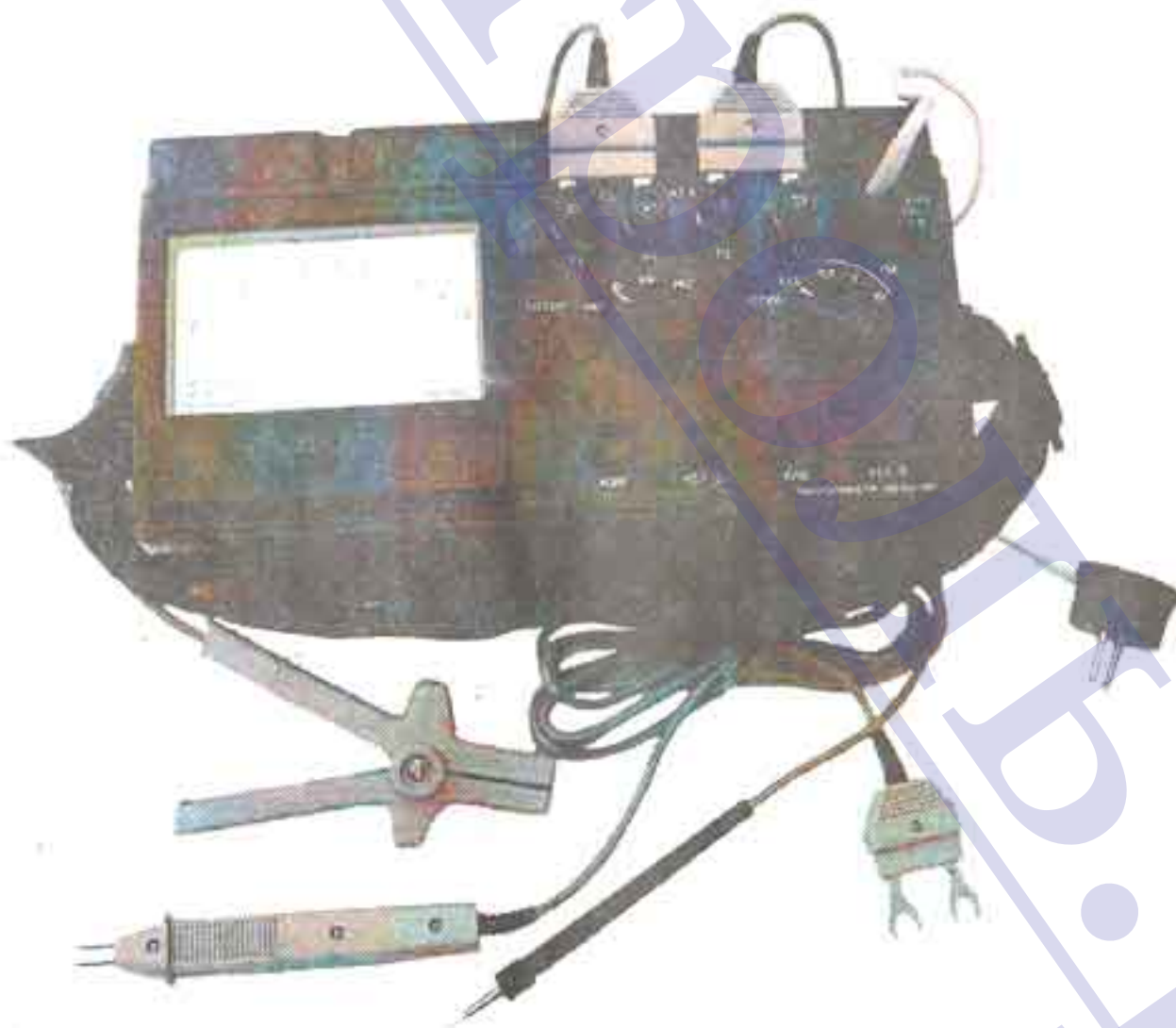


ОКП 42 2436

МИКРООММЕТР Ф4104-М1

Паспорт
Ба2.722.054 ПС



1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Микроомметр Ф4104-М1 (далее по тексту – микроомметр) предназначен для измерения сопротивления постоянному току и относится к группе 4 по ГОСТ 22261 - 94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия», но с расширенным значением рабочих температур от минус 30 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 30 °С.

