимов обработки измеренных данных

10.13.1. Все виды обработки измеренных данных выполняются во всех режимах измерений без исключения. Прибор одновременно не может выполнять более одного вида обработки данных за исключением режима усреднения "Avg", который может быть включен отдельно и в сочетании с любым другим видом обработки.

Включение режима обработки осуществляется нажатием соответствующей кнопки (непосредственно или через функцию "Shift").

Выключить режим обработки можно повторным нажатием кнопки используемого режима измерения (начать измерения сначала), включить другой режим обработки или воспользоваться кнопочной последовательностью "Shift", "dB" (функция "Ret").

Режим усреднения включается и выключается кнопкой "Avg". При включении усреднения на индикаторе появляется дополнительный (шестой) десятичный разряд.

Обработанные данные выдаются только на индикатор, а в последовательный интерфейс всегда передаются первичные показания.

10.13.2. Все режимы обработки измеренных данных выполняются в пределах всей шкалы используемого вида измерения. Имеются ограничения только на максимальные значения при вычислении децибел (максимальное значение 160 дБ) и процентов (максимум 200000 %).

Константы обработки данных при изменении вида обработки не сохраняются и при ее выключении теряются.

10.13.3. "Δ" - вычисление абсолютного отклонения относительно опорного (начального) уровня, запомненного в момент нажатия кнопки "Δ" (вызов функции измерения отклонения). Все последующие отсчеты (до отключения функции) вычисляются по формуле (10.2):

$$\Delta = X - X_0, \quad (10.2)$$

где X_0 - начальное (опорное) значение измеряемого параметра,

X - текущее значение измеряемого параметра.

Режим измерения отклонений можно использовать для измерения, например, нестабильности напряжения, приращения частоты, компенсации начального сопротивления измерительной цепи.

10.13.4. "Δ %" - вычисление относительного отклонения в процентах от опорного уровня. Диапазон измерений ± 200000 %. Отсчеты вычисляются по формуле (10.3):

$$\Delta \% = 100 (X - X_0) / X_0 \quad (10.3)$$

Режим измерения относительного отклонения можно использовать для измерения относительного отклонения параметра от номинального значения.

10.13.5. "%" - отношение к опорному уровню с отсчетом в процентах (опорное значение принимается за 100 %). Отсчеты вычисляются по формуле (10.4):

$$\% = 100 X / X_0 \quad (10.4)$$

Режим измерения отношения в процентах можно использовать для измерения, например, коэффициента передачи или нелинейности преобразования электронных устройств.

10.13.6. "dB" - отношение к опорному уровню с отсчетом в децибелах (опорное значение принимается за 0 дБ). Диапазон измерений ± 160 дБ. Отсчеты вычисляются по формуле (10.5):

$$\text{dB} = 20 \lg (|X / X_0|) \quad (10.5)$$

Режим измерения отношения в децибелах можно использовать для измерения, например, коэффициента передачи и неравномерности частотной характеристики устройств переменного тока.

ВНИМАНИЕ! При вычислении отношения уровней в децибелах полярность показаний игнорируется (все отсчеты считаются положительными).

10.13.7. "Av" - усреднение по алгоритму цифрового фильтра низких частот первого порядка. Вычисление среднего значения выполняются по формуле (10.6):

$$A_v = AVP (1 - N) + X.N \quad (10.6)$$

где A_v - усредненный отсчет,

AVP - предыдущий усредненный отсчет,

N - текущее значение параметра усреднения, которое в момент включения режима усреднения имеет значение $N = 1$, а затем в течение десяти измерительных циклов уменьшается до $N = 0,4$.

Режим усреднения позволяет повысить точность измерения за счет снижения уровня шумов и повышения разрешающей способности отсчетов.

10.14. Выбор пределов измерения

10.14.1. Автоматический выбор пределов (АВП) измерения является исходным и основным режимом работы прибора. В тех случаях, когда необходимо установить предел измерения вне диапазона АВП или заблокировать АВП, могут быть применены следующие операции:

- 1) переход на старший предел измерения с запрещением АВП вызывается нажатием кнопки " $\Rightarrow$ ";
- 2) переход на младший предел измерения с запрещением АВП - кнопкой " $\Leftarrow$ ";
- 3) разрешение или запрещение АВП - переключается кнопкой "Auto" (см. рис. 10.3).

10.14.2. О состоянии системы автоматического выбора пределов сигнализирует сообщение индикатора (см. рис. 10.2). Режим фиксации пределов измерения рекомендуется использовать только в особых случаях. Это обусловлено сложностью однозначного определения текущего предела измерения по формату индикации. Информация о наличии пределов измерения и их параметрах приведена в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Режим и предел измерения	Диапазон значений отображаемой шкалы*	Граница перехода**	
		вниз	вверх***
DCV: 0,5 В 2,5 В 12,5 В 50 В 250 В 1000 В	000.000 - 520.000 мВ	0	0,52 В
	500.000 - 1999.999 мВ 2.00000 - 2.60000 В	0,48 В	2,6 В
	2.40000 - 12.50000 В	2,4 В	12,5 В
	12.0000 - 52.0000 В	12 В	52 В
	48.0000 - 199.9999 В 200.000 - 260.000 В	48 В	260 В
	240.000 - 1250.000 В	240 В	1250 В
ACV: 0,2 В 2 В 20 В 200 В 700 В	000.000 - 260.000 мВ	0	0,26 В
	0.24000 - 2.60000 В	0,24 В	2,6 В
	02.4000 - 26.0000 В	2,4 В	26 В
	024.000 - 260.000 В	24 В	260 В
	240.000 - 780.000 В	240 В	780 В
R: 2,5 кОм 16 кОм 150 кОм 1000 МОм	000.000 - 1999.999 кОм 2.00000 - 2.75000 кОм	0	2,75 кОм
	2.50000 - 17.50000 кОм	2,5 кОм	17,5 кОм
	16.00000 - 19.99999 кОм 20.0000 - 205.0000 кОм	16 кОм	205 кОм
	143.000 - 1999.999 кОм 2.00000 - 19.99999 МОм 20.0000 - 199.9999 МОм 200.000 - 1000.000 МОм	143 кОм	1000 МОм
DCI: 2 А	0000.00 - 2600.00 мА	0	2,6 А
ACI: 0,2 А 2 А	000.000 - 260.000 мА	0	0,26 А
	0240.00 - 2600.00 мА	0,24 А	2,6 А

* Значения форматов индикации внутри каждого предела (внутренние поддиапазоны) при включенном усреднении.

** Приведены теоретические значения границ пределов. Используются системой АВП, причем точки перехода вверх и вниз не совпадают, создавая условия устойчивой работы ("гистерезис"). Реальные границы поддиапазонов могут отличаться от указанных значений на $\pm 1\%$.

*** Индикация перегрузки происходит при превышении измеряемого значения верхней границы предела и невозможности перехода на старший предел (отсутствует или АВП выключен).

10.15. Автокалибровка нуля

10.15.1. Автокалибровка нуля измерительного тракта необходима для коррекции смещения, возникающего под действием внешних факторов, в первую очередь температуры. Необходимо также заметить, что погрешность прибора нормируется с учетом калибровки нуля (в течение одного часа после калибровки).

10.15.2. В процессе автокалибровки выполняются операции измерения собственного смещения нуля прибора при закороченном входе и калибровка опорного источника 10 В (приведены в табл. 10.4).

В ходе автокалибровки прибор автоматически переключает пределы, а результаты калибровочных измерений выводятся на индикатор. Данные калибровочных измерений запоминаются в ЭНЗУ в качестве калибровочных констант, а затем вычитаются из показаний соответствующего предела. После выполнения автокалибровки прибор возвращается в режим измерения постоянного напряжения.

Таблица 10.4

Шаг калибровки	Предел измерения	Примечание
0	0.5 В	Коррекция смещения нуля тракта в режиме измерения постоянного напряжения
1	2.5 В	
2	12.5 В	
3	50 В	
4	250 В	
5	1250 В	Коррекция начального смещения в режиме измерения сопротивления
6	1000 МОм	
7	2.5 кОм	
8	16 кОм	
9	150 кОм	Коррекция смещения нуля в режиме измерения постоянного тока
10	2 А	
11	12 В	Калибровка $U_{оп} = 10 В$

10.15.3. В процессе автокалибровки выполняется контроль результатов измерения. Если обнаруживается, что смещение превышает 0,2 % от полной шкалы АЦП, то автокалибровка прерывается и появляется сообщение "Err_Cal_Zero" (см. табл. 10.1). Ошибка автокалибровки может возникать из-за большого напряжения смещения нуля входного усилителя или некачественного закорачивания входных клемм, или слишком большого сопротивления входной цепи. Качество закорачивания входа влияет на результаты калибровки, поэтому лучше применять механическое соединение, например, зажимами типа "крокодил". Не рекомендуется использовать ручное закорачивание щупов, т.к. оно не обеспечивает надежного и постоянного контакта. Кроме того при ручном соединении возможно появление в точке контакта термо-ЭДС. за счет тепла рук, что также внесет дополнительную погрешность.

10.15.4. Благодаря тому, что данные калибровки хранятся в ЭНЗУ (и в выключенном приборе), нет необходимости в частой автокалибровке мультиметра. Практически калибровка нуля требуется проводить только при регулярной калибровке прибора (проверке) и при эксплуатации в условиях, значительно отличающихся от условий калибровки. Для компенсации влияния входного кабеля в режиме измерения сопротивления рекомендуется пользоваться функцией "Δ" (измерение отклонения), которая намного удобнее и действует только на текущем режиме измерения.

10.15.5. Автоматическая калибровка нуля выполняется после прогрева прибора. Ее нужно проводить в тех случаях, когда имеющееся смещение влияет на результаты измерений. Для проведения автокалибровки нуля необходимо:

1) замкнуть входные клеммы "Hi" и "Lo" тем же кабелем, который будет использоваться для измерений. Это особенно важно для режима измерения сопротивления, т.к. позволяет скомпенсировать начальное сопротивление всей измерительной цепи. Клемма "I" должна быть отключена;

2) последовательно нажать кнопки "Shift" и "InCal".

Автокалибровка длится не более 30 с и может проводиться неограниченное число раз. Успешным выполнением всех шагов калибровки считается отсутствие сообщения об ошибке. Во всех сомнительных случаях автокалибровку рекомендуется повторять до достижения желаемого результата - получения минимальных показаний при замкнутом входе. Далее см. п.11.3.10. В процессе калибровки на индикаторе отображаются показания, соответствующие текущему значению смещения нуля (в верхней строке), номер шага калибровки и калибруемый режим (в нижней строке).

10.16. Полный сброс

10.16.1. Режим полного сброса используется для очистки памяти констант обработки данных и приведения прибора в исходное состояние. Полный сброс вызывается последовательным нажатием кнопок "Shift" и "MHz / X". При полном сбросе, как и при включении, выполняется операция зачистки контактов реле.

10.17. Тестирование

10.17.1. Программа тестирования вызывается последовательным нажатием кнопок "Shift" и "Hz / Test" и выполняет:

- 1) проверку индикатора;
- 2) проверку клавиатуры.

10.17.2. При тестировании индикатора визуально проверяется включение всех сегментов индикатора. По окончании тестирования индикатора программа автоматически переходит к тестированию клавиатуры, где ждет нажатий кнопок. Порядковый номер нажатой кнопки отображается на индикаторе, например, в виде сообщения "_KEY_TEST_N02". Выход из программы тестирования происходит при нажатии кнопки "Δ" (логический номер "16").

10.18. Использование интерфейса

10.18.1. Последовательный интерфейс СТЫК С2 (RS-232C) обеспечивает возможность подключения прибора к компьютеру, имеющему стандартный последовательный порт (СОМ-ПОРТ).

10.18.2. Подключение прибора к компьютеру осуществляется через девятиконтактный разъем (розетку), расположенный на задней стенке прибора, посредством специального кабеля (может входить в комплект поставки). Схема и таблица соединения прибора с компьютером приведены на рис.10.5.

10.18.3. Обмен данными при работе прибора с последовательным интерфейсом происходит в дуплексном (полном) режиме, используя следующий протокол приема-передачи:

1) вывод данных через последовательный интерфейс происходит одновременно с выводом на ЖКИ. Формат выводимых данных представлен в табл.10.5. Данные представлены в виде текстовой строки постоянной длины, содержащей заголовок,

цифровые данные с десятичной точкой и размерность показаний. Заголовок и размерность цифровых данных однозначно указывают вид измерений;

2) управление прибором осуществляется подачей символа, обозначающего шестнадцатиричный код логического номера кнопки, т.е. реализуется режим дублирования нажатий клавиатуры. В табл.10.6 представлены значения управляющих символов.

10.18.4. Работа прибора В7-64 в измерительных системах с интерфейсом по ГОСТ 26003-80 (КОП - канал общего пользования) осуществляется с помощью внешнего преобразователя интерфейсов КОП - СТЫК С2 (GPIB - RS-232C), который может входить в комплект поставки прибора. Прибор подключается к преобразователю КОП кабелем последовательного интерфейса СТЫК С2 также, как к компьютеру с "COM" портом. Преобразователь КОП подключается к коллективной линии посредством стандартного кабеля (оба указанные кабели могут поставляться с прибором В7-64).

10.18.5. Преобразователь КОП настраивается, согласно его инструкции по эксплуатации, на необходимую (9,6 кбод) скорость интерфейса СТЫК С2 (RS-232C) и устанавливается любой выбранный пользователем адрес КОП.

10.18.6. Формат считываемых и посылаемых данных остается таким же, как и при работе с последовательным интерфейсом. Допускается добавление в управляющую команду, посылаемую в прибор, разделителей любого типа (все лишнее игнорируется).

