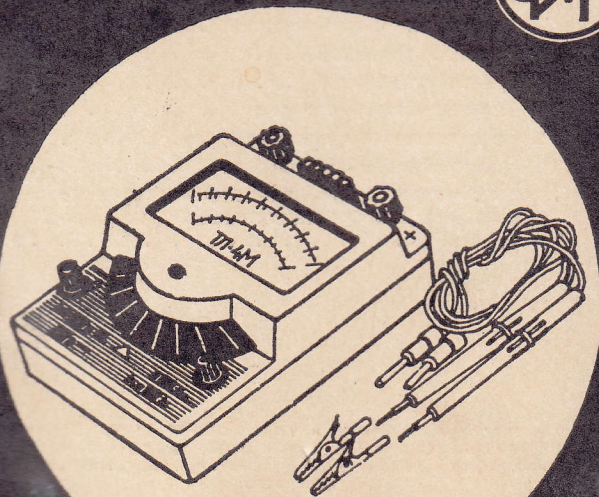


БЕСПЛАТНО

АМПЕРВОЛЬТОММЕТР-ИСПЫТАТЕЛЬ ТРАНЗИСТОРОВ ТЛ-4М

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



ОГЛАВЛЕНИЕ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. Общие указания	3
2. Технические данные	4
3. Комплектность	9
4. Устройство прибора	9
5. Подготовка к работе	11
6. Порядок работы	12
6.1. Измерение тока и напряжения	12
6.2. Измерение сопротивлений	14
6.3. Измерение параметров транзистора	18
7. Замена элементов питания	25
8. Правила хранения	25
9. Транспортирование	25
10. Периодическая поверка	26
11. Свидетельство о приемке	27
12. Гарантийное обязательство	27
Приложение. Перечень элементов к схеме принципиальной электрической прибора ТЛ-4М	29

ТАРТУСКИЙ ЗАВОД
КОНТРОЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

АМПЕРВОЛЬТОММЕТР-ИСПЫТАТЕЛЬ ТРАНЗИСТОРОВ ТЛ-4М

Подписано в набор и в печать 19. 07. 1990. Бумага
60X84 1/32. Объем 1,0. Тираж 30 000 экз. Заказ № 774.
Типография «Ваба маа», Таллинн, ул. Пякк, 58.
Бесплатно.

ВНИМАНИЕ!

Для предотвращения выхода прибора из строя необходимо:

1. Перед измерением убедиться в правильности установленного предела измерения.

2. Производить переключения и измерение сопротивлений только при обесточенных цепях.

3. После проведенных измерений параметров транзисторов переключатель вид работ необходимо установить в положение «Р», т. к. при положении транзистор происходит разрядка элемента.

4. Перед транспортированием дисковый переключатель поставить в положение «О».

В связи с применением элементов питания А332 разных заводов-изготовителей для обеспечения надежного контакта, перед установкой элемента в отсек прибора, следует подрезать пластмассовое кольцо на минусовом полюсе элемента до уровня центральной контактной поверхности или слегка подогнуть контактную пружину прибора. При наличии на контактной поверхности элемента консервационного слоя необходимо за-

чистить контактную поверхность элемента.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Назначение

Ампервольтметр-испытатель транзисторов типа ТЛ-4М предназначен для измерения постоянного тока и напряжения, переменного синусоидального тока частотой 50 Гц, переменного синусоидального напряжения частотой 40—15 000 Гц, сопротивления постоянному току и параметров транзисторов малой мощности:

$I_{ко}$ — обратного тока коллекторного перехода (переход коллектор-база);

$I_{эо}$ — обратного тока эмиттерного перехода (переход эмиттер-база);

$I_{кн}$ — начального тока коллектора;
 β — статического коэффициента усиления по току (определяется расчетным путем $\beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b}$).

Прибор предназначен для радиолюбителей, а также может быть использован в лабораторных и цеховых условиях.

Прибор рассчитан на работу при температуре от минус 10° С до плюс 50° С и относительной влажности до 80%.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Пределы измерений

Конечному значению шкалы соответствует:

при измерении силы постоянного тока
0,1—0,3—1—3—30—300 и 3000 мА;

при измерении силы переменного тока
3—30—300 и 3000 мА;

при измерении постоянного напряжения
0,1—1—3—10—30—100—300 и 1000 В;

при измерении переменного напряжения
1—3—10—30—100—300 и 1000 В.

