

Измеритель малых сопротивлений

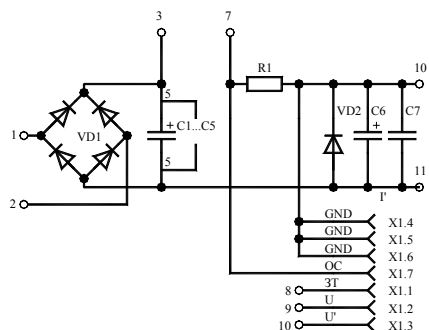
ИМС-5

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Назначение.....	3
3. Технические данные.....	3
4. Состав изделия и комплект поставки.....	4
5. Устройство и принцип работы изделия.....	4
6. Указание мер безопасности.....	7
7. Подготовка к работе.....	7
8. Порядок работы .....	8
9. Методы и средства поверки и калибровка измерителя.....	10
10. Правила хранения .....	11
11. Гарантии изготовителя.....	11
12. Приложение1.....	12
13. Приложение2.....	13
14. Приложение3.....	18

## Приложение 3. Источник тока



Поз. Обозн.	Наименование	Колич.
C1...C5	Конденсатор NRL 10000 мкФ 16 В	5
C6	Конденсатор NRL 100 мкФ 16 В	1
C7	Конденсатор KM10-176 0,1 мкФ	1
R1	Шунт 75СШН-10А-0,5	1
VD1	Мост В80/70-10L	1
VD2	Диод Fr156	1
X1	Разъем WF-8	1

## 1 Введение

1.1 В настоящем техническом описании и инструкции по эксплуатации изложены сведения, необходимые для изучения, обеспечения полного использования, транспортирования, хранения измерителя малых сопротивлений ИМС-5 (в дальнейшем измеритель)

## 2 Назначение

2.1 Измеритель предназначен для измерения малых сопротивлений на постоянном токе.

2.2 Измеритель предназначен для работы в условиях умеренного климата при температуре от минус 20 до плюс 40 °С и относительной влажности до 90% при температуре плюс 30°С.

## 3 Технические данные

3.1 Диапазон измерений, мкОм 2...9999;

3.2 Дискретность измерений  
 - режим USE1 в диапазоне 2...9999, мкОм 1;  
 - режим USE2  
 а) в диапазоне 2...999,9, мкОм 0,1;  
 б) в диапазоне 1000...9999, мкОм 1;

3.3 Предел допустимого значения относительной основной погрешности определяется по формуле

$$\delta = \pm 0,25 \left( 1 + k_i \left( \frac{R_i}{R_x} - 1 \right) \right), \text{ где}$$

-при i=1 (режим USE1)  $k_1=0,05$ ;  $R_1=9999$  мкОм;  
 -при i=2 (режим USE2)  $k_2=0,03$ ;  $R_1=999,9$  мкОм;  
 - $R_x$  измеренное сопротивление в мкОм.

3.4 Предел допустимого значения дополнительной погрешности, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормального значения ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ) не должен превышать половины предела допускаемого значения основной погрешности (режим USE1, USE2).

3.5 Предел допустимого значения дополнительной погрешности, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной не должен превышать 5% от предела допускаемого значения основной

погрешности (режим USE3, USE4).

3.5 Ток измерения постоянный, А, не менее	10;
3.7 Время измерения, С, не более	5;
3.8 Время непрерывного измерения, мин, не более	1;
3.9 Время установления рабочего режима, мин, не более	1;
3.10 Электропитание измерителя от сети переменного тока напряжением 220±22В и частотой 50±0,5 Гц.	
3.11 Масса, кг, не более	2;
3.12 Габаритные размеры измерителя, мм, не более	300х150х180;
3.14 Мощность, потребляемая измерителем, Вт, не более	100;
3.15 Сведения о применяемых в приборе драгоценных материалах:	
Золото – 0,00531 г., серебро – 0,3431 г.	

#### 4. Состав изделия и комплект поставки

В комплект поставки входят:

1. Измеритель ИМС-5	1 шт.
2. Измерительные щупы	1 комп.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1 шт.

#### 5. Устройство и принцип работы изделия.

5.1 Конструкция изделия переносная. Все органы управления вынесены на переднюю панель. Внешний вид изделия, расположение элементов управления показан на рисунке 1.