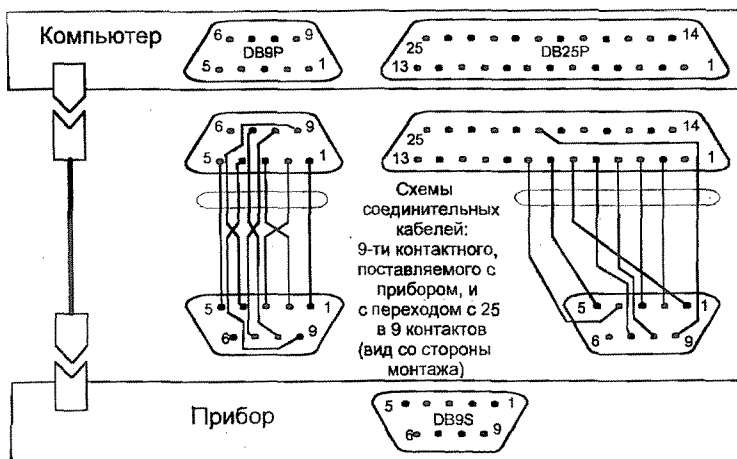


Рис.10.5

Структура строки передаваемых данных	ЗАГОЛОВОК						РАЗМЕРНОСТЬ				Разделитель: всегда "CR"- "возврат каретки" и "LF"- "перевод строки"		
	“+” - положительная полярность, “-” - отрицательная полярность, “A” - переменный (ток), “R” - сопротивление, “F” - частота						“V” - вольт, “MA” - миллиампер, “KO” - килоом, “MO” - мегаом, “KH” - килогерц						
	Форматы цифровых данных с десятичной точкой, положение которой определяется уровнем входного сигнала:						0000000. 000000.0 00000.00 0000.000 00.00000 0.000000						
Символ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Режим	Примеры в текстовом виде и шестнадцатеричном коде												
DCV	+	0	1	2	.	3	4	5	6	V		CR	LF
+12.3456 V	2BH	30H	31H	32H	2EH	33H	34H	35H	36H	5FH	56H	0DH	0AH
DCI	-	0	1	0	0	0	.	0	0	M	A	CR	LF
-1000.00 mA	20H	30H	31H	30H	30H	30H	2EH	30H	30H	4DH	41H	0DH	0AH
ACV	A	0	3	4	.	5	6	7	8	V		CR	LF
34.5678 V	41H	30H	33H	34H	2EH	35H	36H	37H	38H	5FH	56H	0DH	0AH
R	R	0	5	6	7	.	8	9	0	K	O	CR	LF
567.890 kΩ	52H	30H	35H	36H	37H	2EH	38H	39H	30H	4BH	4FH	0DH	0AH
FRQ	F	1	9	0	0	.	9	9	9	K	H	CR	LF
1900.999 kHz	46H	31H	39H	30H	30H	2EH	39H	39H	39H	4BH	48H	0DH	0AH
Перегрузка		O	V	E	R	_	L	O	A	D		CR	LF
OVER LOAD	20H	4FH	56H	45H	52H	5FH	4CH	4FH	41H	44H	20H	0DH	0AH
Низкая частота				L	O	_	F	R	Q			CR	LF
LO FRQ	20H	20H	20H	4CH	4FH	5FH	46H	52H	51H	20H	20H	0DH	0AH

- ВНИМАНИЕ!** 1. Значения измеряемого параметра при включении режима обработки данных представлены в форматах настоящей таблицы, т.е. обработанные данные выводятся только на индикатор.
2. Сообщения "OVER_LOAD" и "LO_FRQ" передаются вместо цифровых данных соответственно при перегрузке и отсутствии входного сигнала или слишком низком его уровне в режиме измерения частоты (режим "Hz") одновременно с индикацией сообщений "OL" и "LO".

Таблица 10.6

Номер кнопки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Символ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
Код	31H	32H	33H	34H	35H	36H	37H	38H	39H	41H	42H	43H	44H	45H	46H	47H

ПРИМЕЧАНИЕ. Все остальные символы и коды игнорируются.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Общие положения

11.1.1. Во время, до и после проведения работ по уходу за прибором необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в разделе 7.

О проведенных операциях по техническому обслуживанию необходимо делать отметки в формуляре прибора.

11.1.2. В зависимости от этапов эксплуатации проводятся следующие виды технического обслуживания:

- 1) при использовании прибора по назначению - контрольный осмотр (КО) и техническое обслуживание №1 и №2 (ТО-1, ТО-2);
- 2) при кратковременном хранении - КО;
- 3) при длительном хранении - техническое обслуживание №1 и №2 (ТО-1х, ТО-2х);
- 4) при транспортировании - КО.

11.1.3. При использовании прибора КО проводится ежедневно перед работой и после нее. Если прибор не используется, КО проводится не реже одного раза в квартал.

В КО прибора включаются:

- 1) внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности защитного стекла, закрепительного клейма, лакокрасочного покрытия и надписей, клавиатуры, исправности соединительных кабелей и пробников;
- 2) удаление пыли и влаги с внешних поверхностей;
- 3) проверка четкости срабатывания кнопок клавиатуры;
- 4) проверка работоспособности согласно пп.10.14.1-10.14.4;
- 5) устранение выявленных недостатков.

ТО-1 проводится один раз в год или при постановке на кратковременное хранение. В ТО-1 включаются:

- 1) операции пп.1-4 КО;
- 2) восстановление при необходимости лакокрасочных покрытий и надписей;
- 3) проверка состояния и комплектности ЗИП;
- 4) устранение выявленных недостатков;
- 5) проверка правильности ведения эксплуатационной документации (ЭД).

КО, ТО-1 проводятся без вскрытия прибора персоналом, эксплуатирующим прибор.

ТО-2 проводится с периодичностью поверки и совмещается с ней или при постановке на длительное хранение. В ТО-2 включаются:

- 1) операции пп.1-5 ТО-1;
- 2) периодическая поверка и регулировка прибора для обеспечения требуемых метрологических характеристик в соответствии с разделом 14 и п.11.2.

Поверочным органом выполняется п.2 ТО-2, остальные - персоналом, эксплуатирующим прибор.

Результаты проведения ТО-1, ТО-2 заносятся в формуляр с указанием даты проведения и подписываются лицом, проводившим техническое обслуживание.

11.1.4. При кратковременном хранении техническое обслуживание проводится в объеме КО один раз в 6 мес персоналом, эксплуатирующим прибор. При хранении на складе персоналом склада проводится проверка наличия прибора на месте хранения и состояние его упаковки.

11.1.5. При длительном хранении ТО-1х проводится один раз в год.

В ТО-1х Включаются:

- 1) проверка наличия прибора на месте хранения;
- 2) внешний осмотр состояния упаковки;
- 3) проверка состояния учета и условий хранения прибора;
- 4) проверка правильности ведения ЭД.

ТО-2х проводится один раз в 5 лет либо в сроки, назначенные по результатам ТО-1х. В ТО-2х включаются:

- 1) операции пп.1-3 ТО-1х;
- 2) периодическая поверка прибора в соответствии с разделом 14;
- 3) проверка состояния ЭД и отметка о выполненных работах.

ТО-1х проводится персоналом, ответственным за хранение прибора, ТО-2х - поверочным органом (п.2 ТО-2х) и персоналом, ответственным за хранение.

11.1.6. При транспортировании КО проводится перед транспортированием и после него.

11.2. Общие указания по калибровке прибора

11.2.1. В мультиметре В7-64 применена цифровая калибровка, выполняемая без вскрытия прибора. Методы цифровой калибровки приведены в п.11.3. Цифровая калибровка проводится в исправном приборе при периодическом обслуживании для коррекции временного дрейфа электрических элементов.

В приборе имеются и органы аналоговой калибровки - в блоке преобразования СКЗ переменного напряжения. Это элементы для настройки нуля и выравнивания АЧХ. Практически необходимость в их регулировании возникает только при выпуске прибора или замене элементов входного делителя. Методы настройки АЧХ блока СКЗ и других регулировок описаны в п.11.4.

11.2.2. Рекомендуемая периодичность калибровки прибора - двенадцать месяцев. Первая калибровка проводится по истечении одного года со дня выпуска прибора, последующие калибровки проводятся по мере необходимости при очередных поверках прибора.

Калибровку рекомендуется проводить после ремонта, продолжительного хранения (более одного года) или продолжительного пребывания при предельных температурах (несколько месяцев). Необходимость такой дополнительной калибровки определяется после приработки прибора длительностью не менее 24 ч.

11.2.3. При отсутствии периодической метрологической поддержки (калибровки и поверки) погрешность прибора в течение первых трех лет эксплуатации удваивается, в течение пяти лет - утраивается при выполнении следующих условий:

- 1) сохранять настройку элементов регулировки;
- 2) не проводить замену элементов электрической схемы;
- 3) не допускать продолжительного воздействия предельных температур, высокой влажности или агрессивных сред, приводящих к деградации параметров элементов и разрушению конструкции.

11.2.4. Калибровка прибора выполняется в нормальных условиях эксплуатации: при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и влажности до 80 %. Для снижения погрешности прибора температура калибровки может быть изменена и приближена к средней температуре эксплуатации (от 15 до 35°C). Необходимо обеспечить стабильность температуры во время всего цикла калибровки. Желательно, чтобы температура в процессе калибровки менялась не больше, чем на $\pm 2^\circ\text{C}$.

Вся используемая образцовая аппаратура прогревается положенное время, а также следует прогреть калибруемый прибор в течение не менее 1 ч. Если калибруемый прибор продолжительное время (более 1 мес) не включался, необходимо перед калибровкой дополнительно приработать его в нормальных условиях в течение 24 ч.

Перед калибровкой масштабов необходимо провести внутреннюю калибровку (самокалибровку нуля) и убедиться в ее успешности - проверить смещение нуля в режиме измерения постоянного напряжения.

11.2.5. Допускается проводить калибровку мультиметра В7-64 (В7-64/1) по мерам более низкой точности при отсутствии требуемых или когда не предполагается использовать прибор на пределе метрологических возможностей. При этом результирующая погрешность (мультипликативная составляющая) увеличивается на разность между фактической погрешностью калибровочной меры и требуемой.

11.2.6. При калибровке прибора следует учитывать некоторые особенности организации ЭНЗУ:

1) в ЭНЗУ блоки констант калибровки смещения нуля и калибровки масштабов разделены и независимы, что и определено их функциональным назначением - калибровка нуля (внутренняя калибровка) всегда доступна оператору и не требует дополнительных средств. Внесение масштабных коэффициентов (внешняя калибровка), напротив, требует внешних мер и может выполняться только при ремонте или поверке прибора;

2) контроль и диагностика исправности данных ЭНЗУ выполняется при включении прибора и при записи в ЭНЗУ калибровочных констант в ходе калибровки, поэтому сообщения об ошибках (см. п. 10.2.2) могут появиться только в этих случаях;

3) для восстановления данных в ЭНЗУ необходимо провести соответствующую калибровку прибора (внутреннюю или внешнюю).

При этом нужно иметь в виду, что даже неполная калибровка восстанавливает признаки исправности ЭНЗУ (контрольную сумму), поэтому при калибровке нулей нужно убедиться, что она завершилась успешно (без сообщения об ошибке), а при внешней калибровке необходимо внесение всех калибровочных констант (выполнение всех шагов). При неполной калибровке вместо невнесенных констант записываются инициализированные значения - нулевая поправка нуля и единичный масштабный коэффициент.

ВНИМАНИЕ! Для предотвращения записи ошибочных данных в ЭНЗУ в процессе калибровки не следует допускать выключения прибора, а также необходимо принимать меры по снижению вероятности сбоев сетевого питания.

11.3. Цифровая калибровка прибора

11.3.1. Мультиметр В7-64 калибруется путем автоматического вычисления и записи в ЭНЗУ цифровых масштабных коэффициентов. Калибровку прибора выполняют в точках, приведенных в табл. 11.1, соблюдая порядок выполнения шагов калибровки. Для калибровки на вход прибора подается сигнал определенного значения и с клавиатуры подается команда о вычислении калибровочного поправочного коэффициента. В процессе

калибровки на индикаторе отображаются показания с учетом введенного калибровочного коэффициента (в верхней строке), номер шага калибровки и калибруемый режим (в нижней строке), позволяя оператору следить за ее результатом.

Таблица 11.1

Номер шага калибровки	Калиброванный уровень		Точность калибровки**	Методика калибровки	Калибруемый режим, предел, блок
	Номинальное значение	Погрешность установки*, ppm			
	Постоянное напряжение				
00	0,5 В	13 / 15	3 мкВ	11.3.5	DCV: 0.5 В
01	2 В	13 / 15	10 мкВ	11.3.5	DCV: 2.5 В
02	-2 В	13 / 15	10 мкВ	11.3.5	Отрицательная полярность АЦП
03	10 В	13 / 15	80 мкВ	11.3.5	DCV: 12.5 В
04	50 В	15 / 25	0.1 мВ	11.3.5	DCV: 50 В
05	100 В	15 / 25	1 мВ	11.3.5	DCV: 250 В
06	500 В	15 / 30	5 мВ	11.3.5	DCV: 1250 В
	Переменное напряжение				
07	0,1 В 1 кГц	500 / 800	20 мкВ	11.3.6	ACV: 0.2 В
08	1 В 1 кГц	500 / 800	50 мкВ	11.3.6	ACV: 2 В
09	10 В 1 кГц	500 / 800	0,5 мВ	11.3.6	ACV: 20 В
10	100 В 1 кГц	500 / 800	5 мВ	11.3.6	ACV: 200 В
11	100 В 1 кГц	500 / 800	5 мВ	11.3.6	ACV: 700 В
	Сопротивление				
12	-	-	-	11.3.7	Опорный источник 10 В
13	100,05 кОм	40 / 100	3 Ом	11.3.7	Опорный резистор 50 кОм
14	1,0005 МОм	60 / 100	100 Ом	11.3.7	Дифференциальный усилитель
	Постоянный ток				
15	1000 мА	60 / 150	50 мкА	11.3.8	Токовый шунт 1 Ом
	Частота				
16	1 МГц 1-5 В	3	5 Гц	11.3.9	Кварцевый генератор ОЭВМ

* В числителе - требования к точности при калибровке прибора В7-64/1, в знаменателе - В7-64

** Допускаемое отклонение показаний от номинала после калибровки

11.3.2. Режим калибровки включается следующим образом:

1) нажать кнопки "Shift" и "ExCal". На индикаторе должно появиться сообщение "Ext_Calibration" (см. табл.10.1);

2) ввести трехзначный код-ключ - число 764. Набор кода производится кнопками с соответствующими логическими номерами (см. рис.10.3) с интервалом не более 2,5 с между нажатиями;

3) если код введен правильно, на индикаторе прибора появляется сообщение "Cal_Step_N=00" (см. табл.10.1) на переход в режим выбора шага калибровки. В

противном случае прибор переходит в режим "DCV" и вызов внешней калибровки нужно повторить сначала;

4) нажатием кнопок " $\leftarrow$ " (кнопка приобретает значение "уменьшение номера шага") или " $\rightarrow$ " ("увеличение номера шага") выбирается необходимый номер шага калибровки;

5) нажать кнопку "Auto" (кнопка приобретает значение "подтверждения калибровки") - на индикаторе появятся показания, соответствующие уровню входного сигнала с учетом текущего значения калибровочных коэффициентов.