1.2 Требования безопасности микроомметра по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», категория монтажа (категория перенапряжения) II, степень загрязнения I.

1.3 Микроомметр имеет усиленную изоляцию. Класс защиты от поражения электрическим током – II.

1.4. Сведения о сертификации приведены в приложении А.

1.5. Пояснение символов и знаков, нанесенных на микроомметре:



- регулятор нуля;

4,0 0...100 $\mu\Omega$

2,5 100 $\mu\Omega$... 1 Ω

1,5 1 Ω ... 10 M Ω

} - обозначение класса точности в приведенном интервале сопротивлений;



- прибор для использования с горизонтальным циферблатом;



- цепь постоянного тока;



- испытательное напряжение 3 кВ;



- Внимание! (См. сопроводительные документы);



- магнитоэлектрический прибор с подвижной катушкой и с электронным устройством в измерительной цепи;



- оборудование, защищенное двойной или усиленной изоляцией;

CAT II - категория монтажа (категория перенапряжения) II;

$\sim 220\text{ V}, 50\text{ Hz}$ } - питание 220 В переменного тока, потребляемая
4 V·A } мощность 4 В·А;

ГОТОВ - индикатор готовности;

УСТ 0 - кнопка и ручка установки стрелки на отметку «0»;

- ИЗМ - кнопка измерения;
КЛБ - ручка калибровки;
mΩ, Ω, kΩ, MΩ - переключатель диапазонов измерений;
ОТКЛ, КЛБ, ПИ - переключатель режимов измерения;
П1, П2, Т1, Т2 - потенциальные и токовые зажимы;
 - товарный знак изготовителя;
 - знак утверждения типа средств измерений России;
№.... - порядковый номер прибора;
20... - год изготовления.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1 Микроомметр обеспечивает измерение сопротивления постоянному току на двенадцати диапазонах: 0-100 мкОм, 0-1 мОм, 0-10 мОм, 0-100 мОм, 0-1 Ом, 0-10 Ом, 0-100 Ом, 0-1 кОм, 0-10 кОм, 0-100 кОм, 0-1 МОм, 0-10 МОм.

2.2 Пределы допускаемых значений основной погрешности от конечного значения диапазона измерений:

±4 % на диапазоне 0-100 мкОм;

±2,5 % на диапазонах 0-1 мОм, 0-10 мОм, 0-100 мОм, 0-1 Ом;

±1,5 % на остальных диапазонах.

Методика и примеры расчета погрешности микроомметра в рабочих условиях применения приведены в приложении Б.

2.3 Классы точности: 4,0 на диапазоне 0-100 мкОм; 2,5 на диапазонах 0-1 мОм, 0-10 мОм, 0-100 мОм, 0-1 Ом и 1,5 на остальных диапазонах, установлены по ГОСТ 8.401-80 «Классы точности средств измерений. Общие требования».

2.4 Электропитание микроомметра осуществляется:

- от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц, $(60 \pm 0,5)$ Гц и содержанием гармоник до 5 %;

- от сети переменного тока напряжением (220 ± 11) В частотой (400 ± 10) Гц и содержанием гармоник до 5 %;

- от химических источников постоянного тока (девять элементов А373) напряжением $(12^{+3}_{-1,5})$ В.

2.5 Мощность, потребляемая от сети переменного тока не превышает 4 В·А. Ток, потребляемый от химических источников постоянного тока не превышает 120 мА.

2.6 Ток в измеряемом сопротивлении соответствует значениям, указанным в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Диапазон измерений	Ток в измеряемом сопротивлении, А		Длительность импульса измерительного тока, мс, не более
	мин	макс	
0-100 мкОм, 0-1 мОм, 0-10 мОм,	3	4	160
0-100 мОм, 0-1 Ом, 0-10 Ом,	0,6	0,8	800
0-100 Ом, 0-1 кОм, 0-10 кОм,	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	постоянный ток
0-100 кОм, 0-1 МОм, 0-10 МОм	$0,6 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$	постоянный ток

2.7 Время установления рабочего режима, не более 1 мин.

2.8 Продолжительность непрерывной работы, не менее 8 ч. Время перерыва до повторного включения, не менее 5 мин. Продолжительность непрерывной работы от химических источников тока определяется их емкостью.