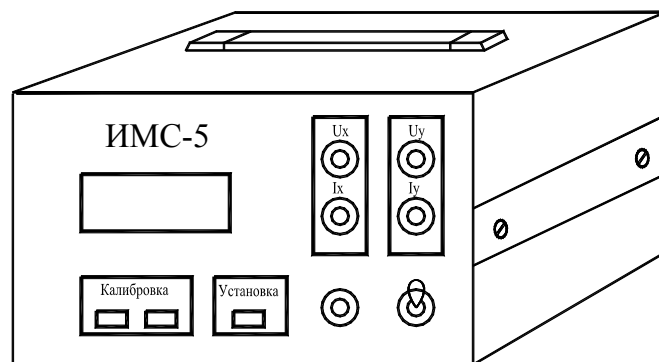


Рисунок 1. Внешний вид изделия

#### Приложение 2. Продолжение.

R29	27 кОм ±10%	1
R30	15 кОм ±10%	1
R31...R33	3,32 кОм ±1%	3
R34	30,1 кОм ±1%	1
R35	3,32 кОм ±1%	1
R36	602 Ом ±1%	1
R37	499 кОм ±1%	1
R38	10 кОм ±1%	1
R39	82 Ом ±10%	1
R40, R41	125 кОм ±1%	2
R42	16,2 кОм ±1%	1
R43	3,32 кОм ±1%	1
R44	100 кОм ±1%	1
R45	1 кОм ±1%	1
R46	22 Ом ±10%	1
R47	15 кОм ±10%	1
R48	10 кОм ±10%	1
VD1, VD2	Диод RB157	2
VD3...VD10	Диод КД522Б дРЗ.362.029ТУ	8
VD11, VD12	Диод TL431	2
VT1, VT2	Транзистор КТ315Г ЖКЗ.365.200ТУ	2
VT3...VT6	Транзистор КТ816А А аА0.336.186ТУ	4
X1, X2	Разъем WF-6	2
X3	Разъем WF-4	1

## Приложение 2. Продолжение. Перечень элементов

BQ1	Резонатор кварцевый 22118 кГц	1
BQ1	Резонатор кварцевый 32768 Гц	1
C1...C5	Конденсатор NRL 1000 мкФ 16V	4
C6...C9	Конденсатор K10-17в 0,1 мкФ AA0.336.110 ТУ	4
C10...C14	Конденсатор NRL 47uF 16V	5
C15...C25	Конденсатор K10-17в 0,1 мкФ AA0.336.110 ТУ	11
C26,C27	Конденсатор K10-17в 3,3 пФ AA0.336.110 ТУ	2
C28...C30	Конденсатор K10-17в 1000 пкФ AA0.336.110 ТУ	3
C31,C32	Конденсатор K10-17в 30 пкФ AA0.336.110 ТУ	2
C33	Конденсатор K10-17в 0,1 мкФ AA0.336.110 ТУ 6	1
C34	Конденсатор K10-17в 0,068 мкФ AA0.336.110 ТУ 6	1
C35	Конденсатор K10-17в 100 пкФ AA0.336.110 ТУ 6	1
C36...C38	Конденсатор K10-17в 0,1 мкФ AA0.336.110 ТУ	3
HL1...HL4	Индикатор LTS3401VE	4
DA1	Микросхема 7809	1
DA2	Микросхема 7909	1
DA3	Микросхема 7805	1
DA4	Микросхема 7905	1
DA6	Микросхема MAX132CNG	1
DA7...DA9	Микросхема OPA177GP	2
DA10	Микросхема K544УД1А	1
DD1	Микросхема AT89C51-24PI	1
DD2	Микросхема KP1554АП6	1
DD3	Микросхема MCP 101-450 DI/TO	1
DD4	Микросхема 6N35	1
DD5	Микросхема 24LC04B	2
K1, K2	Реле TQ2-12V	
	Резистор C2-23 ОЖО.467.104 ТУ	
	Резистор МЛТ-0,125 ОЖО.460.183 ТУ	
	Резистор СП5-39 ОЖО.468.550 ТУ	
R1...R13	3,3 кОм $\pm 10\%$	13
R14...R21	150 Ом $\pm 10\%$	8
R22	1,0 кОм $\pm 10\%$	1
R23	28 кОм $\pm 1\%$	1
R24	100 Ом $\pm 1\%$	1
R25	2,2 кОм $\pm 10\%$	1
R26	13,2 кОм $\pm 1\%$	1
R27	100 Ом $\pm 10\%$	1
R28	360 Ом $\pm 10\%$	1

5.2 В основе работы измерителя используется принцип измерения падения напряжения на участке прохождения постоянного тока 4-х зондовым методом.