11.3.3. Процедура калибровки состоит из следующих действий:

1) включить режим калибровки и выбрать необходимый шаг калибровки (см. п.11.3.2);

2) подать соответствующий калибровочный уровень на вход прибора (см. табл.11.1);

3) после установления стабильных показаний нажать кнопку "Auto" - произойдет автоматическое обновление соответствующего масштабного коэффициента, приводящего показания к номинальному значению (см. табл.11.1);

4) если показания значительно отличаются от номинального значения необходимо повторить калибровку нажатием кнопки "Auto". Если обновленные показания соответствуют номинальному значению входного сигнала с допустимой точностью (см. табл.11.1), то калибровку данного вида можно считать законченной. Чтобы выйти из режима калибровки, необходимо нажать кнопку "Shift" (кнопка в режиме калибровки приобретает значение "отмены") и прибор вернется в режим выбора шага калибровки. Если уровень входного калиброванного сигнала выбран неверно (более, чем на 10 % отличается от номинала), на индикаторе появляется сообщение об ошибке "Err_Input_Cal" (см. табл.10.1), а записи калибровочного коэффициента в ЭНЗУ не происходит;

5) далее выбирается другой шаг калибровки прибора, устанавливается другой калибровочный уровень и указанные действия повторяются или следующим нажатием кнопки "Shift" осуществляется выход из режима калибровки.

11.3.4. В приборе предусмотрена возможность выборочной калибровки, в связи с чем отсутствуют ограничения на порядок калибровки шагов и, действительно, он может быть произвольным, но некоторые ограничения все-таки существуют, и они определяют порядок шагов табл.11.1. Ниже указаны все случаи, когда нужно обеспечить определенную последовательность калибровки:

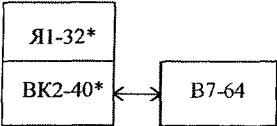
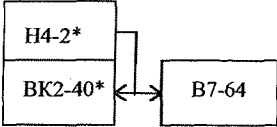
1) окончательная калибровка масштаба в режиме измерения силы тока (шаг 15) должна производиться только после калибровки масштаба постоянного напряжения на шаге 01;

2) калибровку опорного источника 10 в (шаг 12) можно проводить только после калибровки масштаба измерения постоянного напряжения на шаге 03;

3) последнюю калибровку масштаба измерения сопротивления на шагах 13 и 14 можно выполнять только после окончательной калибровки на шагах 01, 02, 03 и 12.

11.3.5. Для калибровки мультиметра в режиме измерения постоянного напряжения необходим источник, обеспечивающий уровни согласно табл.11.1. Дополнительное требование к источнику сигнала - уровень шума в полосе частот от 0,1 до 10 Гц не более 3 ppm (двойной размах). Имеется несколько вариантов построения калибровочной схемы. Они представлены в табл.11.2.

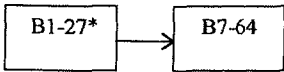
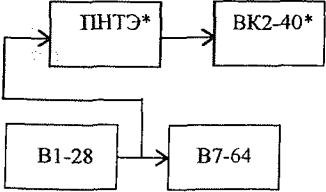
Таблица 11.2

Схема калибровки	Комментарии
	Основная схема калибровки, построенная на базе калибратора высокой точности * Вместо приборов Я1-32 и ВК2-40 можно соответственно использовать Я1-32/1 и В2-41 (В2-41/1) или калибратор модели 5700А ("FLUKE")
	Схема калибровки с применением калибратора низкой точности, выход которого устанавливается по точному вольтметру * В качестве калибратора могут быть использованы приборы В1-12, В1-13. ВК2-40 также может быть заменен на В2-41 (В2-41/1)

Используемые в качестве калибровочных мер приборы должны быть подготовлены в соответствии с их инструкциями по эксплуатации для максимального снижения погрешности. Например, должна быть проведена их автокалибровка. Нужно также учитывать, что требования к образцовой аппаратуре при калибровке базовой (В7-64) и точной (В7-64/1) моделей различны, соответственно иным может быть и состав применяемой аппаратуры.

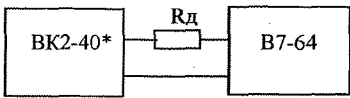
11.3.6. Для калибровки мультиметра в режиме измерения напряжения переменного тока необходим источник, обеспечивающий уровни согласно табл.11.1. Основные варианты построения калибровочной схемы представлены в табл.11.3. Допускается проводить калибровку прибора на частоте 400 Гц.

Таблица 11.3

Схема калибровки	Комментарии
	Основная схема калибровки, построенная на калибраторе более высокой точности * Может быть использован калибратор В1-28, аттестованный в точках калибровки с точностью 0,04 %, или калибратор 5700А ("FLUKE")
	Схема калибровки с применением калибратора низкой точности, выход которого устанавливается методом компарирования с постоянным напряжением * ВК2-40 в качестве вольтметра с чувствительностью 1 мкВ для измерения термо-э.д.с. может быть заменен на В7-64. ПНТЭ (преобразователь напряжения термоэлектрический) с погрешностью не более 0,02 %. Для калибровки модели В7-64 может быть применен только прибор В1-28

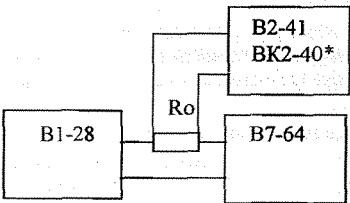
11.3.7. Для калибровки мультиметра в режиме сопротивления необходимы меры с параметрами согласно табл.11.1. Схема калибровки сопротивления представлена в табл.11.4. Особенностью схемы является необходимость включения последовательно с мерой добавочного резистора, сопротивление которого вычисляется как разность между калибровочным номиналом (см. табл.11.1) и фактическим значением меры сопротивления при текущей температуре. Необходимость применения добавочного резистора обусловлена тем, что фактическое сопротивление меры может отличаться от номинала больше, чем допускается при калибровке.

Таблица 11.4

Схема калибровки	Комментарии
	Основная схема калибровки * Допускается применять меры любого типа, например, P3030 (100 кОм) и P4013 (1 МОм). Rд - стандартный резистор типа С2-23 (соответствующий расчетному значению с точностью $\pm 2\%$) или магазин сопротивлений любого типа с разрешающей способностью 1 Ом

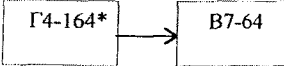
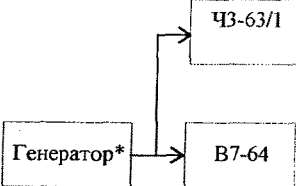
11.3.8. Для калибровки мультиметра в режиме измерения силы тока используется источник, обеспечивающий уровень согласно табл.11.1. Варианты построения калибровочной схемы представлены в табл.11.2 (те же схемы, что и для калибровки в режиме измерения постоянного напряжения) и в табл.11.5. Уровень шума тока в полосе частот от 0,1 до 10 Гц не более 10 ppm (двойной размах).

Таблица 11.5

Схема калибровки	Комментарии
	Схема калибровки с использованием любого стабильного регулируемого источника постоянного тока, устанавливаемого по образцовой мере сопротивления $R_o = 0,1$ Ом или 1 Ом и образцовому вольтметру * Измерение тока может осуществляться непосредственно прибором BK2-40 и в этом случае мера сопротивления не нужна

11.3.9. Для калибровки мультиметра в режиме измерения частоты используется любой генератор, обеспечивающий параметры сигнала согласно табл.11.1. Варианты построения калибровочной схемы представлены в табл.11.6.

Таблица 11.6

Схема калибровки	Комментарии
	Основная схема калибровки, построенная на базе генератора с высокой точностью установки частоты * или ГЗ-122, или Г4-164
	Схема калибровки с применением генератора невысокой точности, частота которого устанавливается по частотомеру * Любой генератор, обеспечивающий возможность установки частоты с точностью 3 ppm и нестабильностью не более 5 ppm/мин

11.3.10. Появление в процессе калибровки сообщения "Err Write Mem" (см. табл.10.1) означает невозможность записи калибровочной константы и неисправность ЭНЗУ.

11.4. Аналоговая калибровка прибора (регулировка)

11.4.1. Калибровку (регулировку) прибора выполняют в режимах и точках, приведенных в табл.11.7.

11.4.2. Для проведения калибровки необходимо снять верхнюю крышку прибора, обеспечив доступ к элементам регулировки. Расположение элементов регулировки показано на рис.11.1.

Таблица 11.7

Номер	Режим	Калибровочная точка	Элемент регулировки	Допускаемая погрешность	Методика калибровки
1	ACV	10 мВ 1 кГц	R30	± 50 мкВ	11.4.3
2	ACV	Меандр 50 - 150 мВ 1 кГц	C19	Наилучшая форма переходной характеристики	11.4.4
3	ACV	100 мВ 100 кГц 100 мВ 50 кГц	C19	$\pm 0,03$ % относительно уровня 100 мВ 1 кГц $\pm 0,03$ % относительно уровня 100 мВ 1 кГц	11.4.4
4	ACV	Меандр 4 - 8 В 1 кГц	C7 C9	Наилучшая форма переходной характеристики	11.4.5
5	ACV	50 В 50 кГц 50 В 100 кГц	C9	$\pm 0,05$ % относительно уровня 50 В 1 кГц $\pm 0,1$ % относительно уровня 50 В 1 кГц	11.4.5

Расположение элементов калибровки

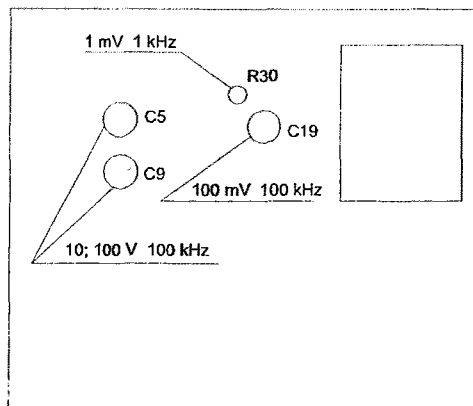


Рис. 11.1

11.4.3. Установка оптимального смещения нуля преобразователя СКЗ производится резистором R30. Эта регулировка выполняется только при замене микросхемы СКЗ преобразователя. Для правильной установки нуля микросхемы необходимо:

- 1) включить прибор в режим измерения переменного напряжения на пределе "2 V" (кнопками "Shift" и ">");
- 2) подать от калибратора В1-28 напряжение 10 мВ частотой 1 кГц. Это минимальный измеряемый уровень СКЗ преобразователя (начало линейного участка передаточной характеристики). Желательно при этом воспользоваться делителем "1:10" из комплекта прибора В1-28 (на входе делителя - 100 мВ);
- 3) регулировкой резистора R30 добиться показаний "10.00 мВ".

11.4.4. Регулировка линейности частотной характеристики предела "0.2 V" (режима измерения переменного напряжения) производится конденсатором C19. Этой операцией выравнивается АЧХ предварительного усилителя и выполняется путем коррекции его переходной характеристики следующим образом:

- 1) включить прибор в режим измерения переменного напряжения;
- 2) подать на его вход от генератора ГЗ-112 сигнал прямоугольной формы (меандр) амплитудой 100 мВ;
- 3) подключить осциллограф на выход предварительного усилителя (конденсатор C21);
- 4) отрегулировать чувствительность и смещение луча канала "Y" таким образом, чтобы 20 - 30 % амплитуды импульса приходилось на весь экран осциллографа по вертикали. Установить скорость развертки 1 - 2 мкс/деление, синхронизировав ее с фронтом или спадом импульсов;
- 5) регулировкой конденсатора C19 добиться наилучшей формы фронтов, предусматривающей получение переходной характеристики с наиболее коротким

временем нарастания (спада) и максимально плоской вершиной импульса (не допускается наличия "провалов" и "выбросов").

Точная регулировка частотной характеристики предела "0.2 V" производится при проверке результатов настройки переходной характеристики и включает следующие операции:

- 1) включить прибор в режим измерения переменного напряжения;
- 2) подать от калибратора В1-28 напряжение 100 мВ частотой 1 кГц. Желательно при этом воспользоваться делителем "1:10" из комплекта прибора В1-28 (на входе делителя - 1 В);
- 3) включить режим " Δ %" ("отклонение в процентах") - индикатор обнулится;
- 4) установить частоту 100 кГц, не изменяя выходной уровень калибратора В1-28;
- 5) регулировкой конденсатора С19, если это необходимо, с максимальной точностью (не хуже $\pm 0,03$ %) добиться нулевых показаний (выровнять коэффициент преобразования с уровнем на частоте 1 кГц);
- 6) установить частоту 50 кГц, не изменяя выходной уровень калибратора В1-28, и проверить погрешность на этой частоте. Если неравномерность АЧХ превышает допустимый уровень (более $\pm 0,03$ %), необходимо повторить регулировку конденсатором С19. Затем снова проверить погрешность на частоте 100 кГц.