2.9 Габаритные размеры микроомметра 305 мм x 125 мм x 155 мм.

2.10 Масса, не более:

микроомметр без химических источников тока - 2,0 кг;

блок питания - 0,3 кг;

сумка с принадлежностями - 2,1 кг.

2.11 Драгоценные материалы содержатся в покупных комплектующих изделиях электронной техники (ЭРЭ). Наличие, номенклатура и масса драгоценных материалов зависит от технологии изготовления ЭРЭ, принятой на заводе-изготовителе ЭРЭ.

2.12 Норма средней наработки на отказ - 10 000 часов.

2.13 Средний срок службы - 10 лет.

2.14 При утилизации микроомметра необходимо руководствоваться санитарными нормами по утилизации и правилами обращения с отходами.

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 Комплектность микроомметра соответствует таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Количество
Микроомметр Ф4104-М1	1 шт.
Блок питания (установлен в микроомметре)	1 шт.
Шнур	1 шт.
Проводник	2 шт.
Щуп	2 шт.
Зажим	2 шт.
Сумка	1 шт.
Паспорт	1 экз.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1 Микроомметр выполнен в пластмассовом корпусе, имеющем съемную крышку и ремень для переноски. Съемная крышка в снятом состоянии может быть закреплена на боковой стенке корпуса. В нижней части корпуса расположен отсек для установки блока питания или химических источников тока. На лицевой панели расположены отсчетное устройство, зажимы для подключения электродов, органы управления и индикации, розетка для подключения микроомметра к сети переменного тока напряжением 220 В. На крышке имеется фиксатор, который не позволяет закрыть крышку при включенном приборе.

4.2 Принцип действия микроомметра основан на измерении величины падения напряжения на измеряемом сопротивлении при прохождении через него оперативного тока заданной величины. При измерении сопротивлений на диапазонах измерений 0-100 мкОм, 0-1 мОм, 0-10 мОм, 0-100 мОм, 0-1 Ом, 0-10 Ом в качестве оперативного тока используется стабилизированный по амплитуде одиночный импульс, а на остальных диапазонах - стабилизированный постоянный ток.

Микроомметр состоит из следующих основных узлов: блока питания, стабилизатора тока, измерительного усилителя с фильтром НЧ и генератора синхронизирующих импульсов. Схема электрическая принципиальная приведена в приложении В.

4.3 Блок питания состоит из сетевого выпрямителя и преобразователя напряжения. Напряжение сети через силовой трансформатор Т1 понижается до (12-16) В и выпрямляется. Преобразователь напряжения выполнен на транзисторах по схеме с самовозбуждением и стабилизацией выходного напряжения.

4.4 Стабилизатор тока выполнен на операционных усилителях и транзисторах и представляет собой компенсационный стабилизатор последовательного типа.

К выходным клеммам Т1, Т2 стабилизатора тока подключается измеряемое сопротивление.

4.5 Падение напряжения с измеряемого сопротивления поступает на вход измерительного усилителя с фильтром НЧ, выполненного на операционных усилителях.

Ток, протекающий через измеряемое сопротивление, постоянный, не зависит от величины измеряемого сопротивления, поэтому падение напряжения на измеряемом сопротивлении прямо пропорционально величине измеряемого сопротивления и шкала микроомметра равномерная.

Для запоминания амплитуды одиночного импульса, когда в качестве оперативного тока используется одиночный импульс, служит запоминающая емкость, которая коммутируется электронным ключом.

Калибровка измерительного усилителя осуществляется при помощи переменного резистора КЛБ. При этом на измерительный усилитель поступает сигнал с образцовых резисторов.

Для устранения дрейфа нуля измерительного усилителя предусмотрена

ручная установка нуля. При нажатии кнопки УСТ 0 вход измерительного усилителя при помощи электронного ключа закорачивается на общий провод питания и резистором УСТ 0 осуществляется балансировка усилителя.

4.6 Генератор синхронизирующих импульсов состоит из двух последовательно соединенных транзисторных ждущих мультивибраторов. Запуск первого мультивибратора осуществляется импульсом, поступающим со стабилизатора тока. Второй ждущий мультивибратор запускается задним фронтом импульса первого мультивибратора.

5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При эксплуатации микроомметра соблюдайте «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

5.2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ЦЕПЕЙ НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ.