5.3 Блок-схема измерителя показана на рисунке 2.

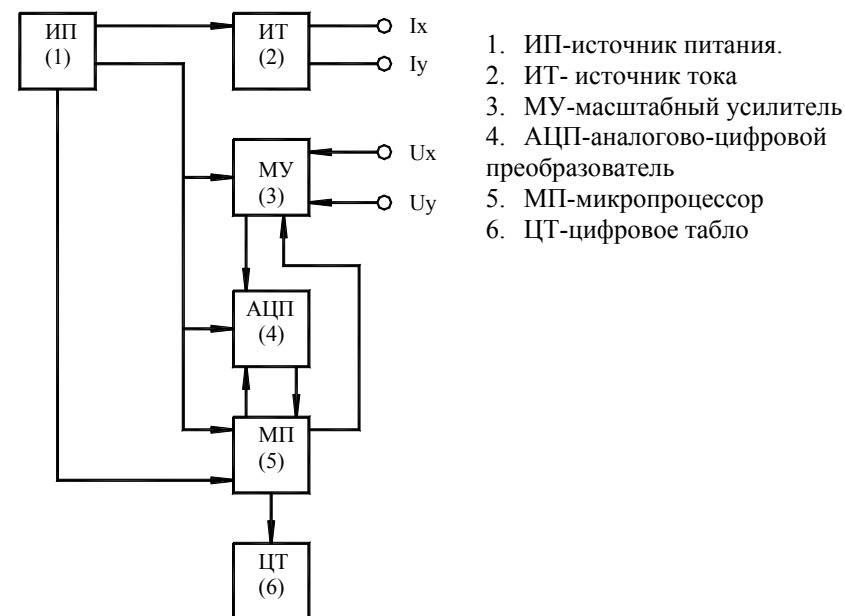


Рисунок 2. Блок-схема измерителя.

5.3.1 Источник питания (ИП) предназначен для формирования питающих напряжений:

- +13 В для питания ИТ
- $\pm 5$ В для питания МУ, АЦП и МП.
- $\pm 9$ В для питания ИТ.

5.3.2 Источник тока (ИТ) предназначен для формирования стабилизированного тока 10А.

5.3.3 Масштабный усилитель (МУ) предназначен для усиления входного сигнала с коэффициентом усиления 5 или 50 в зависимости от режима работы усилителя.

5.3.4 Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) предназначен для преобразования аналогового сигнала в цифровой.

5.3.4 Микропроцессор (МП) предназначен для управления работой измерителя и обработки входных данных с последующим отображением на цифровом табло (ЦТ).

5.4. Схема электрическая принципиальная измерителя приведена в приложении 1.

5.4.1 При включении тумблера «СЕТЬ» S1 напряжение сети поступает на первичную обмотку трансформатора Т1 (приложение 1). Через разъемы X1, X2 и контакты 1,2 напряжение с вторичной обмотки трансформатора поступает на выпрямители напряжения.

- стабилизатор напряжения  $\pm 9\text{В}$  выполнен на выпрямителе VD1, емкостях C1, C2 и микросхемах DA1, DA2 (приложение 2).
- стабилизатор напряжения  $\pm 5$  выполнен на выпрямителе VD2, емкостях C4, C5 и микросхемах DA4, DA5 (приложение 2).
- стабилизатор напряжения  $+13\text{В}$  выполнен на выпрямителе VD1, емкостях C1...C5 и микросхемах DA1, DA2 (приложение 2).