11.4.5. Регулировка линейности частотной характеристики пределов "20 V", "200 V" и "700 V" (режима измерения переменного напряжения) производится путем настройки эквипотенциального экрана входного делителя (конденсатором С9) и его частотной компенсации (конденсатором С7). Она выполняется по такой же методике, как в предыдущем пункте. Вначале входной делитель регулируется для получения наилучшей переходной характеристики, а затем при проверке результатов первой настройки производится "тонкая" настройка частотной компенсации делителя. При тщательном исполнении первой настройки частотная погрешность до 100 кГц не превышает $\pm 0,2$ % и требует минимальной коррекции.

Для проведения настройки переходной характеристики:

- 1) включить прибор в режим измерения переменного напряжения;
- 2) подать на его вход от генератора ГЗ-112 сигнал прямоугольной формы (меандр) амплитудой около 6 В;
- 3) подключить осциллограф на выход предварительного усилителя (конденсатор С21);
- 4) отрегулировать чувствительность и смещение луча канала "У" таким образом, чтобы 20 - 30 % амплитуды импульса приходилось на весь экран осциллографа по вертикали. Установить скорость развертки 1 - 2 мкс/деление, синхронизировав ее с фронтом или спадом импульсов;

5) регулировкой конденсаторов С5 и С7 добиться наилучшей формы фронтов - с наименьшим временем установления амплитуды импульса и без "провалов" и "выбросов". Обе регулировки действуют одинаково, однако отличаются тем, что регулируемые ими цепи имеют различные постоянные времени. Вначале компенсируется влияние цепи с большей постоянной времени, затем - меньшей. Настройку нужно производить в несколько приемов, действуя поочередно обеими регулировками. Для точной настройки печатная плата должна быть установлена в корпус прибора, чтобы было учтено влияние экранов. Верхний экран можно имитировать любой металлической пластиной, расположенной на уровне верхней крышки и соединенной с общим проводом прибора.

Окончательная регулировка частотной характеристики делителя производится следующим образом:

- 1) включить прибор в режим измерения переменного напряжения;
- 2) подать от калибратора В1-28 напряжение 50 В частотой 1 кГц;

- 3) включить режим " Δ %" ("отклонение в процентах") - индикатор обнулится;
- 4) установить частоту 100 кГц, не изменяя выходной уровень калибратора В1-28;
- 5) регулировкой конденсатора С9, если это необходимо, с максимальной точностью (не хуже $\pm 0,05$ %) добиться нулевых показаний (выровнять коэффициент преобразования с уровнем на частоте 1 кГц);
- 6) установить частоту 50 кГц, не изменяя выходной уровень калибратора В1-28, и проверить погрешность на этой частоте. Если неравномерность АЧХ превышает допустимый уровень (более $\pm 0,05$ %), необходимо повторить регулировку конденсатором С7. Затем снова проверить погрешность на частоте 100 кГц.

11.4.6. **ВНИМАНИЕ!** Регулирование цепей частотной компенсации обычно требуется только при замене элементов блока измерения СКЗ или перемещении элементов входных цепей и входного делителя, поэтому без необходимости не изменяйте положение элементов, установленных на печатной плате. В противном случае может вновь потребоваться провести настройку входного делителя.

11.5. Требования к аппаратуре, используемой при калибровке и регулировке прибора

11.5.1. Аппаратура, необходимая для калибровки прибора, и основные требования к ней в используемых точках представлены в табл.11.8. В графе допускаемой погрешности в числителе дроби указаны требования к точности аппаратуры, необходимые для калибровки прибора В7-64 (базовой модели), в знаменателе - для точной модели (В7-64/1).

Таблица 11.8

Режим	Калибровочная точка	Допускаемая погрешность	Рекомендуемое средство измерения	
			основное	заменяющее
DCV	0.5 В	16/8 ppm	BK2-40, Я1-31	B2-41/1, Я1-31/1 или H4-2, B2-41/1 или 5700A "FLUKE"
	2 В	16/8 ppm		
	10 В	16/8 ppm		
	50 В	25/13 ppm		
	100 В	25/13 ppm		
	500 В	30/16 ppm		
ACV	0.1 В 1 кГц	0,07/0,04 %	B1-27 или B1-28 (специально ат- тестованный)	5700A "FLUKE"
	1 В 1 кГц	0,07/0,04 %		
	10 В 1 кГц	0,07/0,04 %		
	100 В 1 кГц	0,07/0,04 %		
	100 В 1 кГц	0,07/0,04 %		
	10 мВ 1 кГц	0,3 %	B1-27 или B1-28	5700A "FLUKE"
	100 мВ 1 кГц	-	B1-27 или B1-28	5700A "FLUKE"
	100 мВ 50кГц	0,02 %*		
	100мВ 100кГц	0,05 %*	B1-27 или B1-28	5700A "FLUKE"
	50 В 1 кГц	-		
	50 В 50 кГц	0,05 %*		
	50 В 100кГц	0,1 %*		
	Меандр 1кГц 100 мВ 6 В	- (Тфр<50 нс)	ГЗ-112	Г5-56 или PM5136 "PHILIPS"

Режим	Калибровочная точка	Допускаемая погрешность	Рекомендуемое средство измерения	
			основное	заменяющее
R	100.05 кОм 1.0005 МОм	100/30 ppm 150/60 ppm	БК2-40	5700А "FLUKE"
DCI	1 А	60 ppm	БК2-40, Я1-31	В2-41/1, Я1-31/1 или 5700А "FLUKE"
FRQ	1 МГц	3 ppm	Г4-164	ЧЗ-63/1, ГЗ-122 или PM5136 "PHILIPS"

* Погрешность калибратора относительно уровня этого же уровня на частоте 1 кГц

12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

12.1. Прибор может храниться в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах в упакованном виде.

Гарантийный срок хранения с момента изготовления:

- 1) 60 мес - с приемкой заказчика;
- 2) 30 мес - с приемкой ОТК.

Условия содержания прибора в отапливаемых хранилищах:

- 1) температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- 2) верхнее значение относительной влажности воздуха 80 % при температуре 25 °С.

Условия хранения в неотапливаемом хранилище:

- 1) температура окружающего воздуха от минус 60 до +50 °С;
- 2) относительная влажность окружающего воздуха до 98 % при температуре 35 °С.

Хранить прибор без упаковки допускается в этих же условиях за исключением воздействия пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, а также паров органических растворителей. Рекомендуется при продолжительном хранении без тары укладывать прибор в полиэтиленовый мешок.

12.2. Рекомендуется после продолжительного хранения или пребывания прибора в условиях повышенной влажности проводить его просушку (лучше при повышенной температуре 40 - 50 °С в течение двух-трех суток). Эта процедура особенно эффективна для восстановления метрологических характеристик после пяти лет службы прибора, когда начинают быть заметными процессы разрушения пластических материалов и ухудшения сопротивления изоляции. Для просушки необходимо снять верхнюю крышку.

13. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

13.1. Прибор в транспортной упаковке допускает транспортирование всеми видами наземного и воздушного транспорта при условии защиты его от прямого воздействия атмосферных осадков, воздействия агрессивных жидких и твердых веществ.

При транспортировании воздушным транспортом прибор следует размещать в герметизированном отсеке.

13.2. Прибор может транспортироваться при температуре окружающего воздуха от минус 60 до 50 °С и относительной влажности не более 98 % при температуре 35 °С.

14. ПОВЕРКА ПРИБОРА

14.1. Общие указания

14.1.1. Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки мультиметров В7-64 (В7-64/1), находящихся в эксплуатации или выпускаемых в обращение после продолжительного хранения и ремонта.

14.1.2. Поверка прибора осуществляется один раз год или в два года.

14.1.3. При проведении поверки рекомендуется осуществлять калибровку отдельных пределов измерения прибора, когда погрешность измерения составляет:

1) более половины допускаемой основной погрешности в точках, совпадающих с точками калибровки (см. табл.11.1), кроме режима измерения напряжения переменного тока;

2) более одной трети основной погрешности в точках 0,1 В частотой 1 кГц; 1 В, 10 кГц (точки калибровки) и более половины основной погрешности в точках 19 В, 1 кГц; 190 В, 1 кГц; 700 В, 1 кГц в режиме измерения напряжения переменного тока.

14.2. Операции и средства поверки

14.2.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены рабочие эталоны с характеристиками, указанными в табл.14.1. Требования к метрологическим характеристикам при поверке не зависят от предполагаемого срока следующей поверки.

Таблица 14.1

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип)	Основные метрологические характеристики средства поверки	Обязательность проведения операции при	
				первичной поверке	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	14.4.1	-	-	Да	Да
Опробование	14.4.2	-	-	Да	Да
Определение основных метрологических характеристик:					
Определение установки нулевых значений	14.4.4	Закороченный вход (измерительным кабелем, с которым проводилась калибровка)	Сопротивление каждой линии кабеля не более 0,03 Ом	Да	Да
Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока	14.4.5 или 14.5.2	Вольтметр-калибратор многофункциональный ВК2-40 с блоком усиления напряжения и силы тока Я1-32	См. табл. 14.2	Да	Да
Определение погрешности измерения напряжения переменного тока	14.4.6 или 14.5.3	Калибратор переменного напряжения В1-27 с блоком усиления напряжения (только для В7-64/1) Калибратор-вольтметр универсальный В1-28	См. табл. 14.2	Да	Да
Определение погрешности измерения сопротивления	14.4.7	Меры сопротивления: Р3030 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм; Р4013 1 МОм; Р4023 10 МОм	См. табл. 14.2	Да	Да

Продолжение табл. 14.1

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип)	Основные метрологические характеристики средства поверки	Обязательность проведения операции при	
				первичной поверке	эксплуатации и хранении
Определение погрешности измерения силы постоянного тока	14.4.8 или 14.5.4	Вольтметр-калибратор многофункциональный ВК2-40 с блоком усиления напряжения и силы тока Я1-32	См. табл.14.2	Да	Да
Определение погрешности измерения силы переменного тока	14.4.9	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28	См. табл.14.2	Да	Да
Определение погрешности измерения частоты: режим "Hz"	14.4.10 или 14.5.5	Генератор сигналов высокочастотный Г4-164	См. табл.14.2	Да	Да
Проверка интерфейса	14.4.11	Компьютер IBM-PC	-	При необходимости	При необходимости

- ПРИМЕЧАНИЯ:** 1. При проведении поверки разрешается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. Для замены следует также пользоваться рекомендациями раздела калибровки (см. п. 11.3), как в части выбора средств измерения, так и используемой схемы поверки (см. п. 14.5).
2. Средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы в соответствии с ГОСТ 8.513-84.

14.3. Условия поверки и подготовка к ней

14.3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) напряжение питания ($220 \pm 4,4$) В частотой (50 ± 1) Гц и содержанием гармоник до 5 %;
- 2) относительная влажность воздуха до 80 %;
- 3) температура окружающего воздуха от (20 ± 5) °С;
- 3) атмосферное давление не ниже 80 кПа (600 мм рт.ст.).

14.3.2. Перед проведением операций поверки необходимо:

- 1) ознакомиться с разделами 7, 9 и 10 настоящего описания;
- 2) удобно разместить прибор на рабочем месте и заземлить его;
- 3) собрать поверочную схему.

14.4. Проведение поверки

14.4.1. При проведении внешнего осмотра прибора (отключенного от сети) проверяют:

- 1) комплектность прибора согласно табл.4.1;
 - 2) отсутствие механических повреждений;
 - 3) прочность крепления элементов корпуса, входных клемм, клавиатуры;
 - 4) целостность и состояние изоляции сетевого провода и входных кабелей;
 - 5) отсутствие слабо закрепленных внутренних узлов (определяется на слух при наклонах и встряхивании прибора);
 - 6) отсутствие нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
 - 7) четкость маркировки.
- Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

14.4.2. Опробование включает проверку индикатора и функционирования клавиатуры, для чего вызывается программа тестирования последовательным нажатием кнопок "Shift" и "Hz / Test".

При тестировании индикатора визуально проверяется включение всех сегментов индикатора. По окончании тестирования индикатора программа автоматически переходит к тестированию клавиатуры, где ждет нажатий кнопок. Порядковый номер нажатой кнопки должен отображаться на индикаторе, например, в виде сообщения "_KEY_TEST_N=02". Выход из программы тестирования происходит при нажатии кнопки "Δ" (логический номер "16").

14.4.3. Перед началом измерений проводят автокалибровку нуля в соответствии с п.10.15.

Точки проверки и допустимые значения основной погрешности приведены в табл.14.2.