При измерении сопротивлений конечному значению рабочей части шкалы (число 300) соответствует:

0,3 кОм	при множителе	× 1
3 кОм	„	× 10
30 кОм	„	× 100
0,3 МОм	„	× 1000
3 МОм	„	× 10 000

Последней оцифрованной точке шкалы 500 (в нерабочей части шкалы) соответствует 0,5 кОм, 5 кОм, 50 кОм, 0,5 МОм, 5 МОм при тех же множителях.

ПРИМЕЧАНИЕ. Измерение при множителе

×10 000 производится с помощью внешнего источника постоянного тока напряжением 24—30 В.

Параметры транзисторов определяются в интервалах:

$I_{ко}$ — 0 — 100 мкА

$I_{кн}$ — 0 — 100 мкА

I_{ao} — 0 — 100 мкА

β — 0 — 500

2.2. Погрешность прибора

Основная погрешность прибора составляет от конечного значения рабочей части шкалы при измерении:

силы постоянного тока на пределах 0,1; 0,3; 1 и 3 мА не более $\pm 2,5\%$, на пределах 30, 300, 3000 мА не более $\pm 4,0\%$;

силы переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц не более $\pm 4,0\%$;

постоянного напряжения не более $\pm 4,0\%$;

переменного напряжения синусоидальной формы в пределах нормальной области частот (табл. 1) не более $\pm 4,0\%$.

Основная погрешность при измерении омических сопротивлений не более $\pm 2,5\%$ от длины рабочей части шкалы (длина рабочей части шкалы омметра 68 мм).

Таблица 1

Пределы измерения	Области частот (нормальная и рабочая)
3, 10, 30 В	40—50—1000—15000 Гц
1, 100 В	40—50—1000—4000 Гц
300 В	40—50—500—2000 Гц
1000 В	40—50—500—700 Гц

При измерении $I_{ко}$, $I_{зо}$, $I_{кн}$ основная погрешность не превышает $\pm 2,5\%$ от конечного значения шкалы; при определении коэффициента усиления β погрешность не нормируется.

Основная погрешность прибора не превышает указанных величин при пользовании им в следующих нормальных условиях:

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

б) положение прибора горизонтальное;

в) коэффициент переменной составляющей постоянного тока и напряжения не более 3%;

г) переменные ток и напряжение должны изменяться практически синусоидально (коэффициент искажения не более 2%);

д) частота переменного тока 50 Гц, напряжения — в пределах нормальной области частот с точностью $\pm 2\%$;

е) практическое отсутствие электрических и магнитных полей (кроме земного) и ферромагнитных масс вблизи прибора.

Изменение показаний прибора, вызванное отклонением:

температуры окружающего воздуха от плюс $20 \pm 5^\circ \text{C}$ до любой температуры в интервалах от минус 10°C до плюс 50°C на каждые 10°C не должно превышать основной погрешности, при измерении сопротивлений — половины основной погрешности;

частоты от границы нормальной области при измерении переменного напряжения до любого значения частоты в рабочей области (см. табл. 1) не должно превышать основной погрешности.

2.3. Потребление и внутреннее сопротивление

Потребление прибора при использовании его для измерения напряжения характеризуется величиной тока, проходящего через измерительную систему

Таблица 1

Пределы измерения	Области частот (нормальная и рабочая)
3, 10, 30 В	40—50—1000—15000 Гц
1, 100 В	40—50—1000—4000 Гц
300 В	40—50—500—2000 Гц
1000 В	40—50—500—700 Гц

При измерении $I_{ко}$, $I_{зо}$, $I_{кв}$ основная погрешность не превышает $\pm 2,5\%$ от конечного значения шкалы; при определении коэффициента усиления β погрешность не нормируется.

Основная погрешность прибора не превышает указанных величин при пользовании им в следующих нормальных условиях:

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

б) положение прибора горизонтальное;

в) коэффициент переменной составляющей постоянного тока и напряжения не более 3%;

г) переменные ток и напряжение должны изменяться практически синусоидально (коэффициент искажения не более 2%);

д) частота переменного тока 50 Гц, напряжения — в пределах нормальной области частот с точностью $\pm 2\%$;

е) практическое отсутствие электрических и магнитных полей (кроме земного) и ферромагнитных масс вблизи прибора.