ВНИМАНИЕ! В МИКРООММЕТРЕ ПРИМЕНЕН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ ТИПА ВП1-2 НА 0,25 А, ПРЕДОХРАНЯЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМЫ В РЕЖИМЕ НЕИПРАВНОСТИ. ПРИ ЗАМЕНЕ ДОПУСКАЕТСЯ УСТАНОВЛИВАТЬ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ДРУГОГО ТИПА С НОМИНАЛЬНЫМ ТОКОМ 0,25 А И ПРОИЗВОЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ РАЗРЫВА ЦЕПИ.

6 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ

6.1 Установить микроомметр на ровной поверхности и снять крышку. Подключить микроомметр с помощью шнура к сети переменного тока напряжением 220 В.

Для питания микроомметра от химических источников тока извлечь из отсека расположенного в нижней части корпуса блок питания и установить соблюдая полярность девять элементов А373.

6.2 Подключить измеряемое сопротивление по схеме, приведенной на рисунке 6.1 при измерении сопротивлений до 10 Ом или на рисунке 6.2 при измерении сопротивлений свыше 10 Ом.

При измерении по схеме (рисунок 6.1) пользоваться щупами или двумя пружинными зажимами или одним щупом в паре с зажимом.

При измерении сопротивлений деталей малого размера можно пользоваться проводниками собственного изготовления, соединив их согласно рисунка 6.1. Суммарное сопротивление токовых проводников не должно превышать 1 Ом.

При измерении сопротивлений более 10 Ом по схеме (рисунок 6.2) можно использовать проводники, которыми комплектуется прибор.

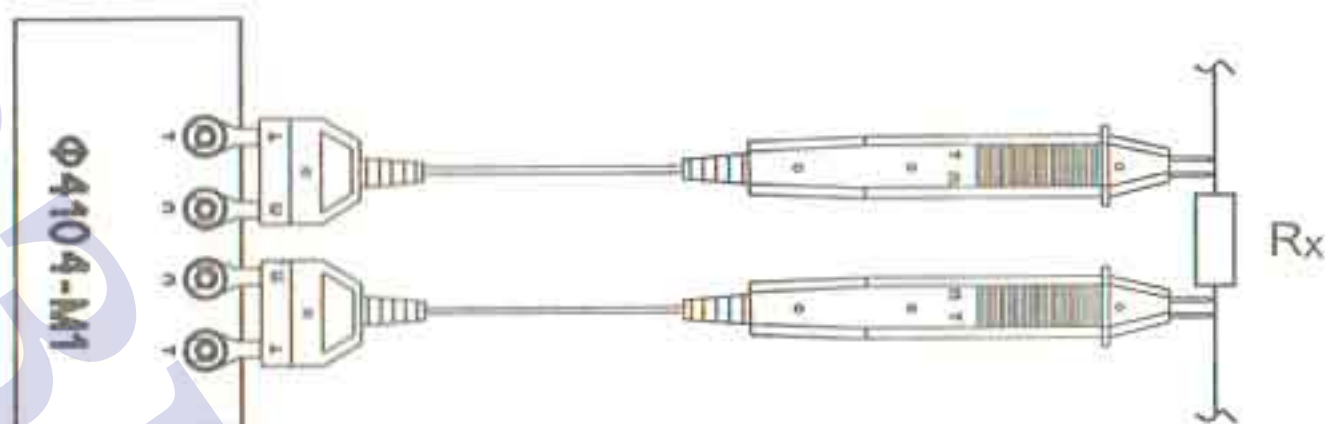


Рисунок 6.1 – Схема измерения сопротивления с исключением влияния соединительных проводов