Таблица 14.2

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метро- логические харак- теристики рекоме- ндуемого средства поверки
			нижнее	верхнее	
"DCV" "DCI" "R"	Установка нулевых значений	3 мкВ 0,02 мА 0,03 Ом	-3 мкВ -0,02 мА -0,03 Ом	+3 мкВ +0,02 мА +0,03 Ом	Сопротивление каждой линии кабеля не более 0,03 Ом

Продолжение табл.14.2

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метро- логические харак- теристики рекоме- ндуемого средства поверки
			нижнее	верхнее	
Напряжение постоянного тока:	В7-64				
0.5 В	5 мкВ	3 мкВ	2 мкВ	8 мкВ	±1 мкВ
	-5 мкВ	3 мкВ	-2 мкВ	-8 мкВ	±1 мкВ
	1 мВ	3 мкВ	0,997 мВ	1,003 мВ	±1 мкВ
	-1 мВ	3 мкВ	-1,003 мВ	-0,997 мВ	±1 мкВ
	200 мВ	13 мкВ	199,987 мВ	200,013 мВ	15 ppm
2.5 В	500 мВ	28 мкВ	499,972 мВ	500,028 мВ	15 ppm
	0,6 В	33 мкВ	0,599967 В	0,600033 В	15 ppm
	1 В	55 мкВ	0,999945 В	1,000055 В	15 ppm
	1,9 В	100 мкВ	1,8999 В	1,9001 В	15 ppm
	-1,9 В	100 мкВ	-1,9001 В	-1,8999 В	15 ppm
	2,5 В	145 мкВ	2,49986 В	2,50014 В	15 ppm
12.5 В	3 В	170 мкВ	2,99983 В	3,00017 В	15 ppm
	5 В	270 мкВ	4,99973 В	5,00027 В	15 ppm
	7 В	370 мкВ	6,99963 В	7,00037 В	15 ppm
	10 В	520 мкВ	9,99948 В	10,00052 В	15 ppm
	12 В	620 мкВ	11,99938 В	12,00062 В	15 ppm
	-12 В	620 мкВ	-12,00062 В	-11,99938 В	15 ppm
50 В	20 В	2,3 мВ	19,9977 В	20,0023 В	30 ppm
	50 В	5,3 мВ	49,9947 В	50,0053 В	30 ppm
250 В	100 В	10,5 мВ	99,9895 В	100,0105 В	30 ppm
	190 В	19,5 мВ	189,9805 В	190,0195 В	30 ppm
1000 В	500 В	53 мВ	499,947 В	500,053 В	30 ppm
	1000 В	103 мВ	999,897 В	1000,103 В	30 ppm

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метро- логические харак- теристики рекоме- ндуемого средства поверки
			нижнее	верхнее	
В7-64/1					
0.5 В	5 мкВ	3 мкВ	2 мкВ	8 мкВ	±1 мкВ
	-5 мкВ	3 мкВ	-2 мкВ	-8 мкВ	±1 мкВ
	1 мВ	3 мкВ	0,997 мВ	1,003 мВ	±1 мкВ
	-1 мВ	3 мкВ	-1,003 мВ	-0,997 мВ	±1 мкВ
	200 мВ	11 мкВ	199,989 мВ	200,011 мВ	13 ppm
2.5 В	500 мВ	23 мкВ	499,977 мВ	500,023 мВ	13 ppm
	0,6 В	27 мкВ	0,599973 В	0,600027 В	13 ppm
	1 В	45 мкВ	0,999955 В	1,000045 В	13 ppm
	1,9 В	81 мкВ	1,899919 В	1,900081 В	13 ppm
	-1,9 В	81 мкВ	-1,900081 В	-1,899919 В	13 ppm
	2,5 В	120 мкВ	2,49982 В	2,50012 В	13 ppm
12.5 В	3 В	140 мкВ	2,99986 В	3,00014 В	13 ppm
	5 В	220 мкВ	4,99978 В	5,00022 В	13 ppm*
	7 В	300 мкВ	6,99970 В	7,00030 В	13 ppm
	10 В	420 мкВ	9,99958 В	10,00042 В	13 ppm
	12 В	500 мкВ	11,99950 В	12,00050 В	13 ppm
	-12 В	500 мкВ	-12,00050 В	-11,99950 В	13 ppm
50 В	20 В	1,3 мВ	19,9987 В	20,0013 В	15 ppm
	50 В	2,8 мВ	49,9972 В	50,0028 В	15 ppm
250 В	100 В	5,5 мВ	99,9945 В	100,0055 В	15 ppm
	190 В	10 мВ	189,9900 В	190,0100 В	15 ppm
1000 В	500 В	28 мВ	499,972 В	500,028 В	15 ppm
	1000 В	53 мВ	999,947 В	1000,053 В	15 ppm
В7-64					
Напряжение переменного тока:					
2 В	1 В 10 Гц	16 мВ	0,984 В	1,016 В	0,5 %
	1 мВ 20 Гц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	1 В 20 Гц	5,5 мВ	0,9945 В	1,0055 В	0,15 %
	1 В 40 Гц	3,5 мВ	0,9965 В	1,0035 В	0,07 %
	1 В 100 Гц	2,5 мВ	0,9975 В	1,0025 В	0,07 %
	1 В 400 Гц	2,5 мВ	0,9975 В	1,0025 В	0,07 %

Продолжение табл.14.2

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метро- логические ха- рактеристики ре- комендуемого средства поверки
			нижнее	верхнее	
0.2 В	1 мВ 1 кГц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	100 мВ 1 кГц	300 мкВ	99,7 мВ	100,3 мВ	0,07 %
	190 мВ 1 кГц	480 мкВ	189,52 мВ	190,48 мВ	0,07 %
2 В	300 мВ 1 кГц	1,1 мВ	298,9 мВ	301,1 мВ	0,07 %
	500 мВ 1 кГц	1,5 мВ	498,5 мВ	501,5 мВ	0,07 %
	1 В 1 кГц	2,2 мВ	0,9978 В	1,0022 В	0,07 %
	1,9 В 1 кГц	4,3 мВ	0,8957 В	1,9043 В	0,07 %
20 В	3 В 1 кГц	11 мВ	2,989 В	3,011 В	0,07 %
	19 В 1 кГц	43 мВ	18,957 В	19,043 В	0,07 %
200 В	190 В 1 кГц	430 мВ	189,57 В	190,43 В	0,07 %
700 В	700 В 1 кГц	2,1 В	697,9 В	702,1 В	0,07 %
2 В	1 В 10 кГц	2,5 мВ	0,9975 В	1,0025 В	0,07 %
	300 В 10 кГц	0,9 В	299,1 В	300,9 В	0,07 %
0.2 В	1 мВ 20 кГц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	100 мВ 20 кГц	400 мкВ	99,6 мВ	100,4 мВ	0,1 %
2 В	1 В 20 кГц	3,5 мВ	0,9965 В	1,0035 В	0,1 %
20 В	10 В 20 кГц	35 мВ	9,965 В	10,035 В	0,1 %
200 В	100 В 20 кГц	400 мВ	99,65 В	100,35 В	0,1 %
0.2 В	100 мВ 50 кГц	700 мкВ	99,3 мВ	100,7 мВ	0,15 %
2 В	1 В 50 кГц	7 мВ	0,993 В	1,007 В	0,15 %
20 В	10 В 50 кГц	70 мВ	9,93 В	10,07 В	0,15 %
200 В	100 В 50 кГц	700 мВ	99,3 В	100,7 В	0,15 %
0.2 В	100 мВ 100 кГц	1,3 мВ	98,7 мВ	101,3 мВ	0,3 %
2 В	1 В 100 кГц	13 мВ	0,987 В	1,013 В	0,3 %
20 В	10 В 100 кГц	130 мВ	9,87 В	10,13 В	0,3 %
200 В	100 В 100 кГц	1,3 В	98,7 В	101,3 В	0,3 %

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метро- логические ха- рактеристики ре- комендуемого средства поверки
			нижнее	верхнее	
B7-64/1					
2 В	1 В 10 Гц	16 мВ	0,984 В	1,016 В	0,5 %
	1 мВ 20 Гц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	1 В 20 Гц	5,5 мВ	0,9945 В	1,0055 В	0,15 %
	1 В 40 Гц	2,5 мВ	0,9985 В	1,0015 В	0,04 %
	1 В 100 Гц	2,5 мВ	0,9975 В	1,0025 В	0,04 %
	1 В 400 Гц	1,5 мВ	0,9985 В	1,0015 В	0,04 %
0.2 В	1 мВ 1 кГц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	100 мВ 1 кГц	200 мкВ	99,7 мВ	100,3 мВ	0,04 %
	190 мВ 1 кГц	290 мкВ	189,71 мВ	190,29 мВ	0,04 %
2 В	300 мВ 1 кГц	0,8 мВ	298,9 мВ	301,1 мВ	0,04 %
	500 мВ 1 кГц	1 мВ	498,5 мВ	501,5 мВ	0,04 %
	1 В 1 кГц	1,5 мВ	0,9978 В	1,0022 В	0,04 %
	1,9 В 1 кГц	2,4 мВ	1,8957 В	1,9043 В	0,04 %
	3 В 1 кГц	8 мВ	2,992 В	3,008 В	0,04 %
20 В	19 В 1 кГц	24 мВ	18,976 В	19,024 В	0,04 %
200 В	190 В 1 кГц	240 мВ	189,76 В	190,24 В	0,04 %
700 В	700 В 1 кГц	1,4 В	698,6 В	701,4 В	0,04 %
2 В	1 В 10 кГц	1,5 мВ	0,9985 В	1,0015 В	0,07 %
	300 В 10 кГц	0,6 В	299,4 В	300,6 В	0,07 %
0.2 В	1 мВ 20 кГц	100 мкВ	0,9 мВ	1,1 мВ	3 %
	100 мВ 20 кГц	200 мкВ	99,8 мВ	100,2 мВ	0,04 %
2 В	1 В 20 кГц	1,5 мВ	0,9985 В	1,0015 В	0,04 %
20 В	10 В 20 кГц	20 мВ	9,98 В	10,02 В	0,04 %
200 В	100 В 20 кГц	200 мВ	99,8 В	100,2 В	0,04 %
0.2 В	100 мВ 50 кГц	300 мкВ	99,7 мВ	100,35 мВ	0,08 %
2 В	1 В 50 кГц	3,5 мВ	0,9965 В	1,0035 В	0,08 %
20 В	10 В 50 кГц	35 мВ	9,965 В	10,035 В	0,08 %
200 В	100 В 50 кГц	350 мВ	99,65 В	100,35 В	0,08 %
0.2 В	100 мВ 100 кГц	0,6 мВ	99,4 мВ	100,6 мВ	0,18 %
2 В	1 В 100 кГц	6 мВ	0,994 В	1,006 В	0,18 %
20 В	10 В 100 кГц	60 мВ	9,94 В	10,06 В	0,18 %
200 В	100 В 100 кГц	0,6 В	99,4 В	100,6 В	0,18 %

Предел (диапазон) измерения	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемо- го метрологи- ческого пара- метра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологичес- кие характерис- тики рекомен- дуемого сред- ства поверки	
			нижнее	верхнее		
Сопротив- ление пос- тоянному току:	B7-64					
	2,5 кОм	1 кОм	0,33 Ом	0,99967 кОм	1,00033 кОм	0,01 %
	16 кОм	10 кОм	33 Ом	9,9967 кОм	10,0033 кОм	0,01 %
	150 кОм	100 кОм	33 Ом	99,967 кОм	100,033 кОм	0,01 %
	1000 МОм	1 МОм	330 Ом	0,99967 МОм	1,00033 МОм	0,01 %
		10 МОм	15 кОм	9,985 МОм	10,015 МОм	0,05 %
	B7-64/1					
	2,5 кОм	1 кОм	0,13 Ом	0,99987 кОм	1,00013 кОм	0,004 %
	16 кОм	10 кОм	1,3 Ом	9,9987 Ом	10,0013 Ом	0,004 %
	150 кОм	100 кОм	13 Ом	99,987 кОм	100,013 кОм	0,004 %
Сила пос- тоянного тока	1000 мА	0,52 мА	999,48 мА	1000,52 мА	0,017 %	
	-1000 мА	0,52 мА	-1000,52 мА	-999,48 мА	0,017 %	
	1900 мА	0,97 мА	1899,03 мА	1900,97 мА	0,017 %	
	B7-64/1					
	1000 мА	0,22 мА	999,78 мА	1000,22 мА	0,007 %	
	-1000 мА	0,22 мА	-1000,22 мА	-999,78 мА	0,007 %	
	1900 мА	0,59 мА	1899,41 мА	1900,59 мА	0,007 %	
	B7-64, B7-64/1					
Сила пере- менного тока	1000 мА 10 Гц	15 мА	985 мА	1015 мА	0,8 %	
	1000 мА 20 Гц	5 мА	995 мА	1005 мА	0,16 %	
	1000 мА 40 Гц	2 мА	998 мА	1002 мА	0,08 %	
	190 мА 1 кГц	0,43 мА	189,57 мА	190,43 мА	0,08 %	
	1000 мА 1 кГц	2 мА	998 мА	1002 мА	0,08 %	
	1900 мА 1 кГц	3,8 мА	1896,2 мА	1903,8 мА	0,08 %	
	B7-64, B7-64/1					
Частота						
Режим "Hz"	0,1 В 1 МГц	12 ppm	0,999988 МГц	1,000012 МГц	Диапазон частот 1-100 МГц; погрешность установки не более 0,0003% на частоте 1 МГц	
	0,1 В 10 МГц	*	-	-		
Режим "MHz"	0,2 В 50 МГц	*	-	-		
	0,1 В 100 МГц	*	-	-		

* Проверяется возможность измерения без определения погрешности

14.4.4. Определение установки нулевых значений (смещения нуля) проводят следующим образом:

1) замкнуть вход прибора (выводы входного кабеля остаются замкнутыми с момента проведения автокалибровки нуля);

2) установить последовательно режимы измерения "DCV", "DCI" и "R", фиксируя показания поверяемого прибора.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если после проведенной автокалибровки погрешность смещения нуля не превышает значений, приведенных в табл. 14.2 (то есть операция автокалибровки устанавливает нуль поверяемого прибора).

14.4.5. Определение основной погрешности измерения напряжения постоянного тока осуществляется путем измерения поверяемым прибором выходного напряжения прибора ВК2-40.

Уровни напряжения ± 5 мкВ и ± 1 мВ подаются на вход поверяемого прибора с выхода калибратора ВК2-40 через делитель 1:100 из комплекта поставки прибора ВК2-40.

Точки проверки и допустимые значения погрешности приведены в табл. 14.2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения постоянного напряжения не превышает значений, приведенных в табл. 14.2.

