

ОКП 42 2513 0161



Магазин сопротивления
P4831

П а с п о р т
2.704.001 ПС

Настоящий документ является совмещенным и содержит разделы технического описания, инструкции по эксплуатации и паспорта.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Назначение	3
2. Технические характеристики	3
3. Комплектность	6
4. Устройство и принцип работы	6
5. Указания мер безопасности	7
6. Подготовка к работе	8
7. Порядок работы	8
8. Указания по поверке	18
9. Техническое обслуживание	21
10. Свидетельство о приемке	22
11. Сведения об упаковке	22
12. Транспортирование и хранение	23
13. Гарантия изготовителя	23

Приложение 1. Сведения о содержании драгоценных материалов.

Приложение 2. Схема электрическая принципиальная.

Перечень элементов.

Приложение 3. Методика расчета погрешности поверки магазина.

Приложение 4. Форма протокола поверки магазина.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Магазин сопротивления Р4831 (в дальнейшем — магазин) предназначен для работы в цепях постоянного тока в качестве многозначной меры электрического сопротивления (ММЭС), а также в качестве двухдекадной переходной меры электрического сопротивления (двухдекадной МЭС) при измерении сопротивлений методом замещения.

Нормальные условия применения магазина:

температура окружающего воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха от 25 до 80%;

атмосферное давление $(84—106,7)$ кПа

$[(630—800)$ мм Hg];

рабочее положение — любое.

Рабочие условия применения магазина:

температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха от 25 до 80% в рабочем диапазоне температур;

атмосферное давление $(84—106,7)$ кПа

$[(630—800)$ мм Hg];

рабочее положение — любое.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Класс точности магазина при использовании в качестве ММЭС $0,02/2 \cdot 10^{-6}$. Погрешность магазина при использовании в качестве двухдекадной МЭС зависит от точности используемых образцовых катушек сопротивления, условий применения и времени измерения.

2.2. Диапазон показаний при использовании магазина в качестве ММЭС — от начального до 111111,10 Ω ступенями через 0,01 Ω , диапазон показаний при использовании магазина в качестве двухдекадной МЭС:

от	0,002	до	0,110 Ω	ступенями через	0,001 Ω ;
»	0,12	»	1,10 Ω	»	0,01 Ω ;
»	1,2	»	11 Ω	»	0,1 Ω ;
»	12	»	110 Ω	»	1 Ω ;
»	120	»	1100 Ω	»	10 Ω ;
»	1200	»	11000 Ω	»	100 Ω ;
»	12000	»	110000 Ω	»	1000 Ω ;

2.3. Предел допускаемого отклонения (δ_n) действительного значения сопротивления от номинального значения, %, рассчитывают по формуле:

$$\delta_n = \pm \left\{ 0,02 + 2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{R_k}{R} - 1 \right) \right\} \quad (1)$$

где R_k — наибольшее значение сопротивления магазина, Ω ;
 R — номинальное значение включенного сопротивления, Ω .

Отклонение действительного значения сопротивления от номинального при первичной поверке (при выпуске с предприятия-изготовителя) не превышает значения, вычисленного по формуле (1) в нормальных условиях применения, установившемся состоянии теплового равновесия и мощности рассеивания не выше номинальной, номинальном токе магазина при включении декад « $\times 0,1 \Omega$ » и « $\times 0,01 \Omega$ » не более 0,3 А.

2.4. Предел допускаемой основной погрешности δ в процентах от нормирующего значения в течение года со дня поверки после изготовления соответствует значению, вычисленному по формуле (1).

Предел допускаемой основной погрешности в течение любого года эксплуатации (после первого года) соответствует установленному классу точности.

2.5. Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха (среды) между верхним (нижним) пределом диапазона температур нормальных условий применения и некоторой точкой в смежной области температур рабочих условий применения, соответствующей наибольшему изменению сопротивления, соответствует значению, определяемому по формуле (1).

2.6. Предел допускаемой дополнительной погрешности магазина в процентах от номинального значения при изменении мощности рассеивания от номинальной до любого значения, не превышающего максимальную мощность при нормальных условиях применения и установившемся состоянии теплового равновесия, не превышает значения, определяемого по формуле (1).

2.7. Номинальная мощность рассеивания на одну ступень составляет: 0,001 W для декады 0,01 Ω ; 0,01 W для декады 0,1 Ω ; 0,05 W для декады 1 Ω и выше.

2.8. Максимальная мощность рассеивания на одну ступень составляет: 0,003 W для декады 0,01 Ω ; 0,03 W для декады 0,1 Ω ; 0,1 W для декады 1 Ω и выше.

2.9. Относительная погрешность магазина (δ_m) в пропентах при использовании его в качестве двухдекадной МЭС определяется по формуле:

$$\delta_m = \frac{n'R_{N1}(\delta_{N1} + 2\delta_{01}) + n''R_{N2}(\delta_{N2} + 2\delta_{02})}{n'R_{N1} + n''R_{N2}} + 2 \cdot 10^{-5} \tau (0,03P + 0,1At), \quad (2)$$

где n' , n'' — количество используемых резисторов первой и второй декад магазина соответственно;

R_{N1} , R_{N2} — номинальное значение сопротивления образцовых катушек сопротивления, с помощью которых определяется действительное значение сопротивления используемых резисторов первой и второй декад магазина соответственно, Ω ;

δ_{N1} , δ_{N2} — значение относительной погрешности первой и второй образцовых катушек сопротивления соответственно, %;

δ_{01} , δ_{02} — значение погрешности отчета при поверке неиспользуемых резисторов первой и второй декад соответственно, %;

τ — время измерения резисторов декад ($\tau \leq 10$ min);

P — мощность рассеивания наиболее нагруженного резистора используемых декад, mW;

At — наибольшее значение по абсолютной величине изменения температуры окружающего воздуха при поверке неиспользуемых резисторов первой и второй декад магазина, $^{\circ}\text{C}$.

2.10. Среднее значение начального сопротивления (R_0) магазина (т. е. сопротивление при установке декадных переключателей магазина на нулевые показания) не превышает 0,021 Ω .

2.11. Вариация начального сопротивления (ΔR_0) магазина, вызванная изменением переходных сопротивлений контактов переключающих устройств, не превышает 0,0021 Ω .

2.12. Электрическое сопротивление изоляции ($R_{из}$) между корпусом и изолированными по постоянному току электрическими цепями магазина в рабочих условиях применения не менее $5 \cdot 10^9 \Omega$.

2.13. Изоляция между корпусом и изолированными от корпуса по постоянному току электрическими цепями магазина в рабочих условиях применения выдерживает в течение 1 min действие испытательного напряжения 2 kV переменного тока частотой 50 Hz.