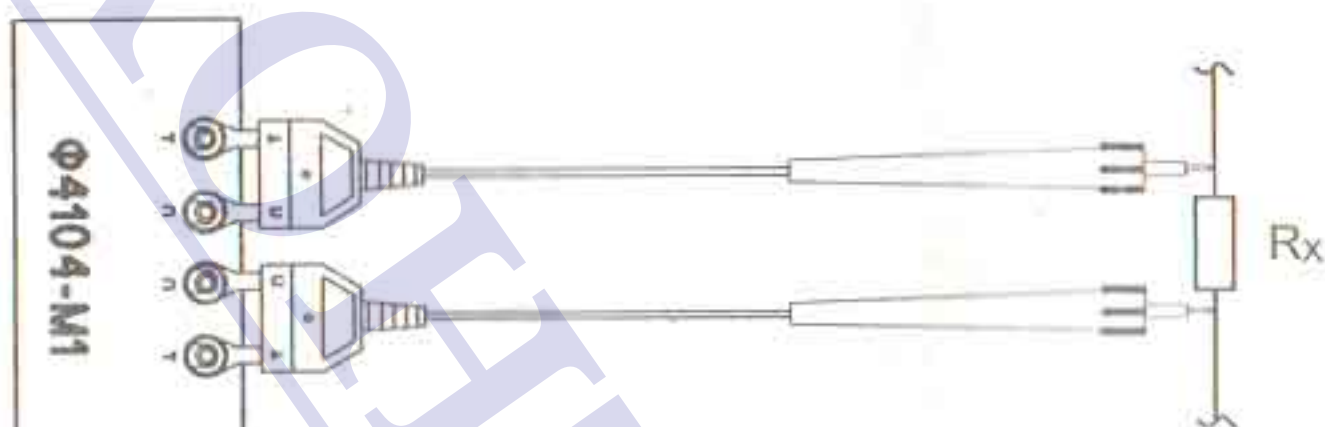


Рисунок 6.2 – Схема измерения сопротивления без исключения влияния соединительных проводов

7 ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1 Установить переключатель « $m\Omega$, Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ » в положение, соответствующее выбранному диапазону измерений.

7.2 Установить переключатель ОТКЛ, КЛБ, ПИ в положение КЛБ.
ВНИМАНИЕ! УСТАНОВКУ НУЛЯ, КАЛИБРОВКУ, ИЗМЕРЕНИЕ ПРОВОДИТЬ ТОЛЬКО ПРИ ПРЕКРАЩЕНИИ СВЕЧЕНИЯ ИНДИКАТОРА ГОТОВ.

Свечение индикатора ГОТОВ свидетельствует о процессе заряда накопительных конденсаторов, энергия которых необходима для формирования импульса измерительного тока.

7.3 Нажать кнопку УСТ 0 и ручкой УСТ 0 установить стрелку на отметку «0» шкалы, отпустить кнопку.

Допускается отклонение стрелки от отметки «0» в пределах основной погрешности после отпускания кнопки УСТ 0.

7.4 Нажать кнопку ИЗМ и ручкой КЛБ установить стрелку на отметку «10» шкалы. Калибровку микроомметра проводить при закороченных проводниках или при подключенном измеряемом сопротивлении (величина подключенного сопротивления не должна превышать верхний предел выбранного диапазона измерений).

Примечание. На диапазонах измерения « $m\Omega$ », « Ω » для фиксации результатов измерений используется запоминающее устройство. Поэтому, при проведении измерения или калибровки кнопку ИЗМ, после её нажатия, удерживать не следует. Для возвращения стрелки микроомметра на отметку «0» шкалы, перед проведением измерения или калибровки, необходимо нажать кнопку УСТ 0.

7.5 Установить переключатель ОТКЛ, КЛБ, ПИ в одно из положений «0,1», «1», «10», соответствующее выбранному пределу измерений, нажать кнопку УСТ 0, ручкой УСТ 0 установить стрелку на отметку «0», отпустить кнопку УСТ 0.

7.6 Нажать кнопку ИЗМ и провести отсчет.

7.7 При переходе на другой диапазон измерения провести установку нуля по пункту 7.3 и калибровку по пункту 7.4.

7.8 После проведения измерений переключатель ОТКЛ, КЛБ, ПИ установить в положение ОТКЛ.

Примечание 1. Во избежание перегрузки измерительного усилителя микрометра подключать измеряемое сопротивление в положение ОТКЛ или КЛБ переключателя ОТКЛ, КЛБ, ПИ.

Примечание 2. В связи с малым противодействующим моментом растяжки микроамперметра иногда наблюдается «прилипание» указателя к упору, которое устраняется легким постукиванием по корпусу прибора.

8 УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

8.1 Поверка микрометра проводится согласно ГОСТ 8.409-81 «Омметры. Методы и средства поверки» не реже одного раза в год.