14.4.6. Определение основной погрешности измерения напряжения переменного тока прибора В7-64/1 производится путем измерения поверяемым прибором выходного напряжения прибора В1-27 (с блоком усиления напряжения). Для поверки прибора В7-64 допускается использовать калибратор В1-28. Напряжение с частотой 10 Гц в обоих случаях подается от прибора В1-28.

Точки проверки и допустимые значения погрешности приведены в табл. 14.2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения переменного напряжения не превышает значений, приведенных в табл. 14.2.

14.4.7. Определение основной погрешности измерения сопротивления постоянному току осуществляется путем измерения поверяемым прибором дискретных мер сопротивления соответствующих номиналов и точности (см. табл. 14.2), например, типа Р321, Р3030, Р4013, Р4023. Все измерения проводятся по двухпроводной схеме. Погрешность измерения определяется как разность показаний поверяемого прибора и действительного значения меры сопротивления при текущей температуре.

Точки поверки и допустимые значения погрешности приведены в табл. 14.2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения сопротивления постоянному току не превышает значений, приведенных в табл. 14.2.

14.4.8. Определение основной погрешности измерения силы постоянного тока производится путем измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой прибором ВК2-40 (с блоком Я1-32).

Точки проверки и допустимые значения погрешности приведены в табл. 14.2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения силы постоянного тока не превышает значений, приведенных в табл. 14.2.

14.4.9. Определение основной погрешности измерения силы переменного тока осуществляется путем измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой прибором В1-28.

Точки проверки и допустимые значения погрешности, выраженные в единицах младшего разряда, приведены в табл. 14.2.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения силы переменного тока не превышает значений, приведенных в табл.14.2.

14.4.10. Определение основной погрешности измерения частоты осуществляется подачей на вход прибора сигналов известной частоты от генератора Г4-164.

Точки проверки и допустимые значения погрешности приведены в табл.14.2. Определение погрешности производится только на одной частоте. В других точках проводят только проверку возможности измерения частоты (без определения погрешности). Это делается для проверки входного формирователя прибора во всех режимах. Если значение входной частоты отличается от заданной (в табл.14.2), то погрешность определяется как разность входной и индицируемой проверяемым прибором. Последнее позволяет при поверке использовать метод сличения (вторая схема табл.11.6, п.11.3.9).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения частоты не превышает значений, приведенных в табл.14.2 и прибор обеспечивает измерение частоты сигналов (минимального уровня) во всех указанных точках.

14.4.11. Для проверки интерфейса СТЫК С2 необходимо подключить прибор к любому из последовательных портов компьютера (компьютеру семейства IBM-PC), носящих резервированные имена (в операционной системе) COM1, COM2, COM3 или COM4. Обычно удобнее использовать порт COM2 с девятиконтактным разъемом. Схему подключения см. на рис.10.5.

В процессе проверки и управления компьютер работает в режиме терминала (вводимые с клавиатуры символы передаются в прибор через интерфейс, а принимаемые из прибора выводятся на экран). В качестве программного обеспечения компьютера могут быть использованы любые программы, эмулирующие режим терминала. Например:

- 1) программы межкомпьютерной связи - "PROCOMM", "MTE";
- 2) коммуникационный режим текстового редактора "MULTI-EDIT" (версии 5.0 и старше);
- 3) режим эмуляции терминала командного процессора "NORTON COMMANDER" (версия 4.0 и старше);
- 4) режим эмуляции терминала в операционной среде "MICROSOFT WINDOWS" (версия 3.1 и старше).

Параметры настройки эмулятора терминала:

- 1) скорость - 9600 бод (бит/с);
- 2) данные - 8 бит;
- 3) бит "четность" - отсутствует;
- 4) сигнал "СТОП" - 1 бит;
- 5) порт - выбранный пользователем (обычно COM2).

Проверку функционирования интерфейса производят следующим образом:

- 1) соединить проверяемый прибор, отключенный от сети, с компьютером посредством кабеля КМСИ.685619.014;
- 2) включить прибор в сеть и подключить к калибратору, например, В1-28, на котором установлено напряжение в диапазоне измерения прибора В7-64, например, 1 В частотой 1 кГц;
- 3) запустить программу эмуляции терминала и настроить на параметры, указанные выше. При проверке нескольких приборов можно не выходить из программы терминала. Если данная операция выполняется часто, рекомендуется сохранить настройку на диске (эта операция предусмотрена во всех указанных программах). Клавиатура компьютера должна быть переключена в латинский алфавит;

4) если настройка сделана правильно и передатчик прибора исправен, то на экране компьютера должны печататься строки, дублирующие показания индикатора прибора в формате, соответствующем табл.10.5. Строки печатаются непрерывно с частотой вывода данных на индикатор в формате измерения напряжения постоянного тока (проверяемый прибор находится в исходном режиме - в режиме измерения напряжения постоянного тока).

Пример вывода:

+0.002345_V;

5) переключить прибор в режим измерения напряжения переменного тока, нажав кнопку "2" на клавиатуре компьютера. Прибор должен выдавать строки данных в формате режима измерения напряжения переменного тока.

Пример вывода:

A1.000346_V;

6) переключить прибор в режим измерения частоты, нажав кнопку "A" на клавиатуре компьютера. Прибор должен выдавать строки данных в формате режима измерения частоты.

Пример вывода:

F0.994000KH;

7) проверить осциллографом амплитуду сигналов на линии "TXD" прибора (контакт 2). Компьютер при этом является нагрузкой с сопротивлением 3 кОм (стандартная нагрузка).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если данные передаются из прибора в компьютер (печатаются на мониторе), прибор принимает команды с клавиатуры компьютера и размах логических сигналов не меньше 5 В каждой полярности.

14.5. Альтернативные методики проведения поверки

14.5.1. В настоящем подразделе даются рекомендации по организации поверки прибора В7-64 другими методами и средствами, относительно указанных в подразделе 14.4. При использовании описанных ниже методик необходимо пользоваться соответствующими указаниями предыдущего подраздела.

14.5.2. Для поверки прибора В7-64 в режиме измерения напряжения постоянного тока может быть применен метод сличения с использованием образцового вольтметра (см. п.11.3.5), по которому устанавливается выход калибратора низкой точности. Образцовым может быть любой вольтметр с погрешностью, не превышающей значений, указанных в табл.14.2.

При использовании в качестве вольтметра приборов ВК2-40 или В2-41 (без блока усиления напряжения) по годовой спецификации (погрешность при калибровке один раз в год) их точность оказывается недостаточной (для В7-64/1). Чтобы обеспечить требуемую точность поверки, необходимо предварительно откалибровать образцовый вольтметр с помощью меры напряжения, имеющей погрешность не более 5 ppm. Для калибровки вольтметра ВК2-40 (В2-41) на его вход подается напряжение с меры (Н4-4) и путем занесения константы обработки "С" (в приборы ВК2-40 или В2-41) добиваются показаний, соответствующих действительному значению ее выходного напряжения. В дальнейшем

откалиброванный вольтметр используют для установки выходного напряжения калибратора, не переключая его режимы работы (иначе константа "С" сотрется).

14.5.3. Для поверки прибора В7-64/1 (точной модели) в режиме измерения напряжения переменного тока может быть использован также калибратор В1-28. Определение основной погрешности осуществляется путем измерения поверяемым прибором выходного напряжения калибратора. В точках 1 В, 100 Гц; 1 В, 400 Гц; 0,3 В, 1 кГц; 0,5 В, 1 кГц; 1 В, 1 кГц; 1,9 В, 1 кГц; 19 В, 1 кГц; 100 В, 1 кГц; 700 В, 1 кГц; 1 В, 20 кГц; 100 В, 20 кГц, где точность прибора В1-28 недостаточна, его выходное напряжение необходимо устанавливать с помощью метода компарирования переменного напряжения с постоянным (см. схему табл.11.3).

Установка выходного напряжения методом компарирования и поверка прибора В7-64 включают следующие операции:

- 1) выбрать термопреобразователь, соответствующий устанавливаемому уровню напряжения;
- 2) собрать измерительную схему (см. табл.11.3);
- 3) на выходе калибратора В1-28 установить постоянное напряжение, соответствующее по уровню переменному напряжению;
- 4) после выдержки времени 10 - 30 с, когда термо-э.д.с. установится, включить режим "Δ" на контролирующем ее вольтметре;
- 5) установить на выходе калибратора переменное напряжение и кнопками редактирования выхода добиться такой же термо-э.д.с., как и от постоянного напряжения (до нулевых показаний контролирующего вольтметра);
- 6) считать показания поверяемого прибора.

14.5.4. Для поверки прибора В7-64 в режиме измерения силы постоянного тока может быть применен метод установки точного значения тока по образцовой мере сопротивления 0,1 Ом или 1 Ом и по образцовому вольтметру, например, ВК2-40 (В2-41 или другому прибору В7-64). Применяемая измерительная схема представлена в табл.11.5, а рекомендации даны в п.11.3.8.

14.5.5. Для поверки прибора В7-64 в режиме измерения частоты допускается использовать любой генератор, обеспечивающий параметры сигнала согласно табл.14.2. Действительное значение частоты при этом можно контролировать с помощью любого частотомера, например, типа ЧЗ-63/1 (схема в табл.11.6), обеспечивающего измерение частоты с заданной точностью (см. табл.14.2), причем при поверке обязательно точно устанавливать на генераторе, значение частоты указанное в табл.14.2. Значение погрешности поверяемого прибора может быть определено как разность его показаний и показаний частотомера.

14.6. Оформление результатов поверки

14.6.1. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке и клеймением поверяемого прибора в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку.

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

14.6.2. Для прибора В7-64, благодаря наличию независимых систем калибровки различных режимов, возможно применение выборочной или целевой аттестации режимов работы. Имеется в виду возможность проведения поверки только в объеме предполагаемого использования прибора или при наличии поверочного оборудования с требуемыми характеристиками. Такой подход применим как в отношении режимов измерения, так и к случаям аттестации прибора в неполном рабочем диапазоне. При этом в свидетельство о поверке вносятся все данные о фактическом объеме поверки и уровне метрологических характеристик с учетом погрешности примененного поверочного оборудования (если не удовлетворяются требования табл. 14.2).

14.6.3. Аттестация прибора В7-64 с погрешностью меньшей, чем нормируется настоящим документом, возможна при следующих условиях:

- 1) только по результатам не менее двух поверок с интервалом между первой и последней не менее времени, в течение которого она должна действовать;
- 2) если погрешность и разность показаний при поверках в интересующих точках или режимах не превышает 80 % погрешности, которая будет нормироваться при аттестации, т.е. аттестуемый на повышенную точность, прибор должен подтвердить стабильность метрологических характеристик в течение заданного временного интервала.

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

2. Метрологические запасы базового прибора В7-64 могут позволить аттестовать его с точностью до двух-трех раз выше нормируемой. Для модели В7-64/1 это величина в среднем составляет только полтора-два раза.

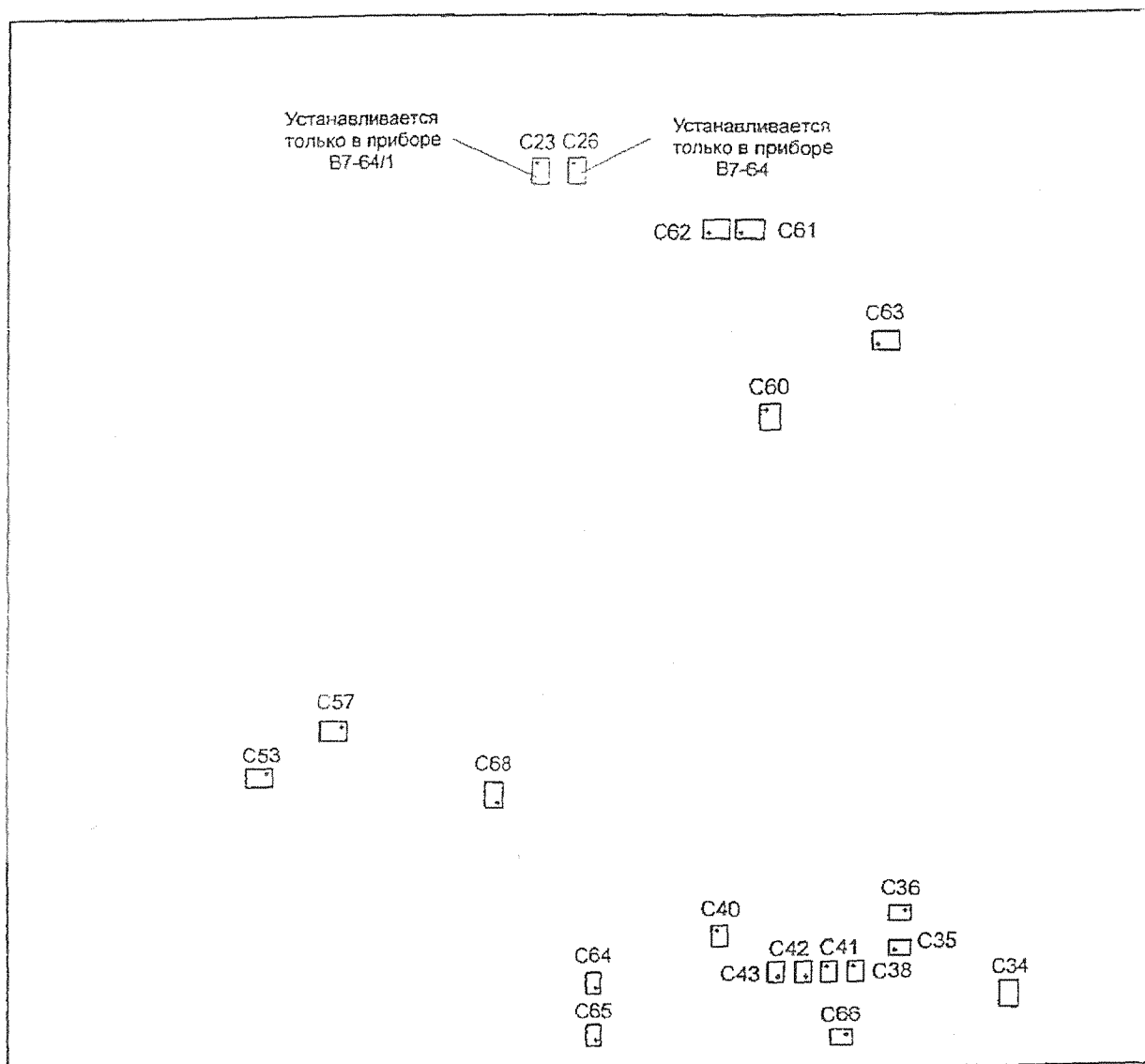


РИС. 2.56

ПЛАТА БАЗОВАЯ МУЛЬТИМЕТРА В7-64. ПЛАН РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ.