2.14. Габаритные размеры магазина не превышают 370×220×190 mm.

2.15. Масса магазина, kg, не более:

без упаковки — 5;

в транспортной таре — 20.

2.16. Сведения о содержании драгоценных материалов приведены в приложении 1.

2.17. Суммарное содержание цветных металлов в магазине, kg:

1) алюминий Д16А — 0,175

2) медь и сплавы на медной основе:

проволока медная ММ — 0,112

бронза БРОф. 6,5-0,15 — 0,195

латунь Л63 — 1,00

латунь ЛС59-1 — 0,56

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

ММЭС Р4831 — 1 шт.;

Щетка поверочная — 2 шт.;

Шайба (диаметр 7 × 0,5 mm) — 4 шт.;

Паспорт 2.704.001 ПС — 1 экз.

Примечание. Поставка комплекта ЗИП для ремонта производится по отдельному заказу (1 комплект на 10 изделий).

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1. Магазин представляет собой набор последовательно соединенных резисторов, сгруппированных в декады и расположенных на основаниях рычажных переключателей, закрепленных на внутренней стороне панели.

Устройство и работа магазина рассматриваются совместно по рисункам и приложению 2.

4.2. Магазин имеет восемь деkad, пять из которых («×10000Ω», «×1000Ω», «×100Ω», «×10Ω», «×1Ω») состоят из десяти резисторов сопротивления, соответственно 10000, 1000, 100, 10, 1 Ω каждая. Резисторы намотаны бифилярно из манганинового провода на металлические каркасы, покрытые лаком.

Декада « $\times 0,1\Omega$ » состоит из 10 спиралей сопротивлением по $0,1\ \Omega$.

Декады « $\times 0,01\Omega$ » и « $\times 0,001\Omega$ » состоят из 10 петель сопротивлением соответственно $0,01$ и $0,001\ \Omega$. Спирали и петли также изготовлены из манганинового провода.

4.3. Декадные переключатели (Бл1 ... Бл8) и зажимы (Кл1 ... Кл3) расположены на панели, которая помещена в корпус.

Корпус имеет ножку-подставку для установки магазина в наклонном положении.

4.4. На внешней стороне панели магазина смонтированы три зажима «1», «2», «3», которые дают возможность подсоединять его к различным участкам схемы. При использовании магазина в качестве ММЭС необходимо подсоединить в электрическую схему ту часть магазина, которая находится между зажимами Кл1, Кл2, а в качестве двухдекадной МЭС — Кл1, Кл3 (см. приложение 2).

Часть магазина, находящаяся между зажимами Кл1 ... Кл2, представляет собой семидекадный магазин.

При необходимости получения большей плавности может использоваться декада « $\times 0,001\Omega$ » с сопротивлением одной ступени $0,001\ \Omega$, при этом вместо зажима Кл2 подсоединяется зажим, Кл3.

4.5. При использовании магазина как двухдекадной МЭС в качестве токовых (Т1, Т2) используются зажимы Кл1, Кл3, а в качестве потенциальных зажимов (П1, П2) — контакты поверочных щеток, установленных на используемых декадах.

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. К эксплуатации магазина допускаются лица, ознакомленные с правилами техники безопасности при работе с устройствами напряжением 220 В и настоящим паспортом.

5.2. Не разрешается включать магазин в электрические схемы с напряжением свыше 550 В .

5.3. При подаче на магазин напряжения свыше 42 В необходимо соблюдать осторожность и не прикасаться руками к металлическим частям зажимов.

5.4. Монтаж и замену деталей следует производить при снятом напряжении.

6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

До включения магазина в электрическую схему ручки всех декадных переключателей несколько раз проверить.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1. Использование магазина в качестве ММЭС

7.1.1. Включить магазин в схему путем присоединения проводов к зажимам «1» и «2», набрав необходимую величину сопротивления при помощи соответствующих ручек.

Отсчет включенного сопротивления (R) в омах производить по формуле:

$$R = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + R_0), \Omega, \quad (3)$$

где $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ — показания ручек декад « $\times 10000\Omega$ », « $\times 1000\Omega$ », « $\times 100\Omega$ », « 10Ω », « 1Ω », « $0,1\Omega$ », « $\times 0,01\Omega$ » соответственно;

R_0 — значение начального сопротивления магазина, Ω .

7.2. Использование магазина в качестве двухдекадной МЭС

7.2.1. Установить в нулевое положение ручки декадных переключателей неиспользуемых декад.

7.2.2 Снять рабочие щетки с используемых декад и установить на их место поверочные щетки. К одной поверочной щетке подключить по одному проводу в соответствии с рис. 1, установив используемый контакт каждой поверочной щетки на соответствующий контакт декады. При этом включенными в схему оказываются сопротивления всех резисторов между используемыми контактами поверочных щеток (для старшей из используемых декад все резисторы от начала декады до контакта а, поверочной щетки, а для младшей декады — от конца декады до контакта а, поверочной щетки, т. к. началом отсчета для старшей декады является контакт «1», а для младшей — контакт «11»).

7.3. Использование магазина в качестве двухдекадной МЭС при измерении сопротивлений мостовым методом с применением способа замещения

7.3.1. Подобрать значение сопротивления двухдекадной МЭС, близкое к значению измеряемого сопротивления.