8.2 При поверке микрометра использовать меры сопротивления, характеристики которых приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1

Наименование	Обозначение	Класс точности	Номинальный ток, А	Диапазон сопротивлений
Шунт измерительный	75 ШСМ	0,5	1500; 750; 150;	
Шунт измерительный	75 ШП	0,2	15; 1,5	
Катушка сопротивления измерительная	P310, P321	0,01 0,01	- -	1 мОм, 10 мОм 100 мОм
Магазин сопротивлений	P4830/1	0,05/2,5·10 ⁻⁵	-	0,01- 12222,21 Ом
Магазин сопротивлений	P33	0,2/6·10 ⁻⁶	-	0,1- 99999,9 Ом
Магазин сопротивлений	P4002	0,05	-	1·10 ⁴ - 10·10 ⁷ Ом

9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

9.1 Транспортирование и хранение микрометра должно проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 22261-94.

9.2 Условия транспортирования микрометра должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69 «Машины приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды».

9.3 При железнодорожных перевозках вид отправки - мелкая малотоннажная. При транспортировании самолетом микрометр должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

10.1 Микрометр Ф4104-М1 № 14304 изготовлен и принят в заводской номер

соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документации, технических условий ТУ25-7534.0010-88, и признан годным для эксплуатации.

Контролер ОТК



18.10.15

оттиск личного клейма

дата приемки

Первичная поверка произведена



оттиск клейма поверителя

11 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие микрометра всем требованиям технических условий при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных техническими условиями, а также при сохранении клейма изготовителя и наличии паспорта на этот микрометр.

11.2 Гарантийный срок эксплуатации микрометра 18 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию.

11.3 Гарантийный срок хранения микрометра 6 месяцев с момента его изготовления.

11.4 По вопросу гарантийного и послегарантийного обслуживания обращайтесь в следующие организации:

- 1) ООО Регион ДП, 141090, Россия, Московская область, г. Королев, мкр. Болшево, ул. Маяковского, д.10А пом. № XIII, (498) 500 13 13;
- 2) 620026, Россия, г. Екатеринбург, ул. Энгельса, 38, ООО «Промприбор», (343) 254-46-47, 254-47-41, 254-47-40, 254-47-29, т/ф 254-48-13.

Изготовитель: завод «Мегомметр» г. Умань, ул. Советская, 49
Официальный дилер на территории РФ: ООО Регион ДП,
Россия, Московская область, г. Королев, 141090, мкр. Болшево, ул. Маяковского, д.10А пом. № XIII

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

ЦА.С.34.004.А № 35296/1

Срок действия до 25 июня 2019 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Микрометры Ф4104-М1

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ПАО "Уманский завод "Мегосметр", г. Умань

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 11742-09

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
ГОСТ В.409-81

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Свидетельство об утверждении типа продлено приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 июня 2014 г. № 999

Описание типа средства измерений является обязательным приложением к источнику свидетельства.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства


Ф. В. Вулыгин



2014 г.

Серия СИ

№ 015771

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ
МИКРООММЕТРА В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ

1 Настоящая методика предназначена для расчета максимально возможного значения погрешности микроомметра, учитывающего все факторы, влияющие на погрешность измерений.

2 Нормальные условия применения:

температура окружающего воздуха, °С - 20 ± 5 ;

относительная влажность воздуха, % - 30-80;

атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) - 84-106 (630-795);

напряжение питания, В:

от сети переменного тока - $220 \pm 4,4$;

от химических источников тока - $(12^{+3}_{-1,5})$;

частота питающей сети, Гц - $(50 \pm 0,5)$, $(60 \pm 0,5)$, (400 ± 10) ;

коэффициент гармоник, % не более - 5;

внешнее магнитное поле - практически отсутствует.

3 Характеристики погрешности микроомметра в рабочих условиях применения.

3.1 Пределы допускаемых значений основной погрешности от конечного значения диапазона измерений: $\pm 4,0$ % на диапазоне 0-100 мкОм; $\pm 2,5$ % на диапазонах 0-1 мОм, 0-10 мОм, 0-100 мОм, 0-1 Ом; $\pm 1,5$ % на остальных диапазонах.

3.2 Пределы допускаемых значений вариации показаний равны пределам допускаемой основной погрешности.

3.3 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности вызванной отклонением микроомметра от нормального положения в любом направлении на 10° равны 1,5 % от конечного значения диапазона измерения.