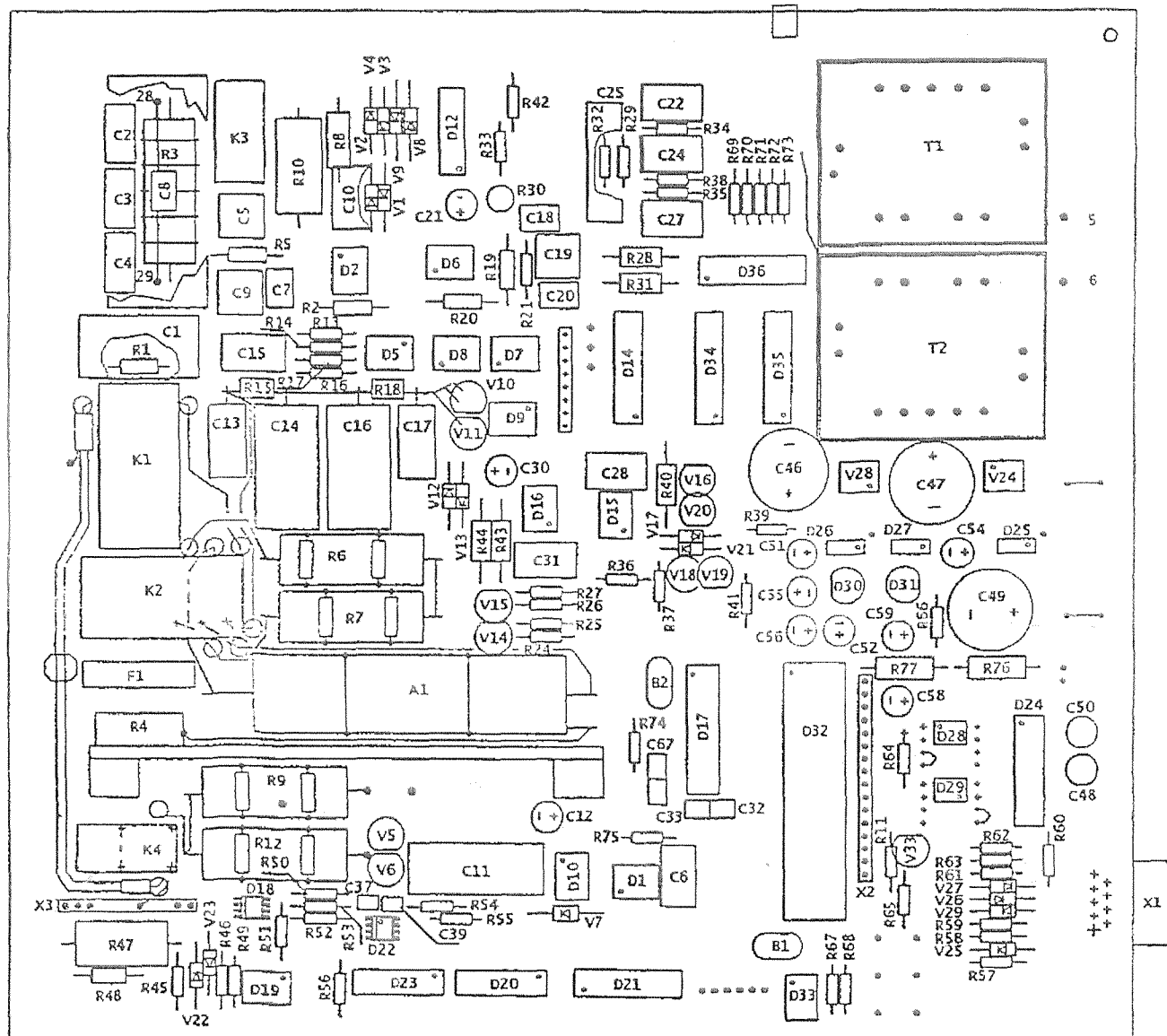


РИС. 2.5а

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ. СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

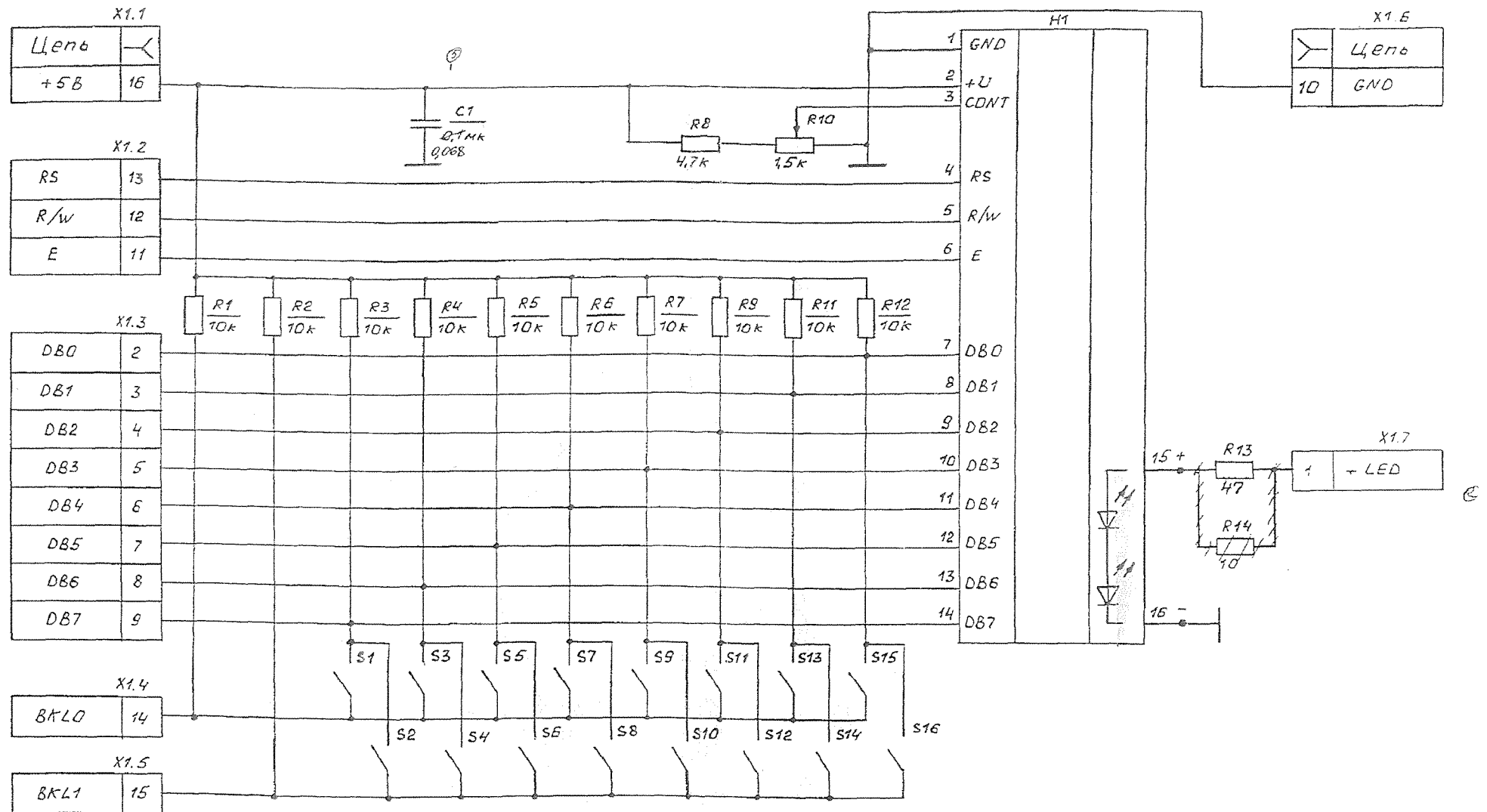
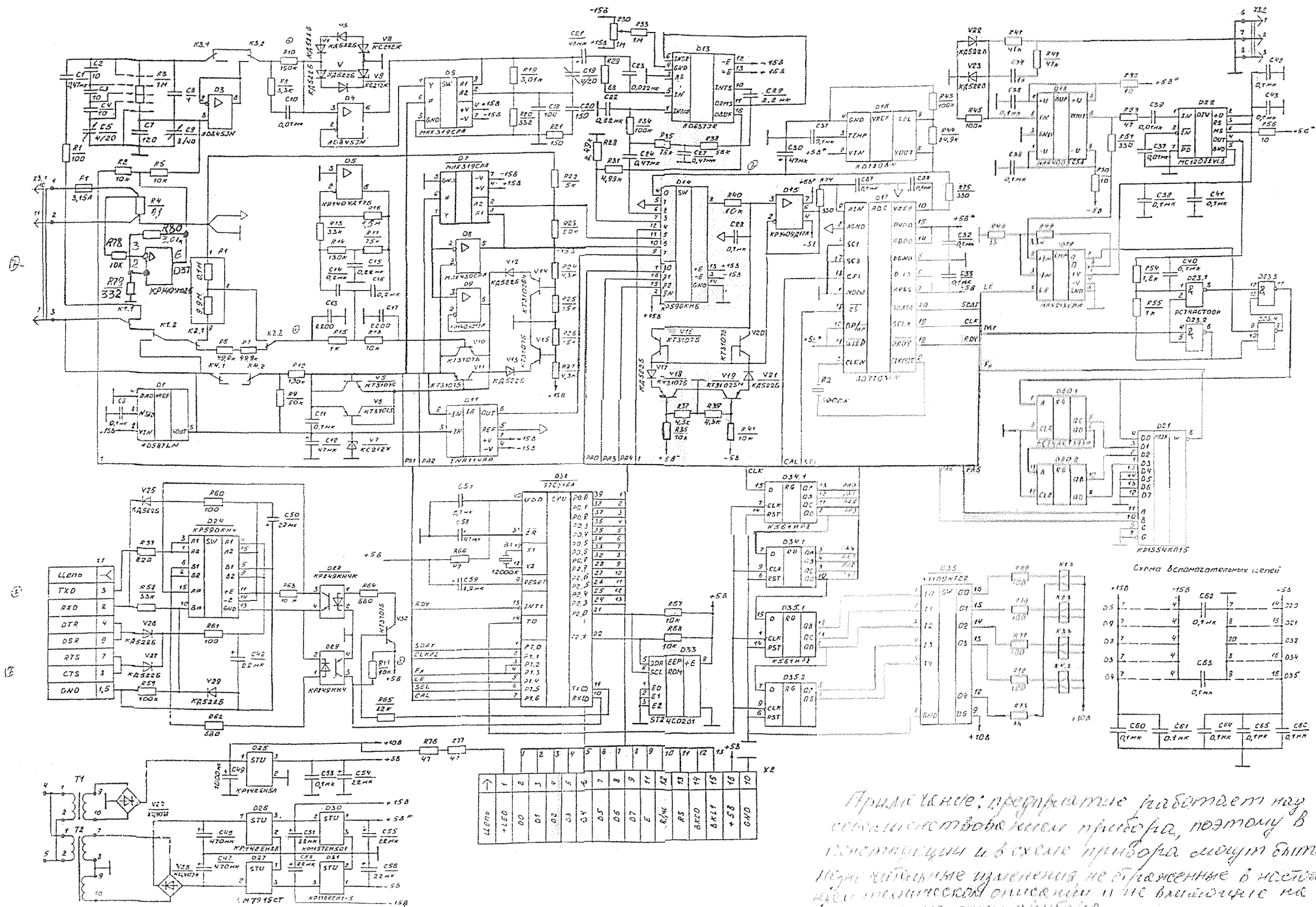