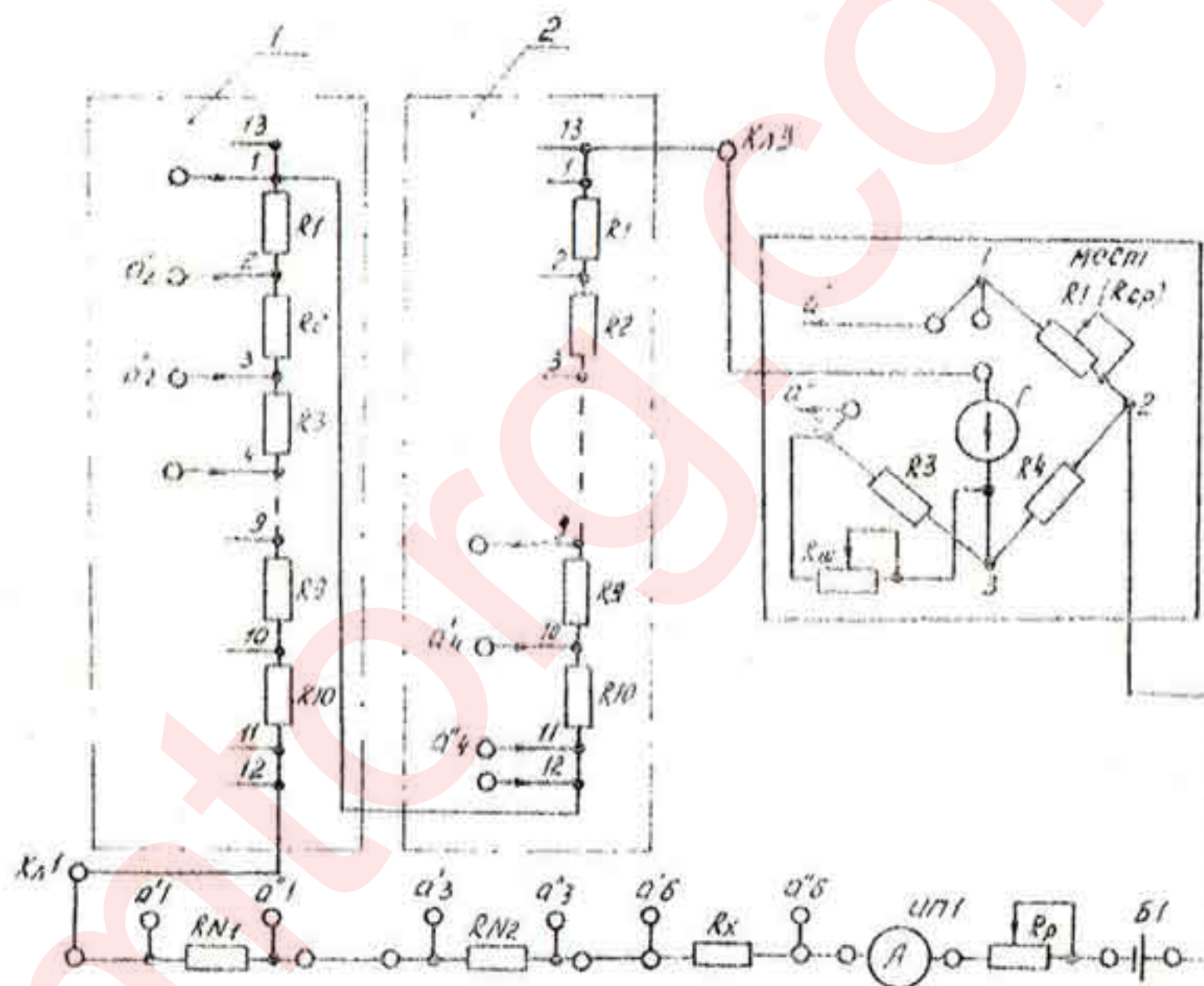
Собрать схему измерения (рис. 1).

Например. Значение измеряемого сопротивления $R_x = 24 \Omega$. В этом случае должны быть использованы в качестве старшей — декада «х 10 Ω » (две ступени от начала отсчета), в качестве младшей — декада «1 Ω » (четыре ступени от конца отсчета).

При этом провод a' (П1) моста подключить к контакту поверочной щетки старшей используемой декады, который установить на контакт «3» декады, а провод a'' (П2) — к контакту поверочной щетки младшей используемой декады, который установить на контакт «7» декады.

Токовые провода Т1 и Т2 подключаются к зажимам КЛ1 и КЛ — см. рис. 1).

Схема использования магазина в качестве двухдекадной МЭС при измерении сопротивлений мостовым методом



1 — старшая декада; 2 — младшая декада;
 R_{N1} , R_{N2} — образцовые катушки; R_x — измеряемое сопротивление;
 R_p — регулятор чувствительности; Б1 — источник питания; ИП1 — амперметр; $R_{ш}$ — шунтирующее сопротивление; Г — нульиндикатор.

Рис. 1.

Провернуть несколько раз ручки всех декадных переключателей магазина и моста.

7.3.2 Заменить в используемых декадах рабочие щетки на поверочные и несколько раз провернуть их.

7.3.3. Подсчитать значение минимального сопротивления плеча сравнения моста ($R_{\text{ср. min}}$) в омах по формуле:

$$R_{\text{ср. min}} = \frac{0,5 \cdot a}{\delta_0} \cdot 100, \quad (4)$$

где a — номинальное значение единицы последней используемой декады плеча сравнения моста, Ω ;

δ_0 — погрешность отсчета моста, равная $\delta_0 = \frac{\delta_x}{15 - 20}$, %;

δ_x — допускаемая погрешность измеряемого сопротивления R_x , %.

7.3.4. Подобрать значения сопротивлений плеч моста в зависимости от величины измеряемого сопротивления.

7.3.5. Подсчитать максимально допустимое значение силы тока питания моста (I_m) в амперах по формуле:

$$I_m = \frac{U_{m0}}{R_{\text{эм}}}, \quad (5)$$

где U_{m0} — меньшее из максимально допустимых напряжений для ветвей моста, V ;

$R_{\text{эм}}$ — эквивалентное сопротивление моста по отношению к источнику питания, $R_{\text{эм}} = \frac{(R_x + R_1) \cdot (R_3 + R_4)}{R_x + R_1 + R_3 + R_4}$, Ω .

Допустимое напряжение для ветвей (первой U_{B1} — цепь между точками 2 — 1 — 4; второй U_{B2} — между точками 2 — 3 — 4) в вольтах определить по формулам:

$$U_{B1} = I_{1\text{доп.}} \cdot R_{B1}, \quad (6)$$

$$U_{B2} = I_{2\text{доп.}} \cdot R_{B2}, \quad (7)$$

где $I_{1\text{доп.}}$, $I_{2\text{доп.}}$ — допустимая сила тока для ветвей моста (первой и второй соответственно), A ;

R_{B1} , R_{B2} — сопротивления ветвей моста (первой и второй соответственно), Ω .

Допустимые токи ($I_{1(2) \text{ доп.}}$) в амперах для ветвей моста определить по формуле:

$$I_{1(2) \text{ доп.}} = \sqrt{\frac{P}{R}}, \quad (8)$$

где P — наименьшая допустимая мощность рассеивания для резисторов ветви, W ;

R — сопротивление резистора ветки с наименьшей допустимой мощностью рассеивания, Ω .

7.3.6. Подсоединить к зажимам $X(a' - a'')$ моста образцовую катушку $R_{н1}$, сопротивление которой равно одной ступени старшей декады двухдекадной МЭС.

7.3.7. Выставить на плече сравнения $R_{сп}$ моста значение сопротивления $R_{сп.н1д}$, определенное по формуле:

$$R_{сп.н1д} = R_{н1д} \cdot \frac{R_4}{R_3} \quad (9)$$

где $R_{н1д}$ — действительное значение сопротивления образцовой катушки с учетом поправки для температуры, при которой производится измерение, Ω ;

R_3, R_4 — значения сопротивлений плеч отношения моста, Ω .