При подключении нагрузки к зажимам Ix и Iy через нее протекает стабилизированный постоянный ток 10А. Стабилизация тока осуществляется прецизионной микросхемой DA8 (приложение 3), регулирует ток полевой транзистор VT1 (приложение 1). Входное напряжение, полученное при протекании измерительного тока через нагрузку, поступает через контакты X2.1, X2.2 на вход масштабирующего усилителя DA9 и DA7. Коэффициент усиления DA9 равен 5, а DA10 – 10.

5.4.2. Последовательность работы измерителя при измерении приведена в таблице 1.

Таблица 1. Последовательность работы измерителя.

1	Старт измерения	Токовые наконечники замкнуты
2	3-х секундная пауза	Для исключения влияния переходных процессов от включения источника тока на входной сигнал
3	Измерение напряжения смещения МУ при замкнутом входе (реле K1 приложение 1)	Для автоматической калибровки нуля
4	Измерение входного напряжения (на индикаторе USE)	В течение 2 с измеритель делает 10 измерений и усредненный результат измерений индицируется на табло

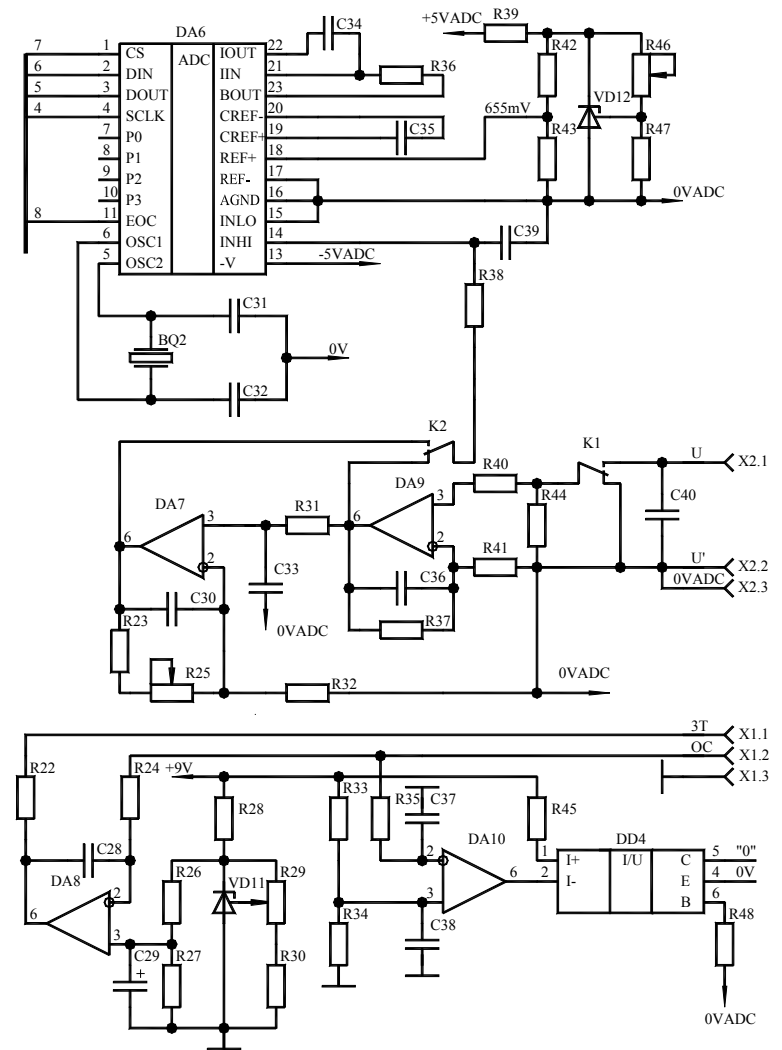
5.5 Измеритель имеет 4 режима работы.

Режимы USE1 и USE2 – измеритель калибруется от внутреннего калибровочного сопротивления.

