

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.

СОДЕРЖАНИЕ

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) mm Hg].

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) mm Hg].

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 11111,10 Ω степенями через 0,01 Ω , диапазон показаний при использовании магазина в качестве двухдекадной МЭС:

от	0,002	до	0,110 Ω	степенями 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 действительного значения сопротивления (δ) в процентах от номинального определяется по формуле:

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

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

2.4. Отклонение действительного значения сопротивления от номинального при первичной поверке (при выпуске с предприятия-изготовителя), а также допускаемое изменение сопротивления δn в процентах за год (нестабильность) не превышают значения, вычисленного по формуле (1) в нормальных условиях применения, установившегося 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.

2.5. 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) в процентах при использовании его в качестве двухдекадной МЭС определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{n'R_{N1}(\delta_{N1} + 2\delta_{01}) + n''R_{N2}(\delta_{N2} + 2\delta_{02})}{n'R_{N1} + n''R_{N2}} + 2 \cdot 10^{-5} \tau (0,03P + 0,1\Delta t), \quad (2)$$

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 отсчета при поверке используемых резисторов первой и второй декад соответственно, %;

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

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

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

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

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

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 $370 \times 220 \times 190 \text{ mm}$.

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	— 0,670
2) медь и сплавы на медной основе:	
провода медная ММ	— 0,395
бронза БРОф. 6,5-0,15	— 0,195
латунь Л63	— 1,02
латунь ЛС59-1	— 0,6

Примечание. Сведения о местах расположения составных частей, которые содержат цветные металлы, предприятие-изготовитель высылает по требованию потребителя.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

ММЭС Р4831	— 1 шт.;
Щетка поверочная	— 1 шт.;
Шайба (диаметр $7 \times 0,5$ 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 декад, пять из которых (« $\times 10000\Omega$ », « $\times 1000\Omega$ », « $\times 100\Omega$ », « $\times 10\Omega$ », « $\times 1\Omega$ ») 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 Ω .

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

4.3. Низкоомные декады « $\times 100\Omega$ » и ниже соединены между собой таким образом, что даже при снятых щетках в цепи магазина нет разрыва, т. к. конец последней декады « $\times 0,001\Omega$ » соединен с концом декады « $\times 0,01\Omega$ », начало декады « $0,01\Omega$ » соединено с началом декады « $\times 0,1\Omega$ » и т. д.

4.4. Декадные переключатели (Бл1 ... Бл8) и зажимы (Кл1 ... Кл9) расположены на панели, которая помещена в корпус.

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

4.5. На внешней стороне панели магазина смонтировано девять зажимов «1» ... «9», которые дают возможность подсоединять его к различным участкам схемы. При использовании магазина в качестве ММЭС можно подсоединить в электрическую схему ту часть магазина, которая находится между зажимами Кл1 ... Кл7, Кл2 ... Кл7, Кл1 ... Кл6 (см. приложение 1).

Часть магазина, находящаяся между зажимами Кл1 ... Кл7, 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 Кл7 подсоединяется зажим Кл9, а между зажимами Кл7 и Кл8 устанавливается перемычка.

При использовании магазина как двухдекадной МЭС в качестве токовых (Т1, Т2) используются зажимы Кл1, Кл9; в качестве потенциальных зажимов (П1, П2) — любые два расположенные рядом зажимы (в зависимости от того, какие две декады используются при измерениях), т. е. зажимы соседних декад, при этом они не должны быть соединены между собой перемычкой.

Например, при использовании декад « $\times 1\Omega$ » и « $\times 0,1\Omega$ » зажимы Кл5, Кл6 не должны быть соединены перемычкой, т. к. они являются потенциальными.

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

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 провернуть.

7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1. Использование магазина в качестве ММЭС

7.1.1. Замкнуть накоротко попарно перемычками зажимы «3», «4» и «5», «6».