Изменение показаний прибора, вызванное отклонением:

температуры окружающего воздуха от плюс $20 \pm 5^\circ \text{C}$ до любой температуры в интервалах от минус 10°C до плюс 50°C на каждые 10°C не должно превышать основной погрешности, при измерении сопротивлений — половины основной погрешности;

частоты от границы нормальной области при измерении переменного напряжения до любого значения частоты в рабочей области (см. табл. 1) не должно превышать основной погрешности.

2.3. Потребление и внутреннее сопротивление

Потребление прибора при использовании его для измерения напряжения характеризуется величиной тока, проходящего через измерительную систему

при номинальном напряжении, равном пределу измерения, на который включен прибор.

Величина потребляемого тока при измерении постоянного напряжения составляет 100 мкА, переменного — 300 мкА.

Потребление прибора при использовании его для измерения тока характеризуется небольшим падением напряжения при номинальном токе, равном пределу измерения, на который включен прибор.

Величина падения напряжения при измерении постоянного тока составляет: на пределе 100 мкА 0,1 В; на остальных пределах не более 0,9 В; при измерении переменного тока не более 1,2 В.

Входное сопротивление прибора постоянному напряжению 10 кОм/В, переменному — 2,5 кОм/В.

2.4. Габариты, масса

Габаритные размеры прибора 160×114×60 мм.

Масса прибора без принадлежностей и упаковочного футляра не более 0,85 кг.

3. КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки входят:

- а) ампервольтметр-испытатель транзисторов ТЛ-4М — 1 шт.
- б) элемент типа А332 — 2 шт.
- в) провод соединительный со щупом — 2 шт.
- г) зажим съемный типа «крокодил» — 2 шт.
- д) руководство по эксплуатации — 1 шт.
- е) футляр для упаковки прибора и принадлежностей — 1 шт.

4. УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

Конструктивно прибор состоит из следующих основных частей:

- а) измеритель магнитоэлектрической системы (микроамперметр 100 мкА) с подвижной частью на кернах;
- б) передняя панель (крышка) прибора, к которой крепятся измеритель, клеммы, два переменных резистора (для установки нуля и установки тока базы), четыре переключателя;

IUR — вид работ,
прп-рпр — тип транзистора,
— - ~ — род тока,

I_K — I_E — цепь транзистора,

в) дисковый переключатель (пределов измерения) с подвижными контактами;

г) монтажная плата, на которой также установлены неподвижные контакты дискового переключателя;

д) кожух прибора с держателями встроенных элементов и со съемной крышкой для доступа к ним.

5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Для получения правильных результатов при измерении и для предупреждения возможных повреждений прибора при пользовании им следует придерживаться следующих общих правил:

а) перед измерением прибор установить в горизонтальное положение;

б) стрелку прибора установить при помощи корректора на «0»;

в) переключатели: вид работ, род тока, тип транзистора, цепь транзистора установить в нужное положение;

г) переключатель пределов измерения установить в положение, соответствующее измеряемой величине.

Если последняя неизвестна даже приблизительно, следует начинать измерения с максимального предела, постепенно переходя на наиболее подходящий предел;

д) включение прибора в измерительную схему и подключение транзисторов производить в соответствии с маркировкой зажимов;

е) не следует производить переключения прибора под напряжением;

ж) по окончании измерений необходимо установить переключатель пределов измерения в положение «0».

Включение прибора в измерительную цепь производят посредством прилагаемых к прибору соединительных проводов.

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Измерение тока и напряжения

Переключатель вид работ находится в положение «IUR» переключатель род тока — установить в положение, соответствующее роду измеряемого тока (напряжения), дисковый переключатель — на требуемый предел измерения (положение переключателей тип транзистора и цепь транзистора безразлично).

Измерение постоянного тока на пределе 100 мкА и постоянного напряжения на пределе 100 мВ производится при общем положении дискового переключателя «—100 mV μ A».

Отсчет измеряемой величины производится на всех пределах, за исключением предела «1 V» переменного напряжения и пределов переменного тока по двум равномерным верхним шкалам с делениями от 0,1 до 3 и от 0,2 до 10, имеющим общее обозначение $\approx V-A$.

Если применяется предел измерения, кратный трем (например 0,3 мА, 3 мА, 30 мА и т. д.), отсчет измерений производится по шкале с делениями от 0,1 до 3; если кратный десяти — по шкале с делениями от 0,2 до 10.

