ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ
И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ (ВНИИФТРИ)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ Л2-23 ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

МИ 93—76

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1977

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ)

Директор Коробов В. К.
Руководитель темы Крынин Н. М.
Исполнитель Адлер А. С.

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ сектором госиспытаний и стандартизации ВНИИФТРИ

Руководитель сектора Турунцова И. И.
Исполнитель Генфон И. Ш.

УТВЕРЖДЕНА научно-техническим советом ВНИИФТРИ 26 декабря 1973 г. (Протокол № 14)

УДК 621.317.799 : 621,382.43

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ Л2-23 ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

МИ 93—76

Настоящая методика распространяется на измерители Л2-23 параметров полупроводниковых приборов и устанавливает методы и средства их поверки.

1. ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

внешний осмотр (п. 4.1);

опробование (п. 4.2);

определение метрологических параметров (п. 4.3);

частоты автогенератора (п. 4.3.1);

погрешности измерения параметра α_0 (п. 4.3.2);

погрешности измерения параметра h_{22} в схеме с общей базой (п. 4.3.3);

погрешности измерения параметра $I_{к0}$ (п. 4.3.4);

погрешности измерения обратного тока $I_{обр}$ полупроводниковых диодов (п. 4.3.5);

погрешности измерения обратного напряжения $U_{обр}$ полупроводниковых диодов (п. 4.3.6);

погрешности измерения прямых напряжений $U_{пр}$ полупроводниковых диодов (п. 4.3.7);

погрешности измерения прямого тока $I_{пр}$ полупроводниковых диодов (п. 4.3.8);

©Издательство стандартов, 1977

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При поверке следует применять средства, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Средство поверки	Нормативно-техническая характеристика
Цифровой частотомер типа Ч3-22	Диапазон частот 10 Гц—12 МГц
Ампервольтметр типа Ц4311	Измеряемое напряжение 0—750 В; класс точности 0,5; измеряемый ток 0—7,5 А
Вольтметр типа М109	Измеряемое напряжение 10 мВ—600 В; класс точности 0,5
Микроампервольтметр М1201	Измеряемый ток 0,3—750 мкА; класс точности 0,5
Магазин сопротивлений типа Р58	Сопротивление 0,1—111111,1 Ом; класс точности 0,1
Магазин сопротивлений типа Р4002	Сопротивление 0,1—111,1 МОм; класс точности 0,05
Универсальный источник постоянного тока типа УИП-2	Напряжение 0—50 В; коэффициент пульсаций 0,05%
Набор образцовых резисторов согласно табл. 3	Резисторы подобраны с погрешностью ±0,5%

Разрешается применять другие аналогичные образцовые приборы с погрешностью измерения по крайней мере в 3 раза меньшей, чем погрешность измерения проверяемого параметра прибора Л2-23.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды 293±5 К (20±5°С);

атмосферное давление 100000±4000 Н/м² (750±30 мм рт. ст.);

относительная влажность воздуха 65±15%;

напряжение питания сети переменного тока частотой 50 Гц ±1% и содержанием гармоник до 5% должно быть 220 В±2%.

Примечание. Допускается проведение поверки в условиях, отличающихся от указанных выше, в том случае, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных для поверяемого прибора и контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой при поверке.

3.2. Представленные на поверку приборы должны быть полностью укомплектованы (кроме ЗИП).

3.3. Предварительный самопрогрев поверяемого прибора и образцовых средств поверки осуществляют при номинальном на-

пряжении питания в течение времени, указанного в технической документации.

3.4. При работе с поверяемыми и образцовыми средствами поверки необходимо соблюдать требования, указанные в технической документации на эти средства.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

наличие видимых механических повреждений;

возможность установки на нуль электроизмерительного прибора с помощью механического нуль-корректора при выключенном питании;

легкость перемещения ручек и возможность управления прибором в заданных пределах;

четкость фиксации переключателей и совпадение их указателей с отметками на соответствующих шкалах;

наличие элементов питания в заднем отсеке.

4.2. Опробование

При опробовании проверяют:

работоспособность питающих элементов;

калибровку в различных режимах работы;

возможность измерения параметров транзисторов типов «*p-n-p*» и «*n-p-n*»;

контроль пробоя между эмиттером и коллектором.

4.2.1. При проверке работоспособности питающих элементов следует:

поставить переключатель параметров полупроводниковых приборов В1 — в положение «400V», переключатель параметров транзисторов В2 — в положение «Контроль батарей», переключатель рода работ В3 — в положение «Б1» или «Б2»;

нажать кнопку «Измерение», при этом стрелка поверяемого прибора не должна выходить за пределы сектора Б1, Б2.