7.3.8. Отключить нулевой индикатор моста и установить регулятор чувствительности R_p в положение, соответствующее максимальной чувствительности моста, т. е. установить ток питания моста I_m , определенный по формуле (5).

7.3.9. Перевести регулятор чувствительности R_p в положение, соответствующее минимальной чувствительности моста и включить нулевой индикатор.

7.3.10. Уравновесить схему при помощи шунта $R_{ш}$ одного из плеч отношения моста. Уравновесивая схему, вывести R_p в положение, соответствующее максимальной чувствительности.

7.3.11. Выключить питание и проверить положение указателя нулевого индикатора. Если указатель изменил свое положение, то повторно уравновесить схему моста шунтом $R_{ш}$ до замеченного положения указателя.

7.3.12. Переключить провода зажимов $X(a' - a'')$ моста с образцовой катушки $R_{н1}$ на поверочную щетку старшей используемой декады (сопротивление одной ступени которой равно $R_{н1}$), соблюдая полярность, т. е. $a'1$ на $a'2$ и $a''1$ на $a''2$.

Установить поверочную щетку на соответствующие контакты основания декады (табл. 1) для измерения сопротивления резистора первой ступени.

Примечание. При измерении сопротивлений резистора первой ступени старшей используемой декады провод a' моста необходимо подключать на контакт «11» младшей используемой декады с помощью поверочной щетки.

7.3.13. Включить питание моста и уравновесить схему плечом сравнения R_{cp} моста. Выключить питание моста, проверить положение указателя нулевого индикатора. Если указатель изменил свое положение, то повторно уравновесить схему плечом сравнения R_{cp} моста до замеченного положения нулевого индикатора.

Записать показания плеча сравнения моста при измерении сопротивления резистора первой ступени старшей используемой декады двухдекадной МЭС.

Устанавливая поверочную щетку на соответствующие контакты основания декады (табл. 1), измерьте и запишите показания плеча сравнения моста при измерении сопротивлений всех используемых резисторов. Поверочную щетку с декады не снимать.

7.3.14. Переключить провода с поверочной щетки старшей используемой декады на образцовую катушку R_{N2} , сопротивление которой равно одной ступени младшей используемой декады, соблюдая полярность, т. е. $a'2$ на $a'3$ и $a''2$ на $a''3$.

Выполнить операции по пп. 7.3.2—7.3.5, 7.3.7—7.3.11 с подключенной образцовой катушкой R_{N2} , выставив на плече сравнения R_{cp} значение сопротивления ($R_{cp.N2Д}$) в омах,

$$R_{cp.N2Д} = R_{N2Д} \cdot \frac{R'4}{R'3}, \quad (10)$$

где $R_{N2Д}$ — действительное значение сопротивления образцовой катушки с учетом поправки для температуры, при которой производится измерение, Ω ;

$R'3$, $R'4$ — значения сопротивлений плеч отношения моста, определенное по п. 7.3.4, Ω .

7.3.15. Переключатель провода зажимов X ($a'—a''$) моста с образцовой катушки R_{N2} на поверочную щетку младшей используемой декады, сопротивление одной ступени которой равно R_{N2} , соблюдая полярность, т. е. $a'3$ на $a'4$ и $a''3$ на $a''4$.

Установить поверочную щетку на соответствующие контакты основания декады (табл. 1) для измерения сопротивления резистора последней ступени.

Выполнить операции по п. 7.3.14 для младшей используемой декады, с учетом п. 7.2.2.

7.3.16. Подсчитать сумму действительных значений сопротивлений ($R_{мд}$) в омах всех поверенных резисторов старшей и младшей используемых декад по формуле:

$$R_{мд} = \frac{R_3}{R_4} \sum_1^m R_{x1cp} + \frac{R'_3}{R'_4} \sum_1^{m'} R_{x2cp}, \quad (11)$$

где R_{x1cp} , R_{x2cp} — показания плеча сравнения моста при измерении сопротивлений используемых резисторов старшей и младшей декад согласно пп. 7.3.14 и 7.3.16 соответственно, Ω ;

m , m' — количество поверенных резисторов старшей и младшей используемых декад;

R_3 , R_4 , R'_3 , R'_4 — значения сопротивлений плеч отношения моста.

7.3.17. Переключить, соблюдая полярность, провода зажимов X ($a'—a''$) моста к зажимам поверочных шеток (a' — к контакту младшей декады, a'' — к контакту старшей декады) на контактах между которыми номинальное сопротивление соответствует п. 7.3.1 (аналогично п. 7.2.2).

7.3.18. Установить на плече сравнения моста значение сопротивления $R_{мд}$, определенное по формуле (11).

Подобрать значения сопротивлений плеч отношения моста по п. 7.3.4.

Включить питание и выполнить операции по пп. 7.3.11, 7.3.12.

7.3.19. Переключить провода зажимов X ($a'—a''$) моста с потенциальных зажимов поверочных шеток на потенциальные зажимы измеряемого сопротивления R_x , соблюдая полярность, т. е. на $a'6$ и $a''6$.

Включить питание и уравновесить схему плечом сравнения моста, как указано в п. 7.3.14. Записать показания плеча сравнения моста и определить действительное значение измеряемого сопротивления ($R_{хд}$) в омах по формуле:

$$R_{хд} = R_{хсп} \cdot \frac{R''_3}{R''_4}, \quad (12)$$

где $R_{хсп}$ — показание плеча сравнения моста после окончательного уравновешивания, Ω ;

R''_3 , R''_4 — значения сопротивлений плеч отношения моста, Ω .