Для предела измерения «1 V» переменного напряжения предусмотрена шкала, обозначенная « $\sim 1V$ ». Рабочая часть этой шкалы имеет 8 делений и начинается от 0,2 В.

Для переменного тока предусмотрена шкала, обозначенная « $\sim A$ ».

Вся шкала соответствует пределу измерения. При равномерной шкале цену одного деления шкалы получим делением величины применяемого предела измерения на число делений.

При наличии в проверяемой цепи напряжения постоянной и переменной составляющих прибор подключается

через разделительный конденсатор. При этом измеряется только переменная составляющая напряжения.

6.2. Измерение сопротивлений

Измерение сопротивлений следует производить только при обесточенных цепях. Этим обеспечивается правильность результатов измерений и исключается возможность повреждения прибора.

Измерение сопротивлений производится при помощи встроенного сухого элемента 1,5 В на пределах

$\times 1$, $\times 10$, $\times 100$,
двух элементов по 1,5 В на пределе $\times 1000$,

внешнего источника постоянного тока напряжением 24—30 В на пределе $\times 10\,000$.

При помощи встроенных сухих элементов измерение производится следующим образом:

а) переключатель вид работ находится в положении «R», переключатель род тока установить в положение «—» (постоянный ток), дисковый переключатель — на требуемый предел измерения (положение переключателей

тип транзистора и цепь транзистора — безразлично);

б) замкнуть общие клеммы «—» и «+»;

в) отрегулировать стрелку при помощи ручки «Уст. 0» (резистор переменный R7) на нуль по шкале омметра;

г) разомкнуть клеммы «—» и «+», подключить к ним измеряемое сопротивление и произвести отсчет по шкале омметра. Показание стрелки по шкале омметра в омах необходимо умножить на множитель переменного предела измерения.

При помощи внешнего источника постоянного тока измерение производится следующим образом:

а) установить предел измерения $\times 10\,000$ (остальные переключатели остаются в том же положении);

б) подключить к общим зажимам «—» и «+» источник постоянного тока напряжением 24—30 В;

в) отрегулировать стрелку при помощи ручки «Уст. 0» на нуль по шкале омметра;

г) отсоединить источник от зажима «+» и включить измеряемое сопротивление (рис. 2).