4.2.2. Проверяя калибровку прибора в различных режимах работы, необходимо:

поставить переключатель В1 в положение «», переключатель В2 — в положение «$\beta_0\alpha_0$» или «h_{22}», или «Контроль пробоя», переключатель В3 — в положение «Калибровка»;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Калибровка» установить стрелку поверяемого прибора на отметку, соответствующую концу рабочей части шкалы;

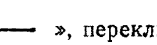
отпустить кнопку «Измерение»;

переключатель В1 поставить в положение «2V, 100 мА»,

переключатель В2 — в положение «  », переключатель В3 — в положение «V»;

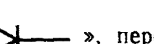
нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. тока» установить стрелку поверяемого прибора на отметку, соответствующую концу рабочей части шкалы;

отпустить кнопку «Измерение»;

переключатель В1 поставить в положение «100 V», переключатель В2 — в положение «  », переключатель В3—в положение «V»;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора на отметку, соответствующую концу рабочей части шкалы;

отпустить кнопку «Измерение»;

переключатель В1 поставить в положение «400 V», переключатель В2 — в положение «  », переключатель В3 — в положение «V»;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора на конец рабочей части шкалы;

отпустить кнопку «Измерение».

Отклонение стрелки поверяемого прибора вправо до конца рабочей части шкалы во всех вышеперечисленных случаях контроля свидетельствует о нормальной работе прибора.

4.2.3. Проверка возможности измерения параметров транзисторов типов «*p-n-p*» и «*n-p-n*».

Для этого следует:

поставить переключатель В1 в положение «  », переключатель В2 — в положение «$\beta_0\alpha_0$», переключатель В3 — в положение «*p-n-p*»;

подключить «плюс» ампервольтомметра Ц4311 к выводу «Э1», а «минус» — к выводу «К» транзисторной панели. На ампервольтомметре установить предел измерения, равный 10 В постоянного тока;

нажать кнопку «Измерение». Показание по шкале прибора Ц4311 должно быть не менее 6,5 В;

изменить полярность подключения ампервольтомметра на обратную, переключатель «В3» перевести в положение «*n-p-n*»;

нажать кнопку «Измерение». Показание по шкале прибора Ц4311 должно быть не менее 6,5 В;

повторить указанную выше проверку, подключив ампервольтомметр Ц4311 к выводам «Э2» и «К» транзисторной панели. Показание по шкале прибора Ц4311 во всех случаях должно быть не менее 6,5 В.

4.2.4. При проверке контроля пробоя между эмиттером и коллектором следует:

поставить переключатель В1 в положение «», переключатель В2 — в положение «Контроль пробоя», переключатель В3 — в положение «Калибровка»;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Калибровка» установить стрелку поверяемого прибора на отметку, соответствующую концу рабочей части шкалы;

отпустить кнопку «Измерение»;

перевести переключатель В3 в положение «*p-n-p*» или «*n-p-n*»;

замкнуть контакт «Э1» транзисторной панели с контактом «К» (имитация пробоя) и нажать кнопку «Измерение». Стрелка поверяемого прибора должна отклониться на правую половину шкалы;

отпустить кнопку «Измерение»;

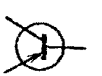
замкнуть контакт «Э2» транзисторной панели с контактом «К» и нажать кнопку «Измерение». Стрелка поверяемого прибора должна отклониться на правую половину шкалы;

отпустить кнопку «Измерение». Отклонение стрелки поверяемого прибора при проведении операций, указанных в данном пункте, свидетельствует о нормальной работе прибора в режиме контроля пробоя между эмиттером и коллектором.

4.3. Определение метрологических параметров

4.3.1. Определение частоты автогенератора

Для этого следует:

поставить переключатель В1 в положение «», переключатель В2 — в положение «h_{22}», переключатель В3 — в положение «*p-n-p*» или «*n-p-n*», ручку «Калибровка» — в правое крайнее положение;

вход частотомера Ч3-22 подключить между выводом «К» транзисторной панели и корпусом прибора;

нажать кнопку «Измерение» и отсчитать частоту по частотомеру.

Показания частотомера должны соответствовать 760±38 Гц.

4.3.2. При определении погрешности измерения параметра α_0 следует:

поставить переключатель В1 в положение «», пере-

ключатель В2 — в положение «$\beta_0\alpha_0$», переключатель В3 — в положение «Калибровка»;

выводы «Б» и «Э1» транзисторной панели замкнуть перемычкой.