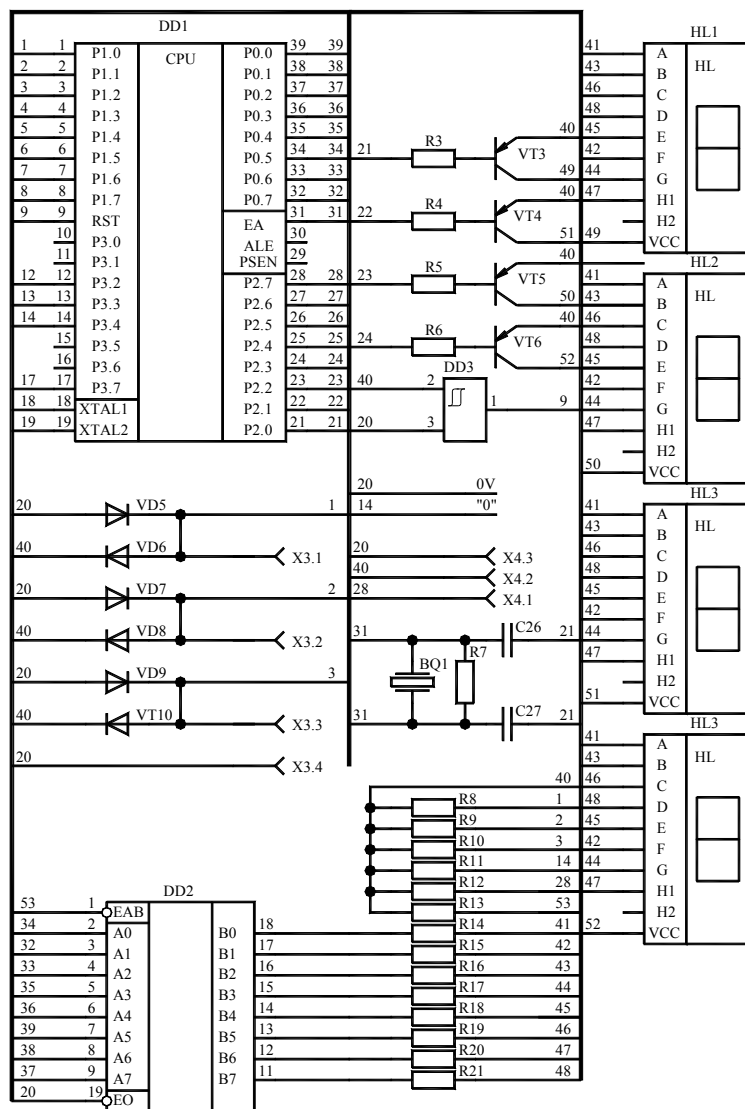
Режимы USE3 и USE4 - измеритель калибруется от внешнего калибровочного сопротивления.

Режим USE1 является основным режимом работы. Он обладает высокой

## Приложение 2. Продолжение



## Приложение 2. Продолжение



помехозащищенностью.

Для увеличения разрешающей способности режим USE2 имеет два диапазона измерения. Выбор диапазона осуществляется автоматически.

5.5.2 В режиме USE3 измеритель измеряет сопротивление аналогично режиму USE1, а результат измерения индицируется согласно формуле

$$R_u = \frac{R_x}{K}, \text{ где (1)}$$

$R_x$  – измеренное сопротивление

$K$  – поправочный коэффициент, полученный при калибровке от внешнего эталонного сопротивления.

В режиме USE4 измеритель измеряет сопротивление аналогично режиму USE2, а результат измерения индицируется согласно формуле (1).

## 6 Указание мер безопасности.

При введении измерителя в эксплуатацию потребитель обязан выполнить комплекс мероприятий по безопасной эксплуатации измерителя в соответствии с действующей нормативной документацией.

6.1 Персонал должен быть допущен к работе с измерителем только после настоящего технического описания и инструкции по эксплуатации.

6.2 К работе с измерителем и его ремонту допускаются работники, знающие правила техники безопасности при работе с напряжением до 1000 В.

6.3 При утилизации изделия по окончании его срока службы специальных мер не требуется.

6.4 Изделие не содержит опасных для здоровья потребителей и окружающей среды материалов и комплектующих изделий.

6.5 Заземляется измеритель с помощью трехполюсной сетевой вилки.

## 7 Подготовка к работе

7.1 Подсоедините измерительные щупы к зажимам измерителя согласно рисунку 3.