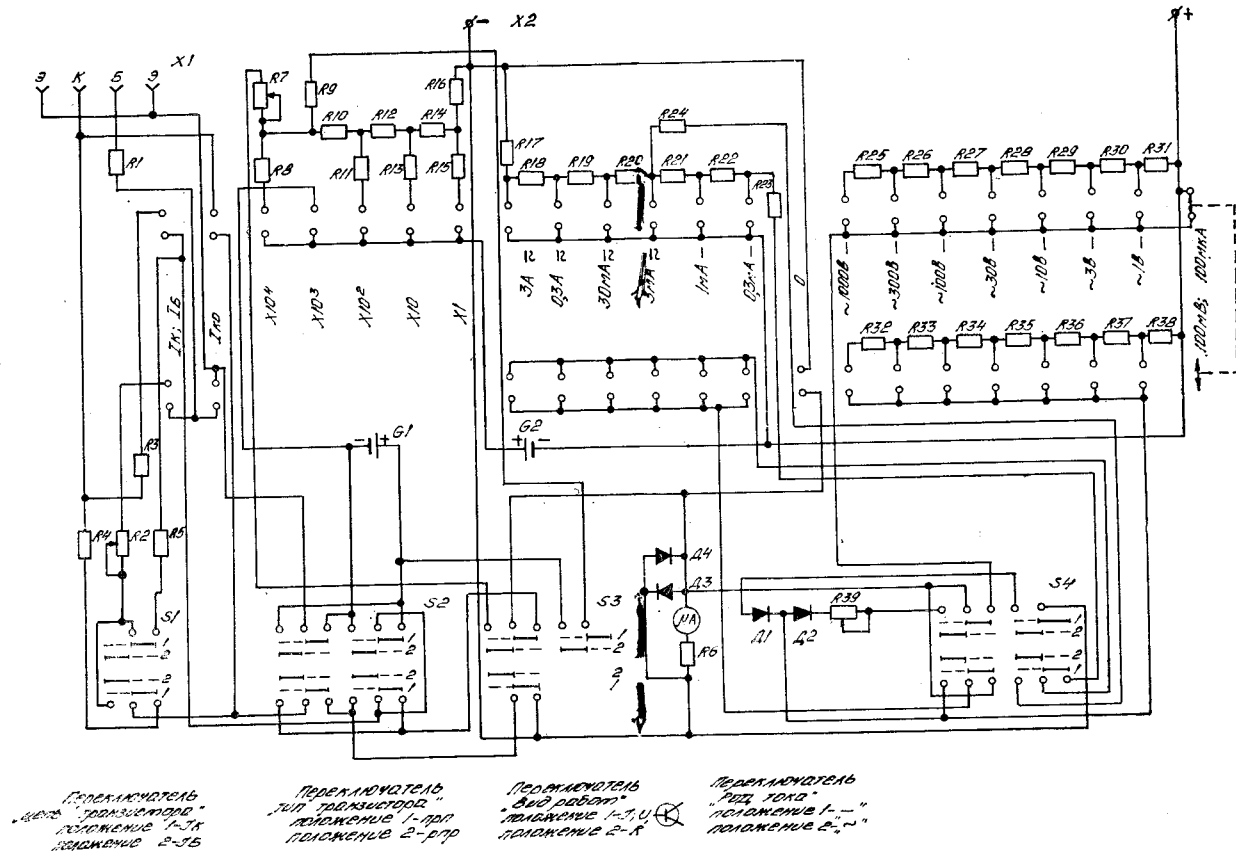


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная.

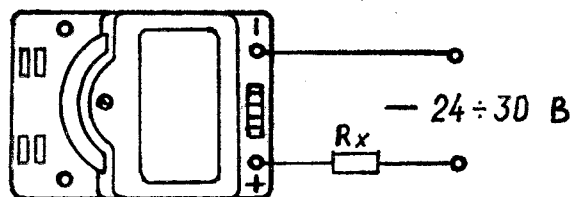


Рис. 2.

Показание стрелки по шкале омметра в омах необходимо умножить на $\times 10\,000$.

С целью увеличения срока службы элементов АЗЗ2 не рекомендуется излишне долго держать свободные штепсельные концы проводов прибора подключенными к измеряемому сопротивлению или замкнутыми между собой накоротко.

6.3. Измерение параметров транзистора

Отсчет показаний при измерении параметров транзисторов производится (по верхней шкале) при установке переключателя вид работ в положение транзистор.

6.3.1. Измерение I_{K0}

Обратный ток коллекторного перехода

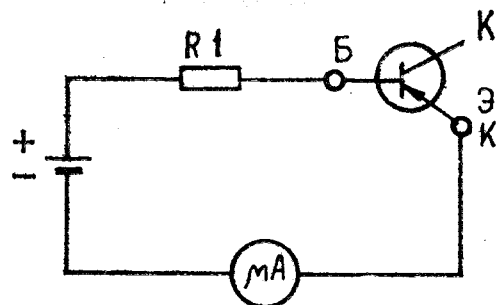


Рис. 3.

измеряется по схеме (рис. 3) с разомкнутой цепью эмиттера.

Установить следующее положение переключателей.

тип транзистора — согласно типу проверяемого транзистора;

цепь транзистора $\approx$ в положение « I_K »;

род тока — в положение «—»;

дисковый — в положение « I_{K0} ».

Проверяемый транзистор устанавливается в соответствии с маркировкой клемм (Э, К, Б, Э) — коллектор к клемме «К», база к клемме «Б». Эмиттерный вывод

не подключается. Стрелка измерительного прибора показывает $I_{к0}$ на пределе 100 мкА.

6.3.2. Измерение $I_{э0}$

Обратный ток эмиттерного перехода измеряется по схеме (рис. 4) с разомкнутой цепью коллектора.

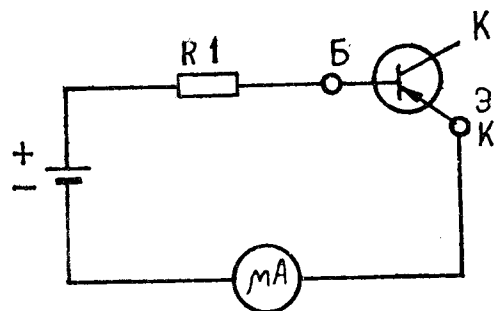


Рис. 4.