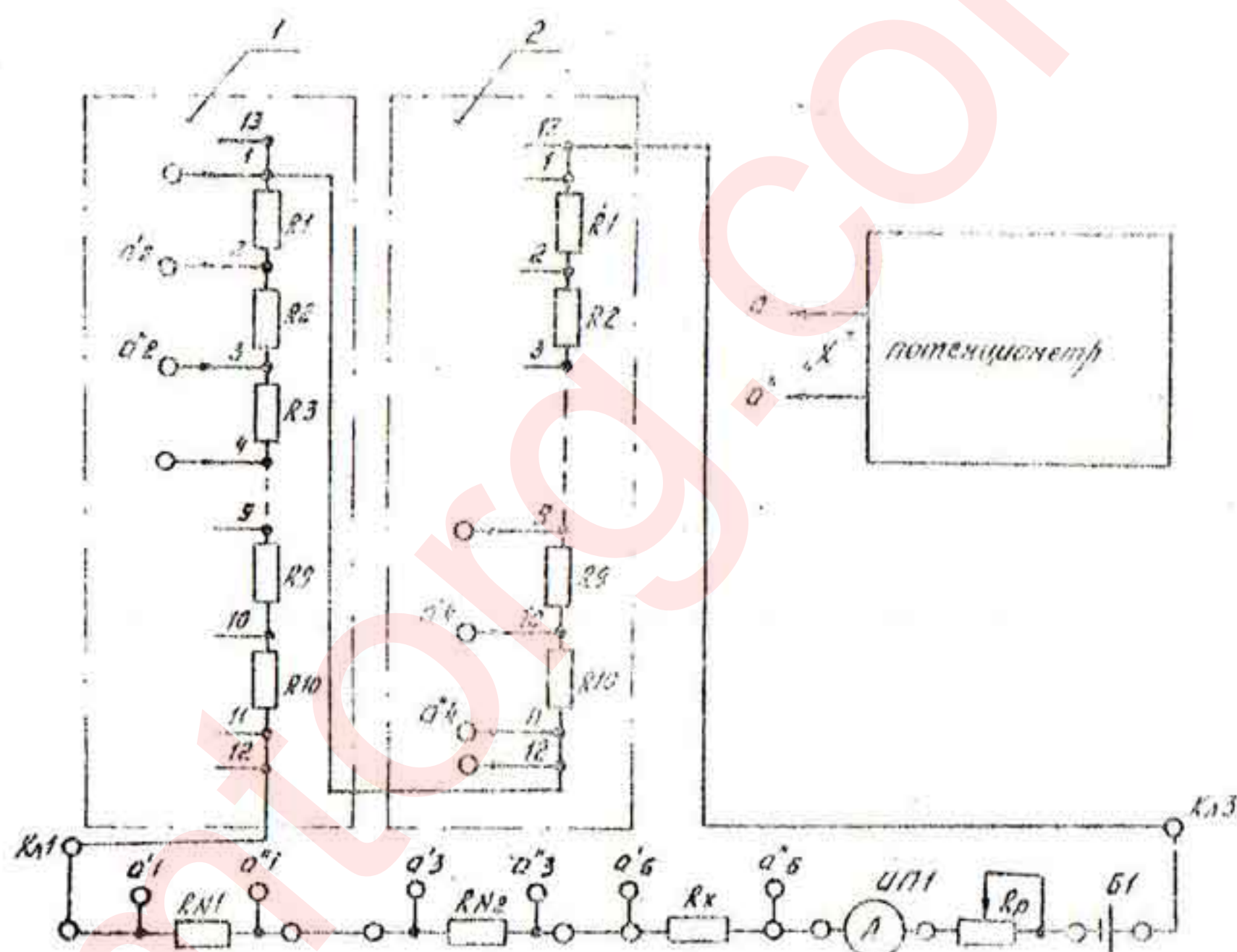
7.4. Использование магазина в качестве двухдекадной МЭС при измерении сопротивления компенсационным методом

7.4.1. Подобрать значение сопротивления двухдекадной МЭС, близкое к значению измеряемого сопротивления R_x .

7.4.2. Собрать схему измерения (рис. 2) и выполнить указания п. 7.3.2. Подсоединить выходные зажимы X ($a'—a''$) потенциометра к образцовой катушке R_{N1} .

7.4.3. Подготовить потенциометр к работе согласно инструкции по эксплуатации.

Схема использования магазина в качестве двухдекадной МЭС при измерении сопротивлений потенциометрическим методом



1 — старшая декада; 2 — младшая декада;
 R_{N1} , R_{N2} — образцовые катушки; R_x — измеряемое сопротивление;
 R_p — регулятор чувствительности; Б1 — источник питания; ИП1 — амперметр.

Рис. 2.

7.4.4. Установить напряжение компенсации ($U_{к1}$) в вольтах, зная действительное значение сопротивления образцовой катушки $R_{н1д}$, с учетом поправки для температуры, при которой производится измерение.

Напряжение компенсации $U_{к1}$ подсчитать по формуле:

$$U_{к1} = 10^n \cdot R_{н1д}, \text{ В}, \quad (13)$$

где n — целое число.

Подсчитать и установить при помощи регулятора чувствительности максимально допустимое значение тока (I_1) в амперах в цепи R_N — R_X по формуле:

$$I_1 = \sqrt{\frac{P}{R}}, \text{ А}, \quad (14)$$

где P — допустимая мощность рассеивания измеряемого резистора R_X , Вт;

R — значение сопротивления измеряемого резистора R_X , Ω .

Значение напряжения ($U_{н1}$) в вольтах на образцовой катушке определить по формуле:

$$U_{н1} = I_1 \cdot R_{н1д}, \quad (15)$$

При $U_{к1} = U_{н1}$ найти значение числа 10^n по формуле:

$$10^n \geq \frac{U_{н1}}{R_{н1д}} \quad (16)$$

7.4.5. Установить через защитное сопротивление потенциометра при помощи регулятора чувствительности R_p указатель нульиндикатора потенциометра в исходное положение шкалы; затем установить его в исходное положение, включив нульиндикатор без защитного сопротивления.

7.4.6. Установить переключатель потенциометра, соответствующий операции «контроль — измерение», в положение «контроль» и проверить нахождение указателя нульиндикатора. Если его положение изменилось, то принять это положение за исходное. Затем перевести переключатель в положение «измерение» и уравновесить схему при помощи регулятора чувствительности R_p (рис. 2). Если положение указателя нульиндикатора находится достаточно близко по отношению к исходному, можно считать уравновешивание законченным.

7.4.7. Переключить провода с образцовой катушки R_{N1} на поверочную щетку старшей используемой декады, соблюдая полярность, т. е. $a'1$ на $a'2$ и $a''1$ на $a''2$.

7.4.8. Установить поверочную щетку на соответствующие контакты основания декады (табл. 1) для измерения сопротивления резистора первой ступени (с учетом примечания к п. 7.3.12).

Уравновесить схему при помощи измерительных декад потенциометра и отсчитать напряжение компенсации U_{X1} для поверяемого резистора, записать его значение.

Устанавливая поверочную щетку на соответствующие контакты основания декад (табл. 1), измерить и записать напряжение компенсации всех используемых резисторов. Поверочную щетку с декады не снимать.

7.4.9. Переключить провода с поверочной щетки старшей используемой декады на образцовую катушку R_{N2} , соблюдая полярность, т. е. $a'2$ на $a'3$ и $a''2$ на $a''3$. Выполнить операции по пп. 7.3.2, 7.4.4—7.4.6.