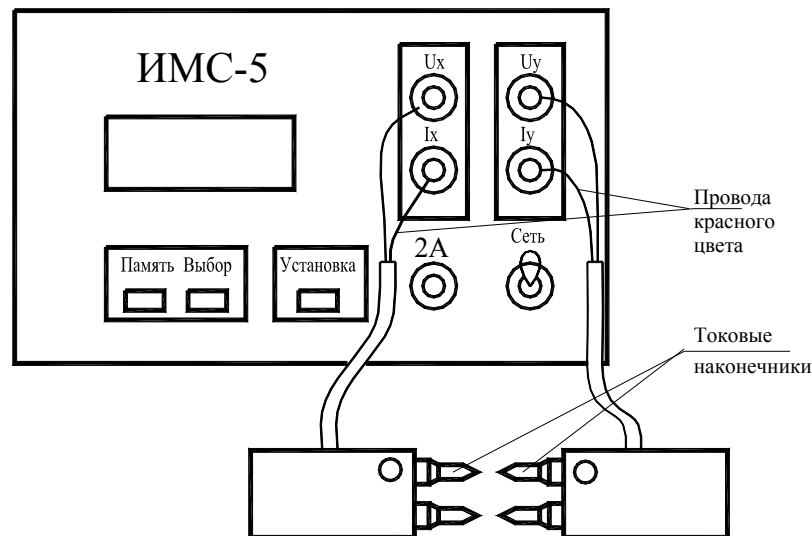


Рисунок 3. Подсоединение измерительных щупов к измерителю.

7.2 Подключить прибор к сети с помощью сетевого шнура.

## 8 Порядок работы

8.1 Установить тумблер «СЕТЬ» в положение ВКЛ.

В течение 60 с прибор прогревается. На табло таймер показывает время до окончания прогрева. По истечении времени прогрева прибор переходит в основной режим работы. На табло индицируется USE1.

8.2 Работа измерителя в режиме USE1

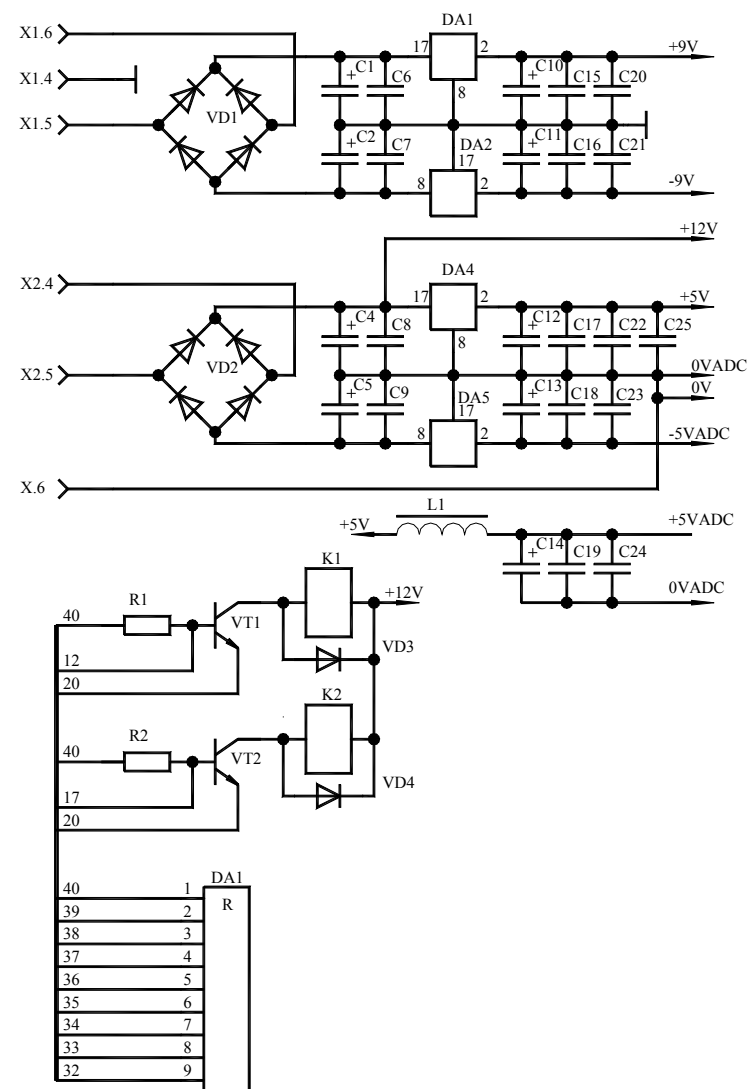
Установить щупы на измеряемый объект в соответствии с рисунком 1 и удерживать не менее 5 с. По окончании измерения подается звуковой сигнал. При отсутствии контакта в процессе измерения на табло индицируются E1, E2, EU в зависимости от ошибки в процессе измерения (см таблицу 1).