Положение переключателей то же, что и при измерении $I_{к0}$. База транзистора подключается к клемме «Б», эмиттер к клемме «К». Коллекторный вывод не подключается. При этом стрелка измерительного прибора показывает значение $I_{э0}$ на пределе 100 мкА.

6.3.3. Измерение $I_{кн}$

Начальный ток коллектора измеряется в схеме с общим эмиттером при нулевом напряжении между эмиттером и базой (база соединена с эмиттером) (рис. 5).

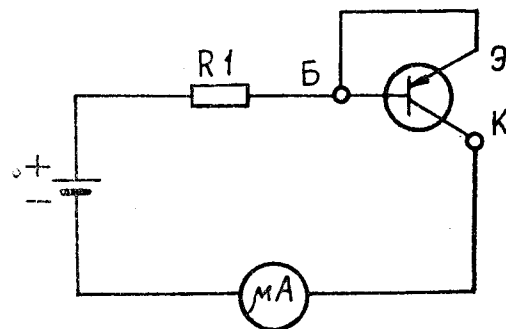


Рис. 5.

Положение переключателей то же, что и при измерении $I_{к0}$. База и эмиттер транзистора подключаются к клемме «Б», коллектор — к клемме «К».

При этом стрелка измерительного прибора показывает значение $I_{кн}$ на пределе 100 мкА.

6.3.4. Определение статического коэффициента усиления

При определении статического коэффициента усиления « β » выводы транзистора подключаются к клеммам Э, К, Б или К, Б, Э (в зависимости от расположения выводов) (рис. 6). При измерении необходимо учесть проводимость транзистора (р-п-р или п-р-п).

Статический коэффициент усиления β определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{I_{K2} - I_{K1}}{I_{B2} - I_{B1}}$$

где I_{K1} — ток коллектора при токе базы I_{B1} ;
 I_{K2} — ток коллектора при токе базы I_{B2} ;

Дисковый переключатель устанавливается в положение « I_B, I_K », переключатель цепь транзистора в положение « I_B », положение остальных переключателей остается, как при измерении I_{K0} . При этом конечное значение шкалы соответствует 100 мкА.

Измерение производить в следующем порядке:

Задать такую величину тока базы (потенциометром уст. Б), при котором удобно определить ток коллектора (около 50 мкА).

Для измерения тока коллектора переключатель $I_B—I_K$ следует установить в положение I_K . При этом конечное значение шкалы соответствует 10 мА. Далее переключатель $I_B—I_K$ снова переключают в положение I_B и увеличивают ток базы на $20 \div 40$ мкА. При последующем переключении $I_B—I_K$ в положение I_K снова определяется величина тока коллектора.

Пример:

При измерении получены следующие данные:

$$I_{B1} = 50 \text{ мкА}$$

$$I_{K1} = 2,6 \text{ мА}$$

$$I_{B2} = 80 \text{ мкА}$$

$$I_{K2} = 4,4 \text{ мА}$$

Вычисляем:

1. Разницу токов

$$\Delta I_B = I_{B2} - I_{B1} = 80 - 50 = 30 \text{ (мкА)}$$

$$\Delta I_K = I_{K2} - I_{K1} = 4,4 - 2,6 = 1,8 \text{ (мА)} = 1800 \text{ (мкА)}$$

2. Определяем коэффициент усиления

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{1800}{30} = 60$$

При всех измерениях параметров транзисторов отсчет производится по верхней шкале.

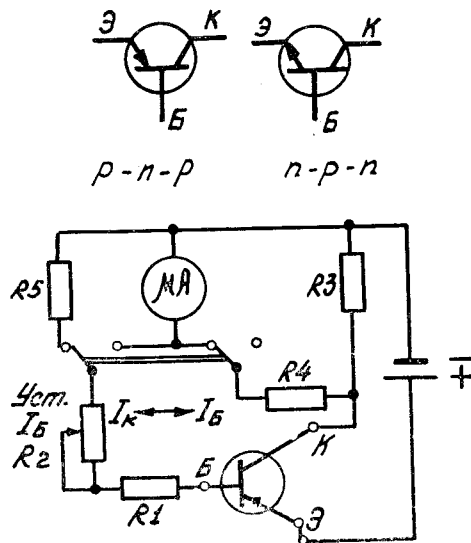


Рис. 6.