При этом определить:

$$U_{K2} = U_{N2} = 10^n \cdot R_{N2д}, \text{ В} \quad (17)$$

7.4.10. Переключить провода с образцовой катушки R_{N2} на поверочную щетку младшей используемой декады, соблюдая полярность, т. е. $a'3$ на $a'4$ и $a''3$ на $a''4$. Выполнить операции по п. 7.4.8 и определить (записать) напряжение компенсации (U_{X2}).

7.4.11. Просуммировать полученные значения компенсационных напряжений и определить действительные значения сопротивлений (R_{mx}) в омах всех поверенных резисторов старшей и младшей используемых декад по формуле:

$$R_{mx} = \frac{\sum_1^m U_{X1} + \sum_1^{m'} U_{X2}}{10^n}, \quad (18)$$

где U_{X1} , U_{X2} — напряжения компенсации потенциометра при проверке резисторов старшей и младшей используемых декад, определенные по пп. 7.4.8 и 7.4.10 соответственно, В;

m , m' — количество поверенных резисторов старшей и младшей используемых декад.

7.4.12. Переключить, соблюдая полярность, провода зажимов X ($a'—a''$) на контактах поверочных щеток (a' — на контакте младшей декады, a'' — на контакте старшей декады), установив их на контакты декад, между которыми номинальное сопротивление соответствует п. 7.4.1.

7.4.13. Установить на потенциометре напряжение компенсации (U_{mx}) в вольтах, определенное по формуле:

$$U_{mx} = \left(\sum_1^m U_{x_1} + \sum_1^{m'} U_{x_2} \right), \quad (19)$$

Выполнить операции по п. 7.4.6.

7.4.14. Переключить провода с зажимов поверочных щеток на потенциальные зажимы измеряемого сопротивления R_x , соблюдая полярность, т. е. на $a'6$ и $a''6$.

Уравновесить схему потенциометра и определить действительное значение измеренного сопротивления (R_{xd}) в омах по формуле:

$$R_{xd} = R_{mx} \frac{U_x}{U_{mx}}, \quad (20)$$

где U_x — напряжение компенсации, отчисленное по показаниям потенциометра после окончательного уравновешивания, В.

7.5. Определение погрешности измерения при использовании магазина в качестве двухдекадной МЭС

Определить относительную погрешность измерения сопротивлений в процентах при использовании магазина в качестве двухдекадной МЭС по формуле:

$$\delta x = \delta m + \delta m_3 + 2\delta_{\text{ср}}, \quad (21)$$

где $\delta m_3 = 2\delta_{\text{ср}} \frac{\Delta R_{\text{ср}}}{R_{\text{ср}}}$ — методическая погрешность при изме-

рении сопротивлений с применением способа замещения, %;

$\delta_{\text{ср}}$ — значение максимально-допустимого отклонения плеча сравнения моста от номинального значения (или класс точности потенциометра), %;

$\Delta R_{\text{ср}} = |R_{\text{срх}} - R_{\text{срн}}|$ — разность показания плеча сравнения моста (отсчета потенциометра) при измерении поверяемого и образцового резисторов, Ω ;

$R_{\text{ср}}$ — значение сопротивления плеча сравнения моста (или показание потенциометра), Ω ;

δ_0 — погрешность отсчета поверяемого резистора, %;

δ_M — относительная погрешность двух-декадной МЭС.

8. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

8.1. Поверка магазина — по МИ 1695-87 с дополнениями, изложенными в настоящем разделе. Периодичность поверки — по ГОСТ 8.513-84.

8.2. Требования безопасности

8.2.1. При проведении поверки соблюдать требования техники безопасности, указанные в разделе 5.

8.3. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

поверяемый магазин выдержать в нормальных условиях применения — не менее 12 h;

снять ручки декадных переключателей;

снять щеткодержатель с поверяемой декады, установить на основании поверяемой декады поверочную щетку и закрепить ее;

провернуть несколько раз поверочную щетку.

При недостаточном контакте необходимо добавить шайбы диаметром $7 \times 0,5$ mm.

8.4. Проведение поверки

8.4.1. Сопротивление изоляции измерить тераомметром с рабочим напряжением (500 ± 100) V путем приложения на-

пряжения между всеми соединенными между собой зажимами («1» ... «3») и верхней панелью.

8.4.2. Определение метрологических характеристик.

8.4.2.1. Действительное значение сопротивления магазина определить поэлементной поверкой сопротивлений резисторов декад методом замещения соответствующими образцовыми мерами (катушками) сопротивления класса 0,01 с учетом поправок или способом комплектной поверки.

Сопротивления резисторов декад « $\times 1000\Omega$ »; « $\times 100\Omega$ »; « $\times 10\Omega$ »; « $\times 1\Omega$ »; « $\times 0,1\Omega$ »; « $\times 0,01\Omega$ »; « $\times 0,001\Omega$ » при поэлементной поверке измерить при четырехзажимном подключении измеряемого сопротивления, а резисторов декады « $\times 10000\Omega$ » — при двухзажимном подключении.

При измерении сопротивлений резисторов декад поверочную щетку устанавливать на соответствующие контакты поверяемой декады согласно табл. 1.

Допускаемые относительные погрешности резисторов декад не должны превышать значений, указанных в табл. 3.

Действительное значение сопротивления магазина при поверке сопротивлений резисторов декад магазина способом комплектной поверки определить, подключив средство поверки к зажимам «1», «2». При этом определить величину сопротивления каждой декады при всех отчетах по ней. Все остальные декады должны быть установлены в нулевое положение.

8.4.2.2. Начальное сопротивление магазина и его вариацию определить с помощью моста, подключенного к зажимам «1», «2», позволяющего измерять сопротивление менее $0,1\ \Omega$ с погрешностью, не превышающей 1%.

Перед каждым измерением три — пять раз провернуть ручки всех декадных переключателей, а затем установить их в положение 0.

8.4.2.3. Проверка относительной погрешности магазина при использовании его в качестве двухдекадной МЭС обеспечивается проверкой магазина, используемого в качестве ММЭС.