8.3 Работа измерителя в режиме USE2

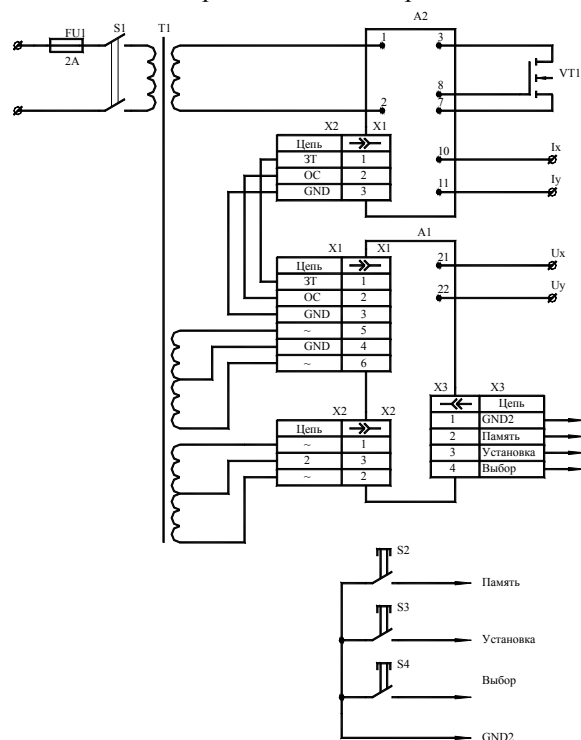
Данный режим измерения рекомендуется для увеличения разрешающей способности измерения при сопротивлении меньше 100 мкОм.

**ВНИМАНИЕ! ДАННЫЙ РЕЖИМ ОБЛАДАЕТ ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЯ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОМЕХАМ**

Приложение 2. Блок измерения и обработки.  
Схема электрическая принципиальная.



## Приложение 1. Измеритель малых сопротивлений ИМС-5



Поз. Обозн.	Наименование	Колич.
A1	Блок измерения и обработки	1
A2	Источник постоянного тока	1
VT1	Транзистор КП727Б	1
T1	Трансформатор БЭС007.01.00	1
S1	Тумблер П2Т-1-1	1
S2...S4	Кнопка SWT-9	3
F1	Вставка плавкая 2А	1

8.3.1 Нажать кнопку «УСТАНОВКА». Измеритель переходит в режим USE2.

Переход в режим USE2 должен осуществляться при индикации на цифровом табло USE1, USE3, USE4.

8.3.2 Измерение сопротивления осуществляется согласно п.8.2.

#### 8.4 Работа измерителя в режимах USE3, USE4

Данные режимы используются для уменьшения дополнительной погрешности, путем автоматической калибровки от внешнего эталонного сопротивления. Для перехода в режим USE3 нажать кнопку «ВЫБОР».

8.4.1 Для перехода в режим USE3 нажать кнопку «ВЫБОР». На индикаторе установится 000,0 (последний ноль мигает). Нажатием кнопки «УСТАНОВКА» установить на индикаторе последний знак эталонного сопротивления. Нажать кнопку «ВЫБОР». Кнопкой «УСТАНОВКА» установить следующий разряд эталонного сопротивления и т.д. При пятом нажатии на кнопку «ВЫБОР» нужно выбрать диапазон при помощи кнопки «УСТАНОВКА» (зажечь или погасить запятую). При шестом нажатии на кнопку «ВЫБОР» на табло индицируется PUSH – что указывает на готовность измерителя к измерению эталонного сопротивления.

8.4.2 Подсоединить токовые наконечники щупов к токовым зажимам эталонного сопротивления, а потенциальные наконечники к потенциальным зажимам и удерживать в течение 5 с.