7. ЗАМЕНА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Если стрелка измерителя не устанавливается на нуль шкалы омметра при повороте ручки «Уст. 0» до отказа, а также, если невозможно установить требуемый ток базы ручкой «Уст. I_Б», необходимо заменить элементы питания (или один из них).

Для замены элементов необходимо отвернуть два винта, крепящие крышку элементов на нижней стороне корпуса, с помощью отвертки извлечь элементы и заменить их новыми.

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Длительное хранение прибора должно осуществляться в отапливаемых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от плюс 10°С до плюс 35°С и относительной влажности не более 80%. В воздухе помещения не должно быть пыли, а также газов и паров, вызывающих коррозию.

9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Перед транспортированием прибора следует поставить дисковый переключатель в положение «0». Этим закорачива-

ется подвижная рамка измерителя, что обуславливает сильное успокоение ее и уменьшает износ подвижной части от тряски при транспортировании.

10. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ПОВЕРКА

Не реже одного раза в год точность показаний прибора следует проверять методами, изложенными в действующих инструкциях Государственного комитета СССР по стандартам.

На всех пределах измерения тока и напряжения поверку прибора производят путем сличения его показаний с показаниями образцовых приборов.

Значения соотношений пределов допускаемых значений характеристик погрешности образцового и испытываемого средств измерений должны быть не более $\frac{1}{3}$.

Поверка прибора на пределах измерения сопротивления должна производиться с помощью магазина сопротивлений, подключаемого для этой цели к прибору. Величину сопротивления, соответствующую поверяемой отметке шкалы, набирают на магазине сопротивлений.

Величину погрешности отсчитывают непосредственно по шкале прибора.

Класс точности магазина сопротивлений должен быть не ниже 0,5.

11. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Ампервольтметр-испытатель транзисторов типа ТЛ-4М соответствует техническим условиям ТУ 1-01-0252-78 и признан годным для эксплуатации

Дата выпуска _____

Розничная цена прибора 39 руб. ХВ

Представитель ОТК _____

Дата продажи магазином _____

Штамп магазина

Подпись продавца

12. ГАРАНТИЙНОЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВО

Изготовитель гарантирует безотказную работу прибора в течение 24 месяцев со дня продажи его магазином.

Прибор, вышедший из строя в течение гарантийного срока по вине изготовителя, направляется изготовителю для технической экспертизы и ремонта. Изготовитель обязан устранить обнаруженные покупателем дефекты, нарушившие нормальную работу прибора, путем бесплатного ремонта или замены прибора в случае обнаружения неустраняемых дефектов.

На приборы, подвергшиеся вскрытию или имеющие наружные повреждения, рекламации не принимаются.

Гарантийный срок хранения прибора устанавливается 12 месяцев с момента его изготовления.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Гарантийный срок службы не является техническим ресурсом прибора ТЛ-4М. При правильной эксплуатации срок службы прибора значительно превосходит гарантийный срок.

2. Гарантийный срок службы прибора не распространяется на сменные элементы А332, за сохранность которых изготовитель не отвечает.

С претензиями и пожеланиями обращаться по адресу: ЭССР, 202400, г. Тарту, Тартуский завод контрольной аппаратуры.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ
элементов к схеме принципиальной электрической
прибора ТЛ-4М

ИИПЭОП ЭННЭ -ЭНЭО90	Наименование и тип	Основные данные номинала	Количество	Примечание
	2	3	4	5
R1	Резистор МЛТ-0,5-10 кОм±5%	10 кОм±5%	1	
R2	СПО-0,5-100 кОм±20% BC-2-20	100 кОм±20%	1	
R3	МЛТ-0,5-40,2 Ом±2%	40,2 Ом±2%	1	
R4	C2-29B-0,25-2,94 кОм±1%-1,0-A	2,95 кОм±1%	1	
R5	МЛТ-0,5-1 кОм±5%	1 кОм±5%	1	
R6	X20,81.157-08	См. примечание	1	
R7	СПО-0,5-4,7 кОм±20% BC-2-20	4,7 кОм±20%	1	
R8	C2-29B-0,25-198 кОм±1%-1,0-A	197 кОм±1%	1	