7.1.2. Включить магазин в схему путем присоединения проводов к двум используемым зажимам (например, «1» и «7»), набрав необходимую величину сопротивления при помощи соответствующих ручек. Отсчет включенного сопротивления (R) в омах производить по формуле:

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

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 », « 0.1Ω », « $\times 0.01\Omega$ » 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. Произвести набор требуемого сопротивления с помощью ручек переключателей используемых декад. Отсчет сопротивления произвести в зависимости от используемых декад и соответствующих зажимов магазина по табл. 1.

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.

Таблица 1.

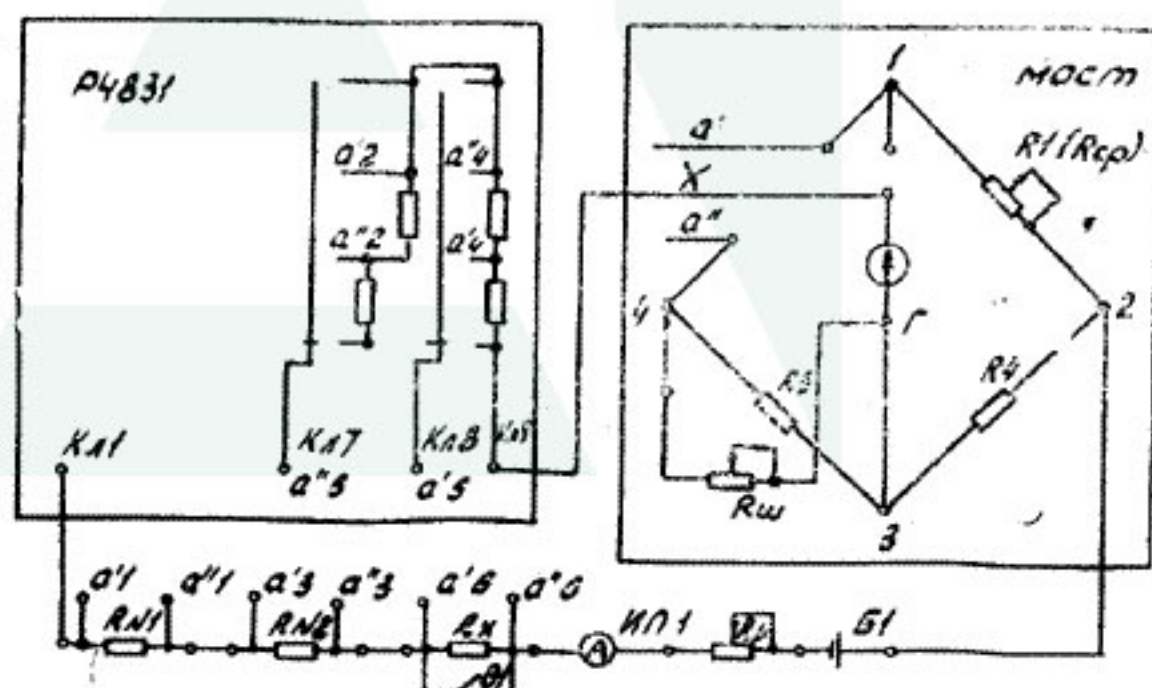
Используемые зажимы	Значение сопротивления, Ω
«1»...«3»	$R = (X_1 + X_2)$
«2», «3»	$R = (X_2 + X_3)$
«3», «4»	$R = (1000 - X_3) + (100 - X_4)$
«4», «5»	$R = (X_4 + X_5)$
«5», «6»	$R = (10 - X_5) + (1 - X_6)$
«6», «7»	$R = (X_6 + X_7)$
«7», «8»	$R = (0.1 - X_7) + (0.01 - X_8)$

Примечание: X_3 — показание ручки декады « $\times 0,001 \Omega$ ».

Например. Значение измеряемого сопротивления $R_x = 28 \Omega$. В этом случае должны быть использованы: в качестве старшей — декада « $\times 10 \Omega$ » (2 ступени), в качестве младшей — декада « $\times 1 \Omega$ » (8 ступеней).