Таблица 1

Поверяемый резистор (ступень декады)	Обозначение контактов основания декады, к которой должны подключаться провода поверочной щетки					
	при четырехзажимном подключении измеряемого сопротивления				при двухзажимном подключении изме- ряемого сопротив- ления	
	от бата- реи пита- ния (Т1)	от зажим- а моста Х1 (П1)	от зажим- а моста Х2 (П2)	от образ- цовой ка- тушки (Т2)	от зажим- а моста Х1 (П1)	от зажим- а моста Х2 (П2)
1	3	2	1	13	2	1
2	4	3	2	1	3	2
3	5	4	3	2	4	3
4	6	5	4	3	5	4
5	7	6	5	4	6	5
6	8	7	6	5	7	6
7	9	8	7	6	8	7
8	10	9	8	7	9	8
9	11	10	9	8	10	9
10	12	11	10	9	11	10

Таблица 2

Обозначение декад	Допускаемая относительная погрешность, %
« $\times 10000\Omega$ »	$\pm 0,02$
« $\times 1000\Omega$ »	$\pm 0,02$
« $\times 100\Omega$ »	$\pm 0,02$
« $\times 10\Omega$ »	$\pm 0,02$
« $\times 1\Omega$ »	$\pm 0,03$
« $\times 0,1\Omega$ »	$\pm 0,15$
« $\times 0,01\Omega$ »	$\pm 1,5$
« $\times 0,001\Omega$ »	± 10

8.5. Методика расчета погрешности и форма протокола периодической поверки магазина приведены в приложениях 3 и 4.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Необходимо периодически осматривать контакты декадных переключателей магазина, при необходимости очищать их от грязи и слегка смазывать химически нейтральной смазкой. Контакты скрыты под ручками декадных переключателей, которые фиксируются на своих осях пружинным замком. Для снятия или установки ручек приложите необходимое усилие по направлению оси переключателя.

ВНИМАНИЕ! На декадных переключателях установлены металлические шайбы диаметром $7 \times 0,5$ mm, служащие для обеспечения фиксации и регулировки начального сопротивления магазина. При установке щеток декадных переключателей шайбы необходимо установить на прежнее место.

9.2. Конструкция магазина рассчитана на длительную работу без ремонта, но в случае каких-либо неисправностей в механической или электрической части, требующих разборки, магазин необходимо направить в специализированную ремонтную мастерскую.

9.3. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл. 3.

Таблица 3

Неисправность	Причина	Способ устранения
Отсутствие контакта в декадном переключателе	Ослаблено усилие щетки; загрязнены контакты	Установить дополнительную шайбу диаметром $7 \times 0,5$ mm; почистить контакты любым обезжиривающим веществом и слегка смазать химически нейтральной смазкой

10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Магазин сопротивления Р 4831 (ММЭС Р 4831)
заводской N 0432
с начальным сопротивлением $R_0=0,0$ 20 Ом
соответствует техническим условиям и признан год-
ным к эксплуатации.

Дата аттестации " 18 " 11 2013 г.

М.П.

Представитель ОТК



М.П. Государственный поверитель

**11. СВЕДЕНИЯ ОБ УПАКОВЫВАНИИ**

11.1. Магазин, запасные части и эксплуатационная до-
кументация уложены в коробку.

11.2. Ящик внутри выстлан битумированной бумагой и
коробка с изделием уложена в ящик на слой древесной струж-
ки. Пространство между стенками ящика и коробкой запол-
нено древесной стружкой.

11.3. Товаросопроводительная документация уложена в
мешок из полиэтиленовой пленки и помещена под крышку
ящика. Ящик опломбирован.

12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

12.1. Магазин можно транспортировать крытым транспортом любого вида. При транспортировании самолетом магазин следует размещать в герметизированном отапливаемом отсеке.

Железнодорожные вагоны, контейнеры, кузова автомобилей, используемые для перевозки магазинов, не должны иметь следов перевозки цемента, угля, химикатов и т. п.

12.2. Климатические и механические воздействия при транспортировании магазина:

температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50°C;

относительная влажность воздуха 95% при 25°C;

максимальное ускорение 30 m/s² при частоте от 80 до 120 ударов в минуту.

12.3. Магазин должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°C и относительной влажности 80% при 25°C.

12.4. Магазин без упаковки следует хранить при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°C и относительной влажности 80% при температуре 25°C.

12.5. В воздухе помещений для хранения не должны содержаться пыль, пары кислот и щелочей, агрессивные газы и другие вредные примеси, вызывающие коррозию.

13. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

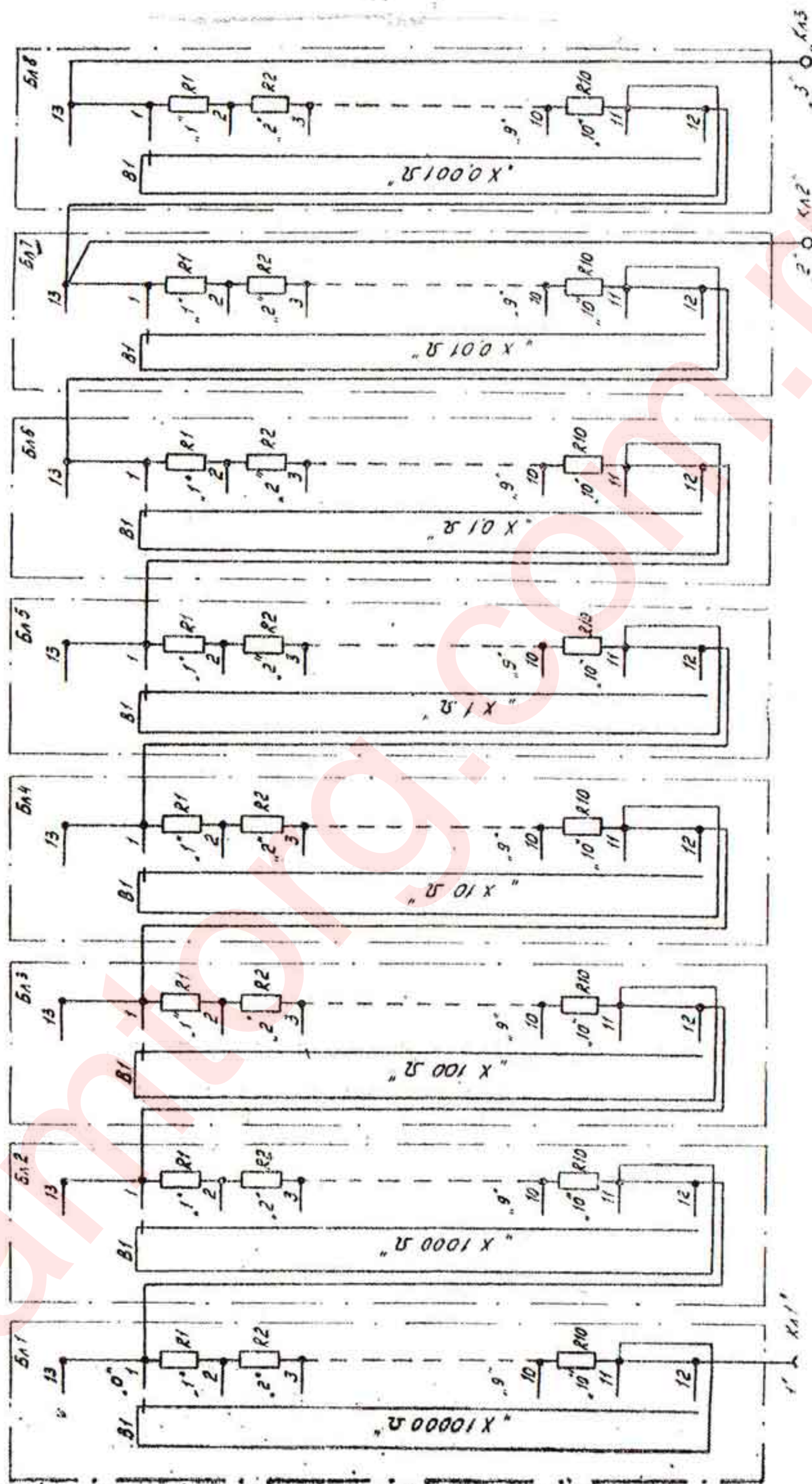
13.1. Изготовитель гарантирует соответствие магазина требованиям его технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации, хранения и транспортирования, а также при условии сохранности клейма предприятия-изготовителя.