1	2	3	4	5
R9	—, — C2-29B-0,25-18,2 кОм±1%-1,0-A	18,2 кОм±1%	1	
R10	Резистор C2-29B-0,25-4,81 кОм±1%-1,0-A	4,8 кОм±1%	1	
R11	—, — C2-29B-0,25-965 Ом± ±1%-1,0-A	964 Ом±1%	1	
R12	—, — C2-29B-0,25-1,09 кОм±1%-1,0-A	1,08 кОм±1%	1	
R13	—, — C2-29B-0,25-82,5 Ом± ±1%-1,0-A	82 Ом±1%	1	
R14	—, — C2-29B-0,25-109 Ом± ±1%-1,0-A	108 Ом±1%	1	
R15	—, — C2-29B-0,25-6,9 Ом± ±0,5%-1,0-B	6,9 Ом±0,4%	1	
R16	—, — C2-29B-0,25-12 Ом± ±0,25%-1,0-A	12 Ом±0,4%	1	
R17	Шунт X20,81,160	0,3 Ом±0,2%	1	
R18	Резистор C2-29B-0,25-2,71 Ом± ±0,5%-1,0-B	2,7 Ом±0,4%	1	
R19	—, — C2-29B-0,25-27,1 Ом± ±0,5%-1,0-A	27 Ом±0,4%	1	

1	2	3	4	5
R20	—, — C2-29B-0,25-271 Ом± ±0,25%-1,0-A	270 Ом±0,4%	1	
R21	—, — C2-29B-0,25-597 Ом± ±0,5%-1,0-A	600 Ом±0,5%	1	
R22	—, — C2-29B-0,25-2,1 кОм±0,5%-1,0-A	2,1 кОм±0,5%	1	
R23	—, — C2-29B-0,25-4,99 кОм±1%-1,0-A	5 кОм±1%	1	
R24	—, — C2-29B-0,25-1,65 кОм±1%-1,0-A	1,66 кОм±1%	1	
R25	—, — МЛТ-0,5-2,4 МОм±5% } —, — МЛТ-0,5-4,7 МОм±5% }	7,1 МОм±1%	1	Последо- вательно
R26	Резистор C2-29B-0,25-2 МОм± ±1%-1,0-A	2 МОм±1%	1	
R27	—, — C2-29B-0,25-698 кОм±1%-1,0-A	700 кОм±1%	1	
R28	—, — C2-29B-0,25-200 кОм±1%-1,0-A	200 кОм±1%	1	
R29	—, — C2-29B-0,25-69,8 кОм±1%-1,0-A	70 кОм±1%	1	

1	2	3	4	5
R30	—, — C2-29B-0,25-20 кОм± ±1%-1,0-А	20 кОм±1%	1	Последо- вательно
R31	—, — C2-29B-0,25-8,98 кОм±1%-1,0-А	9 кОм±1%	1	
R32	—, — МЛТ-0,5-1,5 МОм± ±10%	3,055 МОм±1%	1	
R33	—, — МЛТ-0,5-1,6 МОм±5%	870 кОм±1%	1	
R34	—, — C2-29B-0,25-866 кОм±1%-1,0-А	306 кОм±1%	1	
R35	—, — C2-29B-0,25-305 кОм±1%-1,0-А	87,5 кОм±1%	1	
R36	—, — C2-29B-0,25-87,6 кОм±1%-1,0-А	30,67 кОм±1%	1	
R37	—, — C2-29B-0,25-30,5 кОм±1%-1,0-А	8,78 кОм±1%	1	
R38	—, — C2-29B-0,25-8,76 кОм±1%-1,0-А	2,4 кОм±1%	1	
R39	—, — C2-29B-0,25-2,4 кОм±1%-1,0-А	330 Ом±20%	1	
	СПО-0,5-330 Ом± ±20%-BC-2-12,5			

1	2	3	4	5
Д1-Д2 Д3-Д4 Э1-Э2 μА	Диод Д9В Диод Д2265 Элемент А332 Микроамперметр	100 мкА	2 2 2 1	

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Резистор R6 подбирается таким образом, чтобы суммарное сопротивление резистора R6 и микроамперметра μA было $1000 \text{ Ом} \pm 0,5\%$.
2. Взамен указанных элементов допускается применять другие типы элементов, не ухудшающие работоспособности прибора.
3. Содержание драгметаллов: золотого 0,002 г., серебра 0,962 г.