Собрать схему измерения (рис. 1).

Схема использования магазина при измерении сопротивлений мостовым методом



R_{N1} , R_{N2} — образцовые катушки; R_x — измеряемое сопротивление;
 B1 — выключатель; R_p — регулятор чувствительности; B1 — источник
 питания; ИП1 — амперметр; $R_{ш}$ — шунтирующее сопротивление;
 Г — нульиндикатор.

Рис. 1.

Проверить несколько раз ручки всех декадных переключателей двухдекадной МЭС и моста.

7.3.2. Перед измерением заменить в используемой декаде рабочую щетку на поверочную и несколько раз проверить ее.

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 $\delta_0 = \frac{\delta x}{15-20}$, %;

δx — 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 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} — 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 $I_{1\text{доп.}}$, $I_{2\text{доп.}}$ — допустимые токи 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_{N1} , сопротивление которой равно одной ступени старшей декады двухдекадной МЭС.

7.3.7. Выставить на плече сравнения R_{cp} моста действительное значение сопротивления $R_{cp.N1D}$, определенное по формуле:

$$R_{cp.N1D} = R_{N1D} \cdot \frac{R_4}{R_3} \quad (9)$$

где R_{N1D} — 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 нульиндикатор моста и установить регулятор чувствительности R_p в положение, соответствующее максимальной чувствительности моста.

7.3.9. Замкнуть накоротко измеряемое сопротивление R_x и при помощи регулятора чувствительности R_p установить ток питания моста I_m , определенный по формуле (5).

7.3.10. Перевести регулятор чувствительности R_p в положение, соответствующее минимальной чувствительности моста и включить нульиндикатор.

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

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

7.3.13. Переключить провода зажимов $X(a'—a'')$ моста с образцовой катушки R_{N1} на поверочную щетку старшей используемой декады (сопротивление одной ступени которой равно R_{N1}), соблюдая полярность, т. е. $a'1$ на $a'2$ и $a''1$ на $a''2$.

Установить поверочную щетку на соответствующие контакты основания декады (табл. 3) для измерения сопротивления резистора первой ступени.

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

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. 3), измерьте и запишите показания плеча сравнения моста при измерении сопротивлений всех используемых резисторов. Снять поверочную щетку с декады и установить на ее место рабочую щетку.

7.3.15. 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—7.3.12 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 ;

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

7.3.16. Переключить 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. 2) для измерения сопротивления резистора первой ступени.

Выполнить операции по п. 7.3.14 для младшей используемой декады.

7.3.17. 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.

7.3.18. Переключить, соблюдая полярность, провода зажимов X ($a' - a''$) моста к соответствующим потенциальным зажимам двухдекадной МЭС для используемых декад, не сдвигая рабочие щетки, согласно табл. 1.

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

Подобрать значения сопротивлений плеч отношения $\frac{R''_3}{R''_4}$ моста по п. 7.3.4.

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

7.3.20. Разомкнуть измеряемое сопротивление R_x и переключить провода зажимов X ($a' - a''$) моста с потенциальных зажимов двухдекадной МЭС на потенциальные зажимы измеряемого сопротивления R_x , соблюдая полярность, т. е. $a'5$ на $a'6$ и $a''5$ на $a''6$.

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 уравнивания, Ω .

7.4. Использование магазина в качестве двухдекадной МЭС при измерении сопротивлений 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.