На индикаторе индицируется поправочный коэффициент К (табло мигает). Коэффициент К может принимать значение от 0,5 до 1,5.

При недопустимом значении коэффициента или при неверно выбранном диапазоне измеритель индицирует «СС» (см. таблицу 1). Через 5 с измеритель автоматически переходит к п. 8.4.1.

8.4.3 Нажать кнопку «ПАМЯТЬ». Коэффициент запоминается и измеритель автоматически переходит в режим USE3. Переход в режимы USE4, USE1, USE2 осуществляется нажатием кнопки «УСТАНОВКА», при этом результаты измерений в режимах USE3 и USE4 индицируются с учетом калибровки от внешнего эталонного сопротивления.

Возможные состояния измерителя приведены в таблице 2.

Таблица 2. Возможные состояния измерителя.

№	Состояние измерителя	Цифровое табло
1	Основной режим	USE1
2	Автоматический режим	USE2
3	Основной режим с учетом коэффициента	USE3
4	Автоматический режим с учетом коэффициента	USE4
5	Измерение входного напряжения	USE
6	Измеритель готов к измерению эталонного сопротивления	PUSH
7	Поправочный коэффициент (цифры мигают)	1.000
8	Результат измерения	цифры
9	Ошибка измерения, неустойчивый контакт токовых наконечников	E1
10	Ошибка измерения, неустойчивый контакт токовых наконечников	E2
11	Ошибка измерения, неустойчивый контакт потенциальных наконечников	EU
12	Ошибка коэффициента или диапазона	CC

## 9 Методы и средства поверки и калибровка измерителя.

9.1 В настоящем разделе устанавливается методика поверки и калибровки изделия. Межповерочный интервал устанавливается потребителем в зависимости от интенсивности эксплуатации измерителя.

9.2 Все операции при поверке проводят с учетом требований, изложенных в разделах 8 и 9.

9.3 Условия поверки и калибровки.

9.3.1 При проведении поверки и калибровки должны соблюдаться следующие условия:

- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- температура окружающего воздуха, °C  $20 \pm 5$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 15$ );

9.3.2 Измеритель перед поверкой и калибровкой должен находиться в условиях, указанных в п. 9.3.1. не менее 4 часов.

9.3.3 Измеритель перед поверкой и калибровкой должен находиться во включенном состоянии не менее 5 мин.

9.4 При проведении поверки и калибровки должны применяться средства поверки с классом точности не хуже 0,05% (P310-1000 мкОм, класс точности 0,01).

9.5 Определение основной относительной погрешности измерения сопротивления рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{R_0 - R_x}{R_x} \times 100\%, \text{ где}$$

$R_0$  - значение образцовой меры, мкОм;

$R_1$  – показания прибора, мкОм.

Значения полученной относительной основной погрешности не должны превышать значения предела относительной основной погрешности указанной в разделе 3.  $R_x$  измеряется согласно п.8.2. Если  $\delta$  будет больше погрешности, приведенной в разделе 3, необходимо провести повторную калибровку.

9.6 Калибровка измерителя в режиме USE1.

9.6.1 Измерение проводится согласно п.8.2. Изменяя значения опорного напряжения на DA8 с помощью резистора R29 (см. приложение 2), добиться, чтобы  $\delta$  была меньше погрешности приведенной в разделе 3.

9.7 Калибровка измерителя в режиме USE2

9.7.1 Выбрать эталонное сопротивление меньше 1000 мкОм.

9.7.2 1 Измерение проводится согласно п.8.2. Изменяя значение сопротивления R25 (приложение 2), добиться, чтобы  $\delta$  была меньше погрешности приведенной в разделе 3.

## 10 Правила хранения

Измеритель допускает хранение в отапливаемом помещении при температуре от плюс 5°C до плюс 40°C с относительной влажностью до 80% при температуре 25°C и ниже без конденсации влаги.

## 11 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует ремонт и устранение скрытых дефектов в течение 12 месяцев со дня продажи.

Измеритель малых сопротивлений ИМС-5 соответствует документации БЭС 027.00.00.00 и признан годным к эксплуатации.

Дата продажи «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.