Между перемычкой и корпусом прибора включить магазин сопротивлений типа Р58;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Калибровка» установить стрелку поверяемого прибора на начало шкалы (отметка 0,9);

переключатель В3 перевести в положение «*р-п-р*» или «*п-р-п*»;

устанавливая согласно табл. 2 значения сопротивления R на магазине Р58, отсчитать соответствующие показания по шкале α_0 поверяемого прибора;

Таблица 2

Проверяемые отметки шкалы α_0'	R, Ом	Проверяемые отметки шкалы α_0'	R, Ом
0,9	111,1	0,95	52,6
0,91	98,9	0,96	41,7
0,92	87,0	0,97	30,9
0,93	75,3	0,98	20,4
0,94	63,8	0,99	10,1

повторить все измерения, указанные в данном пункте, при закороченных контактах «Б» и «Э2».

Погрешность измерения параметра α_0 не должна превышать $\pm 5\%$ и определяется по формуле

$$\delta_{\alpha_0} = \frac{\alpha_0 - \alpha_0'}{\alpha_к - \alpha_н} \cdot 100\%,$$

где α_0 — отсчет по шкале поверяемого прибора; α_0' — проверяемая отметка шкалы α_0 в соответствии с табл. 2; $\alpha_к$ — конечное значение шкалы α_0, $\alpha_к = 1{,}0$; $\alpha_н$ — начальное значение шкалы α_0, $\alpha_н = 0{,}9$.

Примечания:

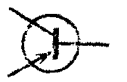
1. Перед каждым измерением необходимо проводить калибровку прибора.
2. Если при проверке отметки 0,9 стрелка поверяемого прибора уходит за пределы шкалы, то на магазине Р58 набирают такое сопротивление, чтобы стрелка поверяемого прибора установилась точно на отметку 0,9; значение α_0' при этом рассчитывают по формуле

$$\alpha_0' = 1 - \frac{11{,}1}{R},$$

где R — сопротивление, полученное на магазине сопротивлений Р58, Ом.

4.3.3. Определение погрешности измерения параметра h_{22} в схеме с общей базой.

Для этого следует:

поставить переключатель В1 в положение «», переключатель В2 — в положение «h_{22}», переключатель В3 — в положение «Калибровка»;

к контактам «Б» и «К» транзисторной панели подключить последовательно соединенные магазин сопротивлений и образцовый резистор;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Калибровка» установить стрелку поверяемого прибора на конец шкалы h_{22};

перевести переключатель В3 в положение «*p-n-p*» или «*n-p-n*»; устанавливая с помощью магазина Р58 и образцового резистора необходимые значения суммарных сопротивлений, указанные в табл. 3, снять показания по шкале поверяемого прибора. Погрешность измерения не должна превышать ±5% и определяется по формуле

$$\delta_{h_{22}} = \frac{h_{22пов} - h_{22д}}{4} \cdot 100\%,$$

где $h_{22пов}$ — показание поверяемого прибора, мкСм; $h_{22д}$ — действительное значение проверяемого параметра согласно табл. 3.

Примечания:

1. Перед каждым измерением необходимо проводить калибровку прибора.
2. Если при проверке отметки «4» стрелка поверяемого прибора уходит за пределы шкалы, необходимо набрать сопротивление магазина Р58 так, чтобы стрелка установилась точно на отметке «4». Действительное значение проверяемого параметра

$$h_{22д} = h_{22} \frac{R_д}{R},$$

где $R_д$ — действительное значение суммарного сопротивления, установленное с помощью магазина сопротивлений Р58 и образцового сопротивления; R — номинальное значение сопротивления, взятого из табл. 3.

Таблица 3

Проверяемые отметки шкалы h_{22}, мкСм	R, МОм	Проверяемые отметки шкалы h_{22}, мкСм	R, МОм
0,4	2,5	2	0,5
1	1	4	0,25

4.3.4. Определение погрешности измерения параметра $I_{к.о}$. Для этого следует:

поставить переключатель В1 в положение «», переключатель В2 — в положение «$I_{к.о}$», переключатель В3 — в положение «*p-n-p*» или «*n-p-n*»;

между выводами «К» и «Б» транзисторной панели включить последовательно соединенные магазины сопротивлений Р4002 и Р58 и микроамперметр типа М1201;

нажать кнопку «Измерение» и, изменяя сопротивление магазинов, проверить оцифрованные отметки шкалы $I_{к.о}$.

Ориентировочные значения сопротивлений для проверяемых отметок шкалы даны в табл. 4.