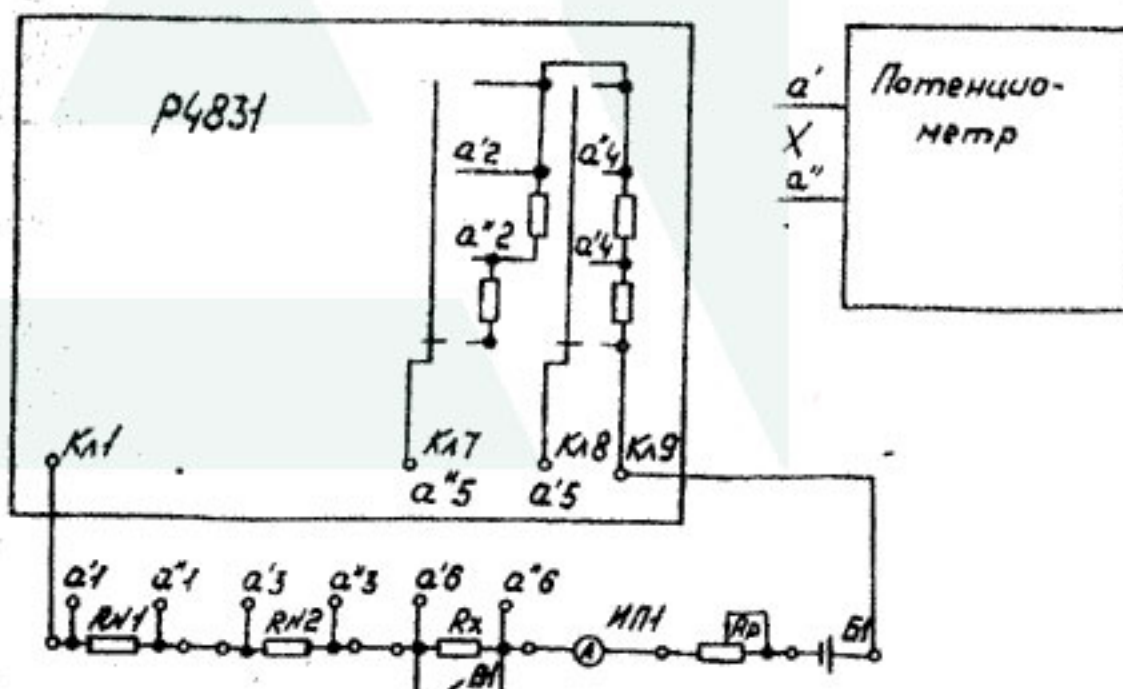
7.4.4. Установить напряжение компенсации (U_{K1}) в вольтах, зная действительное значение сопротивления образцовой катушки $R_{N1д}$, с учетом поправки для температуры, при которой производится измерение.

Напряжение компенсации U_{K1} подсчитать по формуле:

$$U_{K1} = 10^n \cdot R_{N1д}, \text{ V}, \quad (13)$$

где n — целое число.

Схема использования магазина при измерении сопротивлений потенциометрическим методом



R_{N1} , R_{N2} — образцовые катушки; R_x — измеряемое сопротивление; $B1$ — выключатель; R_p — регулятор чувствительности; $B1$ — источник питания; $ИП1$ — амперметр.

Рис. 2.

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 , W;

R — значение сопротивления измеряемого резистора R_x , Ω .

Значение напряжения (U_{N1}) в вольтах на образцовой катушке определить по формуле:

$$U_{N1} = I_1 \cdot R_{1д}, \quad (15)$$

При $U_{K1} = U_{N1}$ найти значение числа 10^n по формуле:

$$10^n \geq \frac{U_{N1}}{R_{N1д}} \quad (16)$$

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 ко второму 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. 2) для измерения сопротивления резистора первой ступени.

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. 2), измерить и записать напряжение компенсации всех используемых резисторов. Снять поверочную щетку с декады и установить на ее место рабочую щетку.

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:

$$U_{K2} = U_{N2} = i0n \cdot R_{N2д}, V \quad (17)$$

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.

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:

$$R_{mx} = \frac{(\sum_1^m U_{x1} + \sum_1^{m'} U_{x2})}{i0n}, \quad (18)$$

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, V;

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

7.4.12. Переключить, соблюдая полярность, провода с поверочной щетки младшей используемой декады на соответствующие зажимы двухдекадной МЭС для используемых декад согласно табл. 1, не сдвигая рабочие щетки.