3.4 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности вызванной отклонением напряжения питания на ± 22 В при питании от сети переменного тока 220 В равны пределам допускаемой основной погрешности.

3.5 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности микроомметра под влиянием внешнего постоянного однородного магнитного поля с индукцией 0,5 мТл при самом неблагоприятном направлении, равны пределам допускаемой основной погрешности.

3.6 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности вызванной протеканием через измеряемое сопротивление токов промышленной частоты не превышающих:

- на диапазонах измерений 0 - 100 мкОм, 0 - 1 мОм, 0 - 10 мОм - 80 мА;

- на диапазонах измерений 0-100 мОм, 0-1 Ом - 8 мА,

равны пределам допускаемой основной погрешности.

3.7 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормального

значения до любой температуры, в пределах рабочих температур, на каждые 10 °С изменения температуры, равны пределам допускаемой основной погрешности.

3.8 Пределы допускаемых значений дополнительной погрешности, вызванной изменением относительной влажности окружающего воздуха от нормального значения до максимального, равны утроенному значению пределов допускаемой основной погрешности.

4 Приведенная погрешность измерения Δ в общем случае вычисляется по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_0^2 + \sum_{n=1}^n \Delta_{Cn}^2} \quad (\text{Б.1})$$

где Δ_0 - предел допускаемой основной приведенной погрешности;

Δ_{Cn} - предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности от n-го воздействующего фактора.

5 Перед проведением измерений необходимо по возможности уменьшить количество факторов, вызывающих дополнительную погрешность, например, установить микроомметр практически горизонтально, вдали от мощных силовых трансформаторов, использовать новые химические источники тока или сеть переменного тока с напряжением (220±4,4) В и т.п.

6 Пример расчета погрешности микроомметра в реальных условиях применения.

6.1 Условия проведения измерений следующие:

температура воздуха минус 20 °С;

влажность не более 60 %;

микроомметр питается от химических источников тока напряжением 10,5 В;

микроомметр горизонтально установить нет возможности;

источники магнитных полей отсутствуют.

6.2 Измеренная величина сопротивления контакта $R_x = 8$ мОм на диапазоне 0-10 мОм.

6.3 Приведенную погрешность определим по формуле (Б.1), учитывая следующие составляющие дополнительных погрешностей:

от температуры $\Delta_{C1} = \frac{20 - (-20)}{10} \cdot 2,5 = 10 \%$,

от наклона микроомметра $\Delta_{C2} = 1,5 \%$,

$$\Delta = \sqrt{\Delta_0^2 + \Delta_{C1}^2 + \Delta_{C2}^2} = \sqrt{6,25 + 100 + 2,25} = 10,4 \%$$

6.4 Относительная погрешность γ может быть определена по формуле:

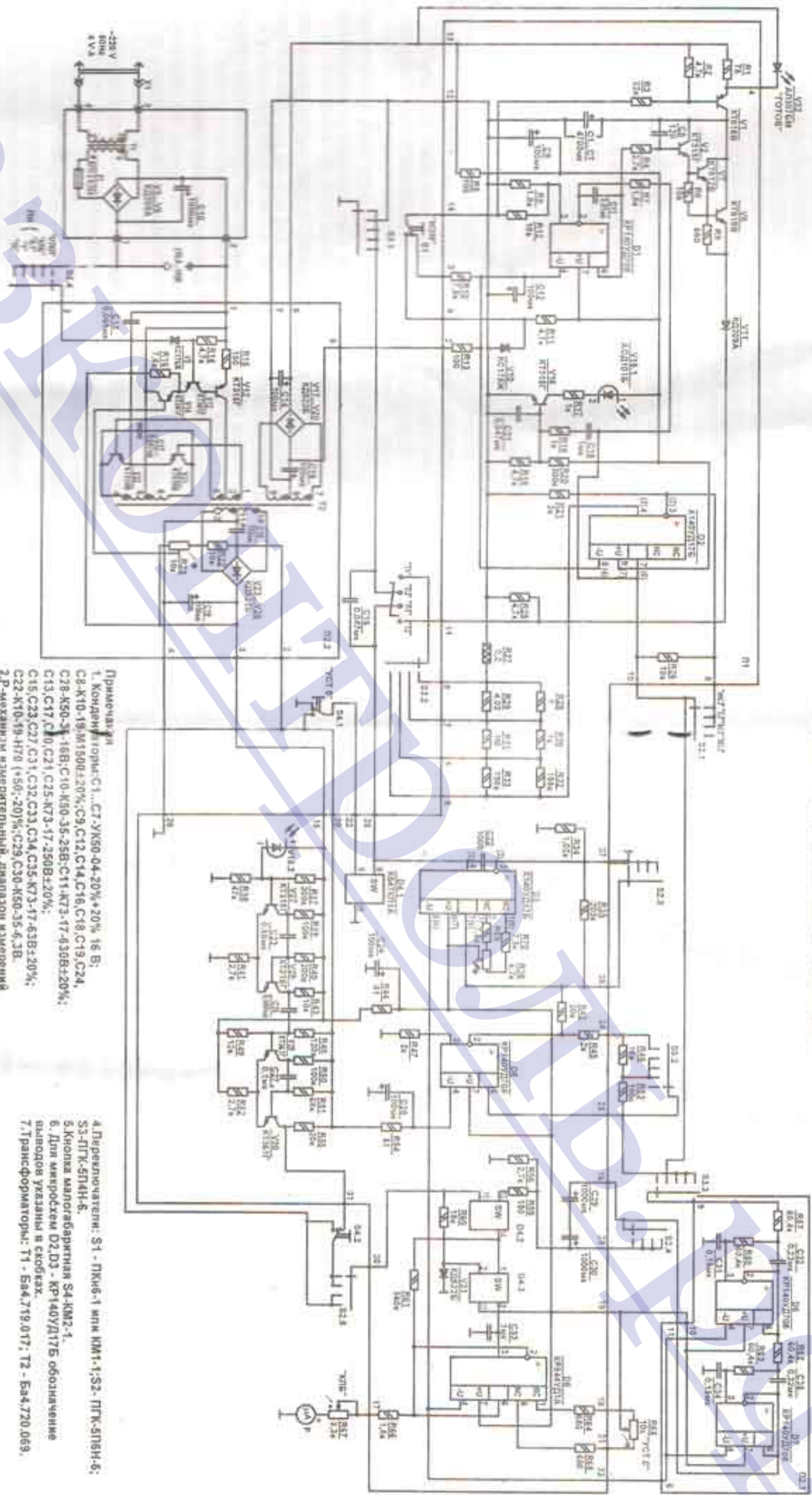
$$\gamma = \frac{N}{R_x} \cdot \Delta, \quad (\text{Б.2})$$

где N – конечное значение диапазона измерения.

$$\gamma = \frac{10}{8} \cdot 10,4 = 13 \%$$

Приложение В
(справочное)

Схема электрическая принципиальная микрометра Ф4104-М1



- Примечания:
- 1. Конденсаторы: С1...С7 - УКС0-04-20%±20% 16 В; С8-К10-19-М150В±20%; С9, С12, С14, С16, С18, С19, С24, С28-К50-3-16В; С10-К50-35-25В; С11-К73-17-630В±20%; С13, С17, С10, С21, С25-К73-17-250В±20%;
 - С15, С23, С27, С31, С32, С33, С34, С35-К73-17-63В±20%; С22-К10-19-Н70 (+50;-20)%; С29, С30-К50-35-6-3В;
 - 2. Р-механизм измерительный, диапазон измерений 0-200 мкм, класс точности 1,0;
 - 3. Резисторы: R1...R20, R22, R31, R37...R41, R43, R44, R48...R52, R54...R56, R59...R61, R64, R66, R68, R69, R70-С2-23±10%; R21, R25, R26, R30, R32...R35, R42, R45, R46, R47, R53-С2-29В±0,1%; R28, R29, R57, R58, R62, R63-С2-29В±0,5%; R23-СП3-38В; R36-СП5-2±10%; R27 - Бас.634.009-07; R65, R67-СП3-44М±20%;
 - 4. Переключатели: S1 - ПКНБ-1 или КМ1-1; S2 - ПК-СПВН-6; S3 - ПК-5П4Н-6;
 - 5. Кнопка малоработная S4-КМ2-1;
 - 6. Для микросхем D2, D3 - КР140УД17Б обозначение выводов указаны в скобках;
 - 7. Трансформаторы: Т1 - Бас.719.017; Т2 - Бас.720.069.