Таблица 4

Проверяемые отметки шкалы $I_{ко}$	R, кОм	Проверяемые отметки шкалы $I_{ко}$	R, кОм
10	450	40	110
20	230	50	90
30	150		

Погрешность измерения не должна превышать ±5% и рассчитывается по формуле

$$\delta_{I_{ко}} = \frac{I_{к.\,о.\,пов} - I_{к.\,о.\,д}}{50} \cdot 100\%,$$

где $I_{к.о.пов}$ — показания прибора Л2-23, мкА; $I_{к.од}$ — показания прибора М1201, мкА.

Примечание. Параметр $I_{к.о}$ проверяют без предварительной калибровки прибора.

4.3.5. При определении погрешности измерения обратного тока $I_{обр}$ полупроводниковых диодов следует:

поставить переключатель В1 в положение «100 V», переключатель В2 — в положение «», переключатель В3 — в положение «I»;

к выводам диодной панели поверяемого прибора подключить последовательно соединенные магазины сопротивлений Р4002 и Р58 и микроамперметр типа М1201;

установить на приборе М1201 предел измерения тока, равный 300 мкА;

установить с помощью магазинов Р4002 и Р58 сопротивление, равное 330 кОм;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора поочередно на отметки шкалы «*I*», соответствующие значениям тока $I_{обр}$, равным 100, 200 и 300 мкА, отсчитывая одновременно соответствующие показания по шкале образцового прибора М1201;

перевести переключатель В1 в положение «400 V»;

с помощью магазинов сопротивления установить сопротивление, равное 1,33 МОм;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора поочередно на оцифрованные отметки шкалы «*I*», соответствующие значениям тока $I_{обр}$, равным 100, 200 и 300 мкА, отсчитывая одновременно соответствующие показания по шкале образцового прибора М1201. Погрешность измерения обратных токов диодов рассчитывают по формуле

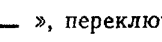
$$\delta_{I\ обр} = \frac{I_{обр.\ пов} - I_{обр.\ д}}{300} \cdot 100\%,$$

где $I_{обр.пов}$ — значение обратного тока, установленное по шкале поверяемого прибора, мкА; $I_{обр.д}$ — показание образцового прибора М1201, мкА.

Погрешность измерения не должна превышать ±5%.

4.3.6. Определение погрешности измерения обратного напряжения $U_{обр}$ полупроводниковых диодов

Для этого необходимо:

поставить переключатель В1 в положение «400 V», переключатель В2 — в положение «», переключатель В3 — в положение «V»;

ручку «Уст. напр.» установить в крайнее левое положение;

к выводам диодной панели поверяемого прибора подключить вольтметр типа М109, причем «плюс» вольтметра соединить с правым выводом;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора на оцифрованные отметки шкалы «V», соответствующие значениям $U_{обр}$, равным 100, 200, 300, 400 В, отсчитывая одновременно соответствующие показания по шкале образцового прибора М109.

Погрешность измерения обратного напряжения не должна превышать ±3% и определяется по формуле

$$\delta_{U обр} = \frac{U_{обр.\ пов} - U_{обр.\ д}}{400} \cdot 100\%,$$

где $U_{обр.пов}$ — значение обратного напряжения, установленное по шкале поверяемого прибора, В; $U_{обр.д}$ — показания образцового прибора М109, В.

Перевести переключатель В1 в положение «100 V»;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. напр.» установить стрелку поверяемого прибора поочередно на оцифрованные отметки шкалы «V», соответствующие значениям $U_{обр}$, равным 30, 70 и 100 В, отсчитывая одновременно соответствующие показания по шкале прибора М109.

Погрешность измерения обратного напряжения не должна превышать ±3% и определяется по формуле

$$\delta_{U_{обр}} = \frac{U_{обр.\,пов} - U_{обр.\,д}}{100} \cdot 100\%,$$

где $U_{обр.пов}$ — значение обратного напряжения, установленное по шкале поверяемого прибора, В; $U_{обр.д}$ — показания образцового прибора М109, В;

Примечание. При проверке по п. 4.3.6 необходимо применять вольтметры, имеющие ток потребления не более 10 мкА, с целью минимального шунтирования внутреннего источника (как у прибора М109).

4.3.7. Определение погрешности измерения прямых напряжений $U_{пр}$ полупроводниковых диодов. Для этого следует:

поставить переключатель В1 в положение «2 V», переключатель В2 — в положение «», переключатель В3 — в положение «V», ручку «Уст. тока» — в крайнее левое положение;

к выводам диодной панели поверяемого прибора подключить прибор Ц4311 как вольтметр постоянного тока и установить предел измерения на нем, равный 3 В;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. тока» установить поочередно стрелку поверяемого прибора на отметки 0,5; 1; 1,5 и 2 В по шкале «V», отсчитывая одновременно соответствующие показания прибора Ц4311.