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

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

Выполнить операции по п. 7.4.6.

7.4.14. Переключить провода с зажимов двухдекадной МЭС на потенциальные зажимы измеряемого сопротивления R_x , соблюдая полярность, т. е. а'5 на а'6 и а"5 на а"6.

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

$$R_{хд} = R_{мх} \frac{U_x}{U_{мх}}, \quad (20)$$

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

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:

$$\delta x = \delta м + \delta мз + 2\delta_{ср} \quad (21)$$

где $\delta мз = 2\delta_{ср} \frac{\Delta R_{ср}}{R_{ср}}$ — методическая погрешность при измерении сопротивлений с применением способа замещения, %;

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

$\Delta R_{ср} = |R_{срх} - R_{срн}|$ — 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 двухдекадной МЭС.

8. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

При выпуске магазина из производства, после ремонта, при эксплуатации и хранении проводятся: внешний осмотр и опробование, проверка электрической прочности изоляции, определение сопротивления изоляции, относительной погрешности среднего значения начального сопротивления и его вариации.

Периодичность поверки — по ГОСТ 8.513—84.

8.1. Поверка магазина — по ГОСТ 13564—68 с дополнениями, изложенными в настоящем разделе.

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 при температуре $15-25^{\circ}\text{C}$ не менее 8h и дополнительно, в нормальных условиях применения — не менее 4h;

снять ручки декадных переключателей;

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

провернуть несколько раз поворочную щетку.

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

8.4. Проведение поверки

8.4.1. Сопротивление изоляции измерить тераомметром с рабочим напряжением (500 ± 100) В путем приложения напряжения между всеми соединенными между собой зажимами («1» ... «9»).

8.4.2. Определение метрологических характеристик.

8.4.2.1. Действительное значение сопротивления магазина от номинального определить поэлементной поверкой сопротивлений резисторов декад способом замещения соответствующими образцовыми катушками сопротивления класса 0,01 с учетом поправок или способом измерения нарастающих значений сопротивления.

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

При измерении сопротивлений резисторов декад поверочную щетку устанавливать на соответствующие контакты поверяемой декады согласно табл. 3.

Вместо зажимов «4», «5», «6», «7», «8» можно использовать зажимы второй поверочной щетки, установленной на основании декад « $\times 10\Omega$ »; « $\times 1\Omega$ »; « $\times 0,1\Omega$ »; « $\times 0,01\Omega$ »; « $\times 0,001\Omega$ » соответственно.

При этом используется контакт I основания декад « $1 \times \Omega$ », « $\times 0,01$ » и контакт II основания декад « $\times 10\Omega$ », « $\times 0,1\Omega$ », « $\times 0,001\Omega$ ».

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

Действительное значение сопротивления магазина при поверке сопротивлений резисторов декад магазина способом измерения нарастающих значений сопротивления определить, подключив средство поверки к зажимам «1», «7». При этом определить величину сопротивления каждой декады при всех отсчетах 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 класса 0,05, подключенного к зажимам «1», «7». Чувствительность установки должна быть достаточной для определения измерения сопротивлений, равных или меньших $\frac{1}{4}$ вариации начального сопротивления.

Таблица 2

Проверяемый 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- рен 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 3

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

Примечание. Допускаемая относительная погрешность резисторов не превышает для 10-го резистора декады « $\times 1\Omega$ » $\pm 0,1\%$; для 1-го резистора декады « $\times 0,1\Omega$ » — $\pm 0,5\%$; для 10-го резистора декады « $\times 0,01\Omega$ » — $\pm 6,5\%$.

Перед каждым измерением три — пять раз проверить 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.

8.5. Оформление результатов поверки

С разрешения Госстандарта допускаются другие методы определения метрологических параметров магазина, обеспечивающих требуемую точность.