Рис. 2.4



А1

А2

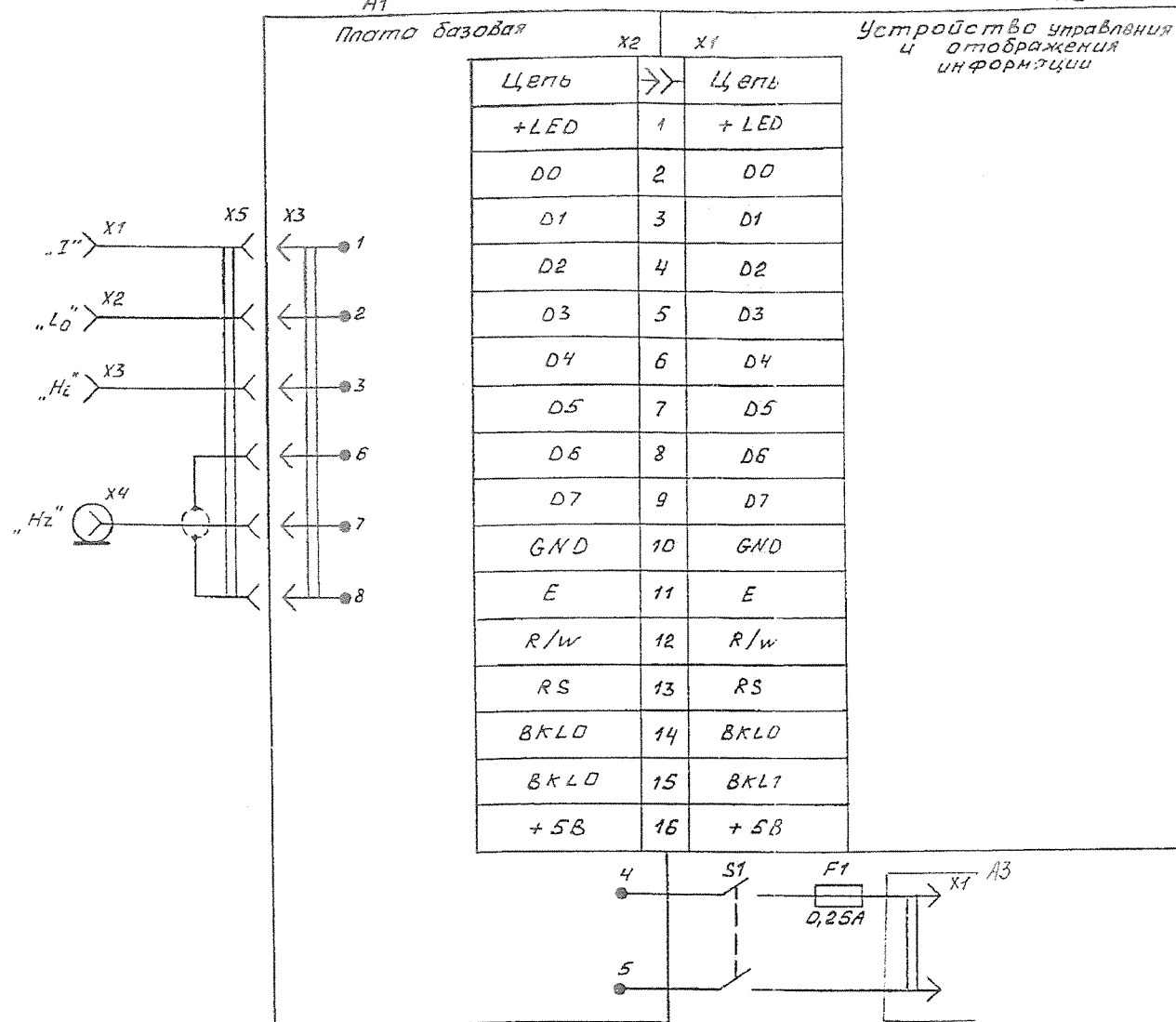


РИС. 2.1

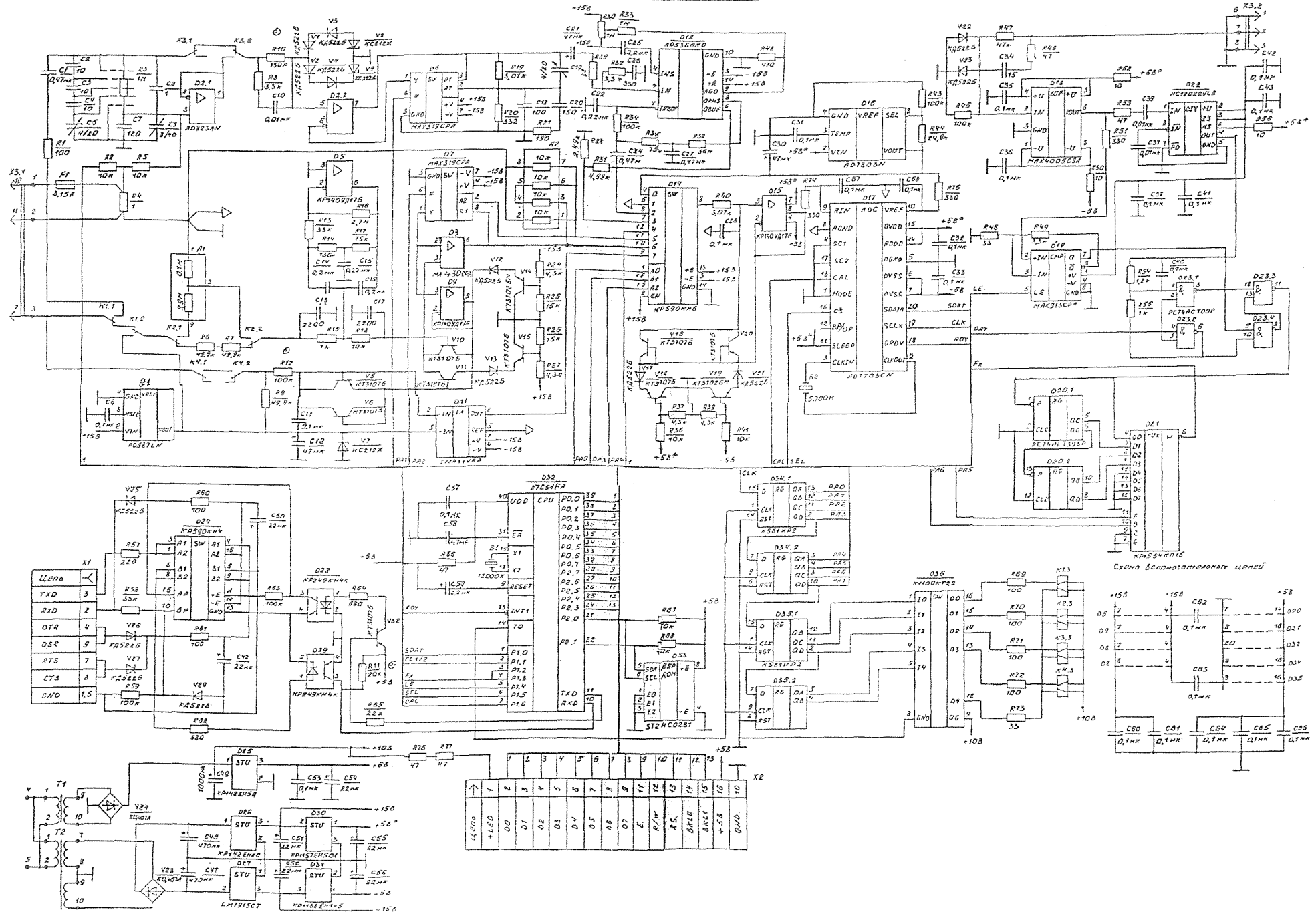
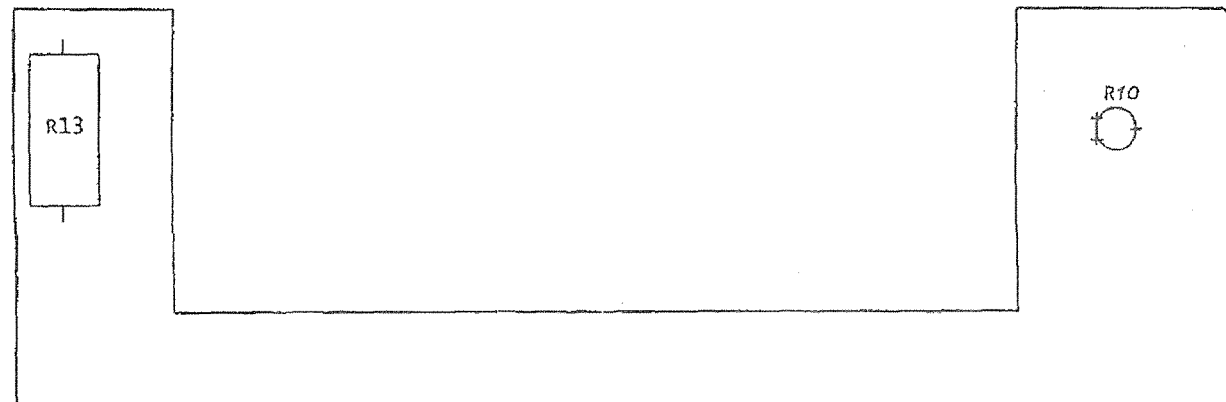
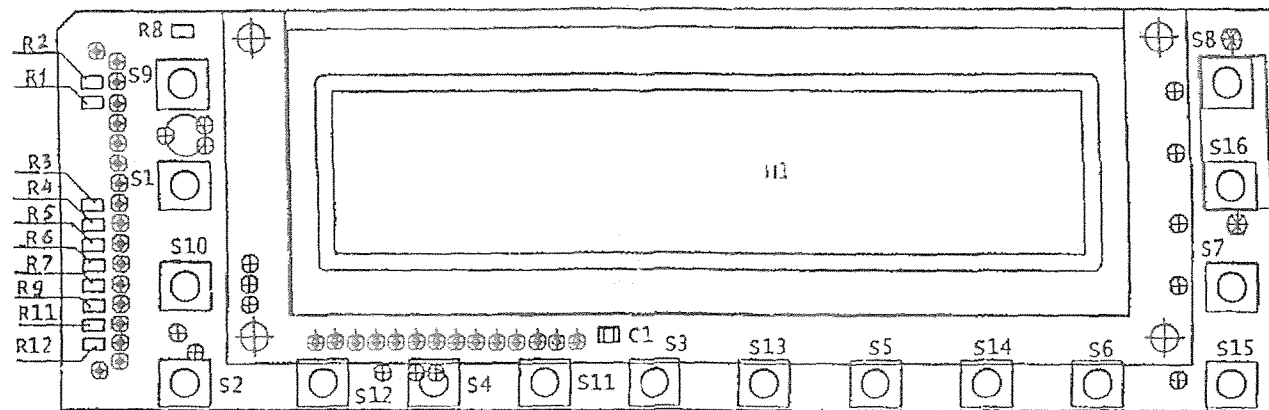


Рис. 2.7



KMCM.411252.024 TO1

I
I
I
I

ПЛАТА БАЗОВАЯ МУЛЬТИМЕТРА В7-64/1. ПЛАН РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

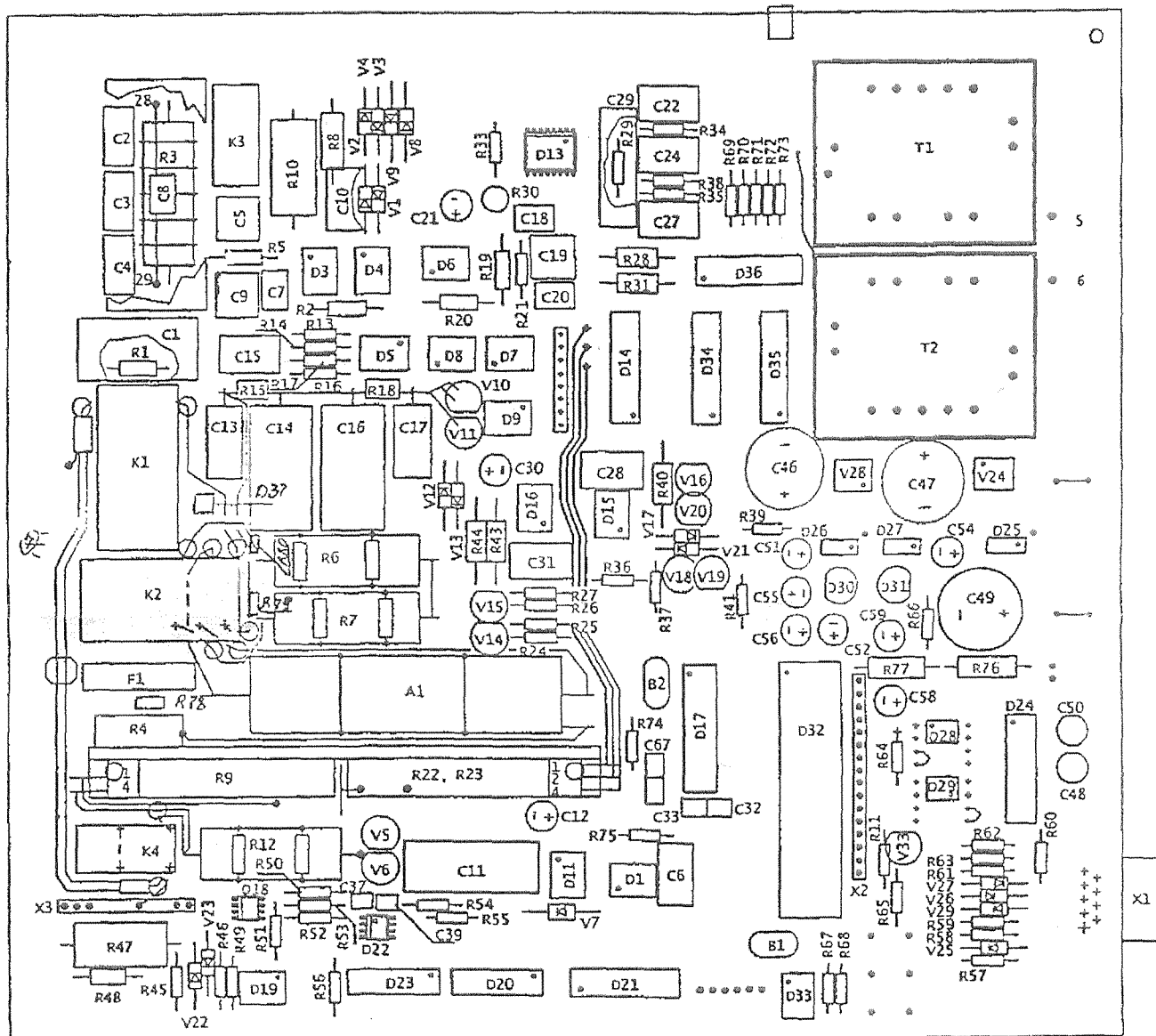


РИС. 2.6

КМСИ.411252.024 Т01

-----1
I L I
I --- I
I 38 I