Погрешность измерения прямого напряжения

$$\delta_{U_{пр}} = \frac{U_{пр.\,пов} - U_{пр.\,д}}{2} \cdot 100\%,$$

где $U_{пр.пов}$ — значение напряжения, установленное по шкале поверяемого прибора, В; $U_{пр.д}$ — соответствующее показание прибора Ц4311, В.

Погрешность измерения $\delta_{U_{пр}}$ не должна превышать ±5%.

Подключить к гнездам «Источник внешний 6 В» на задней стенке поверяемого прибора источник постоянного тока типа УИП-2, установить на нем напряжение, равное 6 В;

переключатель В1 поставить в положение «Внеш. 2 V» и повторить проверку по приведенной методике.

4.3.8. **Определение погрешности измерения прямого тока $I_{пр}$ полупроводниковых диодов**

Для этого следует:

подключить к гнездам «Источник внешний 6 В» на задней стенке поверяемого прибора источник постоянного тока УИП-2 и установить на нем напряжение, равное 6 В;

переключатель В1 поставить в положение «Внеш. 2 V»; переключатель В2 — в положение «», переключатель В3 — в положение «*I*», ручку «Уст. тока» — в левое крайнее положение;

к выводам диодной панели подключить последовательно прибор Ц4311, включенный как миллиамперметр с пределом измерения тока, равным 300 мА, и магазин сопротивлений Р58, установив на нем сопротивление 6,6 Ом;

нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. тока» установить стрелку поверяемого прибора по шкале «*I*» последовательно на оцифрованные отметки, соответствующие значениям $I_{пр}$, равным 100, 200, 300 мА, отсчитывая одновременно соответствующие показания прибора Ц4311.

Погрешность измерения прямого тока

$$\delta_{I\,пр} = \frac{I_{пр.\,пов} - I_{пр.\,д}}{300} \cdot 100\%,$$

где $I_{пр.пов}$ — значение тока, установленное по шкале поверяемого прибора, мА; $I_{пр.д}$ — соответствующее показание прибора Ц4311, мА.

Погрешность измерения прямого тока не должна превышать ±3%.

Отключить внешний источник постоянного тока;

перевести переключатель В1 в положение «2 V», ручку «Уст. тока» — в крайнее левое положение;

переключить прибор Ц4311 на предел измерения тока, равный 150 мА, на магазине Р58 установить сопротивление 20 Ом; нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Уст. тока» установить стрелку поверяемого прибора по шкале «*I*» последовательно на оцифрованные отметки, соответствующие значениям $I_{пр}$, равным 30, 70 и 100 мА, отсчитывая одновременно соответствующие показания прибора Ц4311.

Погрешность измерения прямого тока

$$\delta_{I\,пр} = \frac{I_{пр.\,пов} - I_{пр.\,д}}{100} \cdot 100\%,$$

где $I_{пр.пов}$ — значение тока, установленное по шкале поверяемого прибора, мА; $I_{пр.д}$ — соответствующее показание прибора Ц4311, мА.

Погрешность измерения прямого тока не должна превышать ±3%.

Примечание к пп. 4.3.7 и 4.3.8. У приборов Л2-23, выпускаемых с 1973 г., переключатели В1 не имеют положения с маркировкой «Внешн. 2V». Ему соответствует положение переключателя В1—«2V, 300 мА».

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты поверки заносят в протокол.

5.2. Если при поверке прибора Л2-23 его параметры не соответствуют нормам, указанным в техническом описании (или будут обнаружены механические и электрические неисправности) дальнейшую поверку прекращают.

5.3. На приборы Л2-23, соответствующие требованиям настоящей методики, выдают свидетельство о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР.

5.4. При ведомственной поверке допускается отметку о поверке вносить в паспорт прибора.

5.5. Приборы, не соответствующие требованиям настоящей методики, в обращение не допускаются и на них выдают справку с указанием причин негодности.

Методика поверки измерителя Л2—23 параметров полупроводниковых приборов МИ 93—76

Редактор *Л. В. Ярова*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *А. П. Якуничкина*

Т—20773 Сдано в наб. 04.08.76 Подп. в печ. 10.12.76 0,75 п. л.
0,74 уч.-изд. л. Тир. 3000 Цена 4 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1616

gost.e-ecolog.ru