8.6. Методика расчета погрешности и рекомендуемая форма протокола 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 $7 \times 0,5$ мм, 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.

10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Магазин сопротивления Р4831 (ММЭС Р4831) заводской № _____ с начальным сопротивлением $R_0 = 0,0$ _____ Ω соответствует техническим условиям и признан годным для эксплуатации.

Дата аттестации «_____» _____ 198 г.

М. П.

Представитель ОТК

Государственный поверитель

11. СВЕДЕНИЯ ОБ УПАКОВКЕ

11.1. Магазины, запасные части и эксплуатационная документация уложены в коробку.

11.2. Ящик внутри выстлан битумированной бумагой и коробка с изделием уложена в ящик на слой древесной стружки. Пространство между стенками ящика и коробкой заполнено 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. Магазины можно транспортировать крытым транспортом любого вида. При транспортировании самолетом магазины 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. Значения климатических и механических воздействий 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. Магазины должны храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°C и относительной влажности 80% при 25°C.

12.4. Магазины 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.

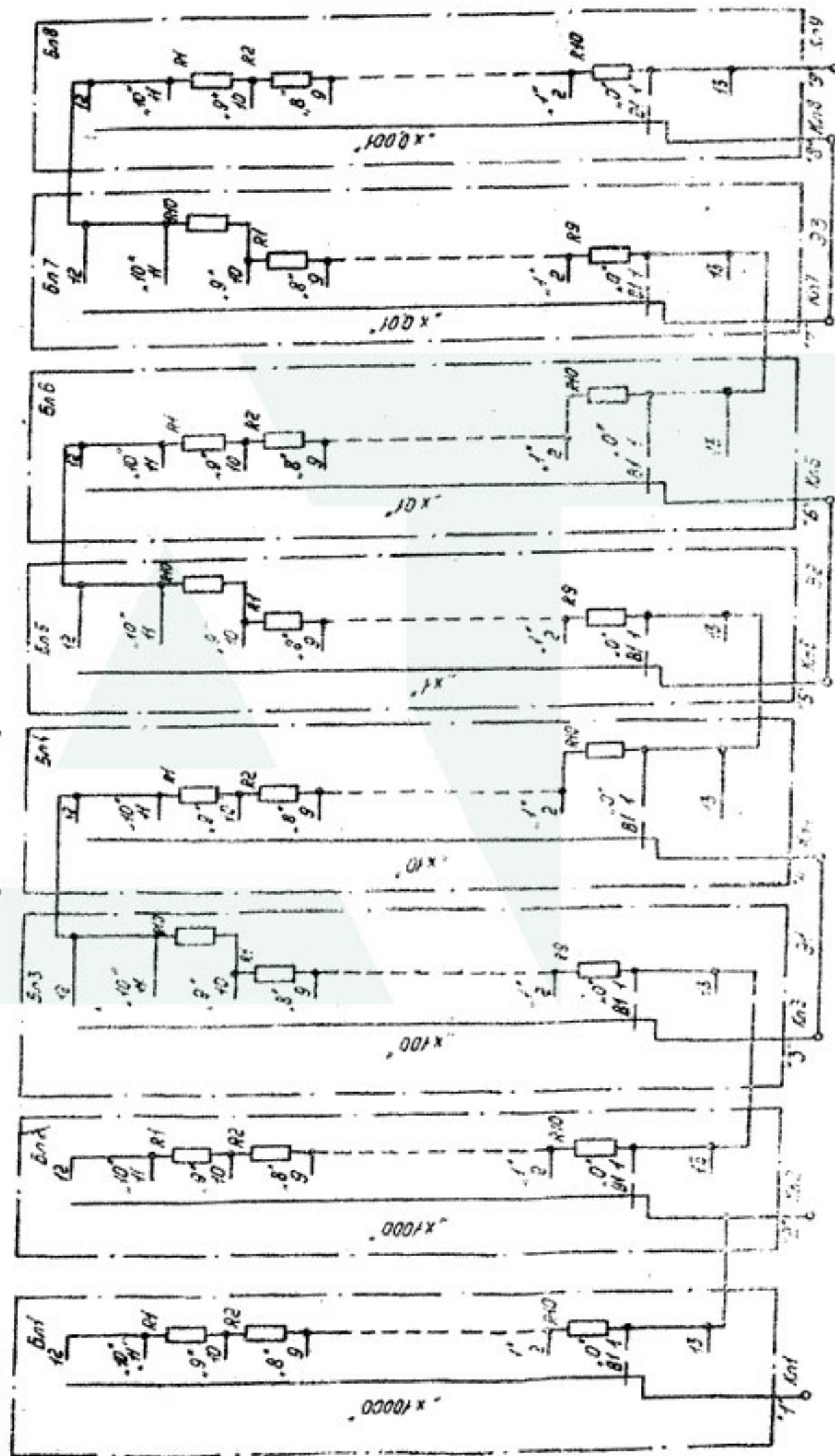
13.3. Гарантийный срок хранения — 6 месяцев с момента изготовления.