13.2. Гарантийный срок эксплуатации — 24 месяца со дня ввода в эксплуатацию.

13.3. Гарантийный срок хранения — 6 месяцев с момента изготовления.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Схема электрическая принципиальная



Приложение 1

Сведения о содержании драгоценных материалов

Наименование	Обозначение	Сборочные единицы, комплекты, комплексы			Масса в 1 шт., g	Масса в изделии, g	Номер акта	Примечание
		обозначение	к-во	к-во в изделии				
Серебро Резисторы	5.634.250-01	6.670.102	10	1	0,00387	0,0387		
	5.634.251-01	6.670.102-01	10	1	0,003240	0,0324		
	5.634.251-03	6.670.102-02	10	1	0,002970	0,0297		
	5.634.253-01	6.670.102-03	10	1	0,00567	0,0567		

Итого: 0,1575

Продолжение приложения 2

Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Кл1...Кл3	Зажим	3	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 10000 \Omega$) Резистор 10000Ω Основание	1 10 1	Бл1
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 1000 \Omega$) Резистор 1000Ω Основание	1 10 1	Бл2
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 100 \Omega$) Резистор 100Ω Основание	1 10 1	Бл3
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 10 \Omega$) Резистор 10Ω Основание	1 10 1	Бл4
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 1 \Omega$) Резистор 1Ω Основание	1 10 1	Бл5
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,1 \Omega$) Резистор $0,1 \Omega$ Основание	1 10 1	Бл6
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,01 \Omega$) Резистор $0,01 \Omega$ Основание	1 10 1	Бл7
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,001 \Omega$) Резистор $0,001 \Omega$ Основание	1 10 1	Бл8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ПОГРЕШНОСТИ МАГАЗИНА

1. Предел допускаемого отклонения действительного значения сопротивления (δ) определяют по формуле (1).

2. При поэлементной поверке магазина по результатам определения сопротивления всех ступеней декад рассчитывают действительное значение сопротивления магазина для каждого показания по формуле:

$$R_{дп} = \sum_{i=1}^n R_{дi}, \quad (22)$$

где $R_{дп}$ — действительное значение сопротивления проверяемой декады при показании n $R_{ном}$, Ω ;

$R_{дi}$ — действительное значение сопротивления i -ой ступени, Ω ;

$R_{ном}$ — номинальное значение сопротивления одной ступени проверяемой декады, Ω .

Действительное значение измеряемого сопротивления:

$$R_{дi} = R_o \frac{R'x}{R'o}, \quad (22a)$$

где R_o — значение образцовой меры, Ω ;

$R'x$ и $R'o$ — отсчеты по мосту при подключении проверяемой и образцовой меры соответственно, Ω .

Относительную погрешность в процентах показаний декады определяют по формуле:

$$\delta_{ip} = \frac{R_{дi} - R_{ном}}{R_{ном}} \cdot 100, \quad (23)$$

где $R_{дi}$ — действительное значение сопротивления i -ой ступени, Ω ;

$R_{ном}$ — номинальное значение сопротивления одной ступени проверяемой декады, Ω .

3. Среднее значение начального сопротивления (R_o) в омах определяют по формуле:

$$R_o = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 R_{oi}, \quad (24)$$

где R_{oi} — измеренное значение начального сопротивления $i=1-4$, Ω .

Значение вариации среднего значения начального сопротивления (ΔR_0) в омах определяют по формуле:

$$\Delta R_0 = R_{0 \max} - R_{0 \min}, \quad (25)$$

где $R_{0 \max}$ и $R_{0 \min}$ — соответственно максимальное и минимальное значения измеренного начального сопротивления, Ω .

4. При поверке магазина способом комплектной поверки определяют действительное значение измеряемого сопротивления (R_d) в омах по формуле:

$$R_d = R_{\text{изм.}} - R_0, \quad (26)$$

где $R_{\text{изм.}}$ — измеренное значение сопротивления, Ω ;

R_0 — среднее значение начального сопротивления, Ω .

Относительную погрешность (δ) в процентах определяют по формуле:

$$\delta = \frac{R_d - R_{\text{ном}}}{R_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (27)$$

где R_d — действительное значение измеренного сопротивления, Ω ;

$R_{\text{ном}}$ — номинальное значение измеряемого сопротивления, Ω .

Относительная погрешность не должна превышать значения, определенного по формуле (1).

5. Основную погрешность, в процентах, от нормирующего значения в течение года со дня поверки после изготовления определяют по формуле:

$$\delta = \frac{R_{d2} - R_{d1}}{R_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (28)$$

где R_{d2} — действительное значение сопротивления, определенное при данной поверке, Ω ;

R_{d1} — действительное значение сопротивления, определенное при предыдущей поверке, Ω .

Основную погрешность определяют для каждого показания каждой декады поверяемого магазина.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Форма протокола поверки магазина

ПРОТОКОЛ № _____

поверки магазина сопротивления Р4831,

№ _____, класса точности _____

изготовленного по ГОСТ _____, декадного.

Образцовые средства _____, класс точности _____
(тип)_____, класс точности _____
(тип)_____, класс точности _____
(тип)

Температура при поверке _____

1. Начальное сопротивление и его вариация

$R_{01} =$	Ω	$R_{03} =$	Ω	Среднее значение начального сопротивления, R_0, Ω	Вариация началь- ного сопротивле- ния, R_0, Ω
$R_{02} =$	Ω	$R_{04} =$	Ω		
Допускаемое значение, не более, Ω				0,021	0,0021

Результаты подекадной поверки

[illegible]

Заключение

Поверитель

фамилия и инициалы

—Г.