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 из-делии				
Серебро	Кольцо с токовыми-водом	6.670.101	3	3	0,085336	0,256008		
		6.670.103	2	2	0,085336	0,170072		
		6.670.103-02	3	3	0,085336	0,256008		
Контакт токовых-вода Резисторы	6.670.103-02	3	3		0,18744	0,056232		
	6.670.102-04	10	1		0,007216	0,07216		
	6.670.102	10	1		0,00387	0,0387		
	6.670.102-01	10	1		0,003240	0,0324		
	6.670.102-02	10	1		0,002970	0,0297		
	6.670.102-03	10	1		0,00567	0,0567		
Итого:						0,255892		

Итого: 0,968580

Схема электрическая принципиальная



Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Кл1...Кл9	Зажим	9	
Э1, Э2, Э3	Переключки	3	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 10000 \Omega$)	1	Бл1
	Резистор 10000Ω	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 1000 \Omega$)	1	Бл2
	Резистор 1000Ω	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 100 \Omega$)	1	Бл3
	Резистор 100Ω	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 10 \Omega$)	1	Бл4
	Резистор 10Ω	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 1 \Omega$)	1	Бл5
	Резистор 1Ω	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,1 \Omega$)	1	Бл6
	Резистор $0,1 \Omega$	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,01 \Omega$)	1	Бл7
	Резистор $0,01 \Omega$	10	
	Основание	1	
R1...R10 B1	Переключатель ($\times 0,001 \Omega$)	1	Бл8
	Резистор $0,001 \Omega$	10	
	Основание	1	

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ ПОВЕРКИ МАГАЗИНА

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

2. При поэлементной поверке магазина, зная действительные значения сопротивлений всех ступеней, определяют относительную погрешность (δn_i) в процентах по формуле:

$$\delta n_i = \frac{R_d - R_n}{R_n} \cdot 100, \quad (22)$$

где R_d — действительное (измеренное) значение сопротивления i -той ступени n -декады, Ω ;

R_n — номинальное значение сопротивления i -той ступени n -декады, Ω .

Если отдельные поверяемые резисторы декад имеют погрешности, превышающие указания в табл. 3, то для определения соответствия декады допускаемой погрешности подсчитайте относительную погрешность суммы сопротивлений декады от нуля до резистора, имеющего погрешность, превышающую указанную в табл. 3 по формуле:

$$\delta \Sigma R = \frac{\Sigma \delta n_i}{i}, \quad (23)$$

где $\Sigma \delta n_i$ — алгебраическая сумма относительных погрешностей сопротивлений резисторов декады от нуля до данного резистора включительно, %;

i — количество резисторов от нуля до данного резистора включительно.

Результат подсчета не должен превышать значений, указанных в табл. 3.

Относительную погрешность δn_i показаний магазина определяют по формуле (22), которая не должна превышать значения, определенного по формуле (1).

3. Среднее значение начального сопротивления (R_0) в омах определяют по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 R_{0i}, \quad (24)$$

где R_{0i} — измеренное значение начального сопротивления ($i = 1 - 4$), Ω .

Значение вариации среднего значения начального сопротивления (ΔR_0) (R_d) 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 методом нарастающих значений сопротивлений определяют действительное значение измеряемого сопротивления (R_d) в омах по формуле:

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

где R_d — действительное значение измеряемого сопротивления, Ω ;

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

R_0 — среднее значение начального сопротивления, Ω .

Форма протокола поверки магазина

Магазин сопротивления типа Р4831 (ММЭС Р4831), зав. № _____, кл. точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$, представленный на поверку

наименование организации _____

Образцовые средства измерений _____

тип, номер, кл. точн. _____

Температура воздуха _____ °С.

1. Метод поэлементной поверки

Декада (Rном., Ω)	Номер ступени	Rд, Ω	δ _п , %	δ _{доп} , %	Декада (Rном., Ω)	Номер ступени	Rд, Ω	δ _п , %	δ _{доп} , %
×10000 Ω	1	0000		±0,02	×100 Ω	1	00,00		±0,02
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
	6					6			
	7					7			
	8					8			
	9					9			
	10					10			
×1000 Ω	1	000,0		±0,02	×10 Ω	1	0,000		±0,02
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
	6					6			
	7					7			
	8					8			
	9					9			
	10					10			

Декада (Rном., Ω)	Номер ступени	Rд, Ω	δ ип, %	бдоп., %	Декада (Rном., Ω)	Номер ступени	Rд, Ω	δ ип, %	бдоп., %
$\times 1 \Omega$	1			$\pm 0,03$	$\times 0,01 \Omega$	1			± 15
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
	6					6			
	7					7			
	8					8			
	9					9			
	10					10			
$\times 0,1 \Omega$	1			$\pm 0,15$	$\times 0,001 \Omega$	1			± 10
	2					2			
	3					3			
	4					4			
	5					5			
	6					6			
	7					7			
	8					8			
	9					9			
	10					10			

2. Начальное сопротивление и его вариация

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

3. Метод нарастающих значений

Декада	Показания магазина, R_m, Ω	$R_d = R_{изм.} -$ $-R_0, \Omega$	$\delta_{ин}, \%$	$\delta_{оп.}, \%$	Декада	Показания магазина, R_m, Ω	$R_d = R_{изм.} -$ $-R_0, \Omega$	$\delta_{ин}, \%$	$\delta_{оп.}, \%$
$\times 10000 \Omega$	10000			± 0.02	$\times 100 \Omega$	100			± 0.02
	20000					200			
	30000					300			
	40000					400			
	50000					500			
	60000					600			
	70000					700			
	80000					800			
	90000					900			
	100000					1000			
$\times 1000 \Omega$	1000			± 0.02	$\times 10 \Omega$	10			± 0.02
	2000					20			
	3000					30			
	4000					40			
	5000					50			
	6000					60			
	7000					70			
	8000					80			
	9000					90			
	10000					100			

Декада	Показания магазина, R_m, Ω	$R_d = R_{изм.} - R_0, \Omega$	$\delta_{ин}, \%$	бдоп., %	Декада	Показания магазина, R_m, Ω	$R_d = R_{изм.} - R_0, \Omega$	$\delta_{ин}, \%$	бдоп., %
$\times 1 \Omega$				± 0.03	$\times 0.01 \Omega$				± 1.5
$\times 0.1 \Omega$				± 0.15	$\times 0.001 \Omega$				± 10

Остальные технические характеристики магазина соответствуют требованиям раздела 2.

Закключение _____

Поверитель _____
фамилия и инициалы

«_____» 198__ г.

10

40



Зак. 1805.