

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы автоматизированного измерения электрических параметров компонентов интегральных схем Agilent 4071A, 4072A, 4073A

#### Назначение средства измерений

Системы автоматизированного измерения электрических параметров компонентов интегральных схем Agilent 4071A, 4072A, 4073A (далее – системы) предназначены для воспроизведения и измерений напряжения и силы постоянного тока, измерений электрической емкости и электрической проводимости при исследовании тестовых структур полупроводниковых кристаллов.

#### Описание средства измерений

Принцип действия систем основан на подаче входных электрических сигналов с программируемыми параметрами на входы исследуемого объекта и измерении выходных электрических сигналов объекта при помощи аналогово-цифровых преобразователей.

Конструктивно системы состоят из основной стойки с присоединенным измерительным блоком, манипулятора и рабочей станции (управляющей ПЭВМ), состоящей из монитора и процессорного блока.

В состав измерительного блока систем входят модули:

- универсальные источники и измерители напряжения и тока SMU: MPSMU (для моделей систем 4071A, 4072A и 4073A) и HRSMU (для модели системы 4073A);
- платы коммутирования на выводы проб-карты;
- программируемый цифровой вольтметр DVM (Agilent 3458A);
- измеритель емкости и проводимости CMU (RLC измеритель Agilent E4980 или 4284A).

В состав универсальных источников и измерителей напряжения и тока MPSMU и HRSMU входят быстродействующие и прецизионные АЦП.

Общий вид систем, место нанесения знака утверждения типа, место пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунке 1.

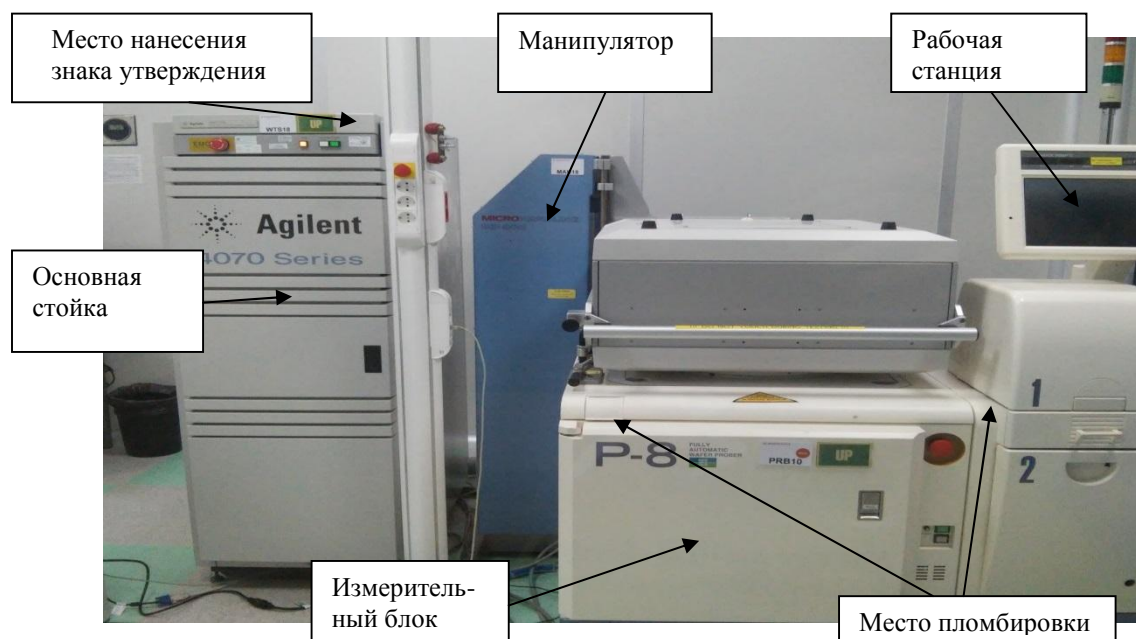


Рисунок 1 - Общий вид системы

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) предназначено для управления работой системы.

Идентификационные данные (признаки) ПО приведены в таблице 1.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Наименование программного обеспечения	Значение
Идентификационное наименование ПО	sys4070
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже С.04.02
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

### Метрологические и технические характеристики

приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Универсальные источники и измерители напряжения и тока MPSMU	
Диапазон воспроизведения (измерений) напряжения постоянного тока, В	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ: в диапазоне $\pm 2$ В в диапазоне $\pm 20$ В в диапазоне $\pm 40$ В в диапазоне $\pm 100$ В	$\pm(0,0005 \cdot U + 1 \text{ мВ} + R \cdot I)^*$ $\pm(0,0005 \cdot U + 10 \text{ мВ} + R \cdot I)$ $\pm(0,0005 \cdot U + 20 \text{ мВ} + R \cdot I)$ $\pm(0,0005 \cdot U + 50 \text{ мВ} + R \cdot I)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока быстродействующими и прецизионными АЦП, мВ: в диапазоне $\pm 2$ В в диапазоне $\pm 20$ В в диапазоне $\pm 40$ В в диапазоне $\pm 100$ В	$\pm(0,0004 \cdot U + 0,8 \text{ мВ} + R \cdot I)$ $\pm(0,0004 \cdot U + 8 \text{ мВ} + R \cdot I)$ $\pm(0,0004 \cdot U + 16 \text{ мВ} + R \cdot I)$ $\pm(0,0004 \cdot U + 40 \text{ мВ} + R \cdot I)$
Диапазон воспроизведения (измерений) силы постоянного тока, мА	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мА: в диапазоне $\pm 1$ нА в диапазоне $\pm 10$ нА в диапазоне $\pm 100$ нА в диапазоне $\pm 1$ мкА в диапазоне $\pm 10$ мкА в диапазоне $\pm 100$ мкА в диапазоне $\pm 1$ мА в диапазоне $\pm 10$ мА в диапазоне $\pm 100$ мА	$\pm(0,01 \cdot I + 0,006 \text{ нА})^{**}$ $\pm(0,01 \cdot I + 0,034 \text{ нА})^{**}$ $\pm(0,002 \cdot I + 0,35 \text{ нА})$ $\pm(0,002 \cdot I + 1,7 \text{ нА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 0,015 \text{ мкА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 0,15 \text{ мкА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 1,5 \text{ мкА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 15 \text{ мкА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 150 \text{ мкА})$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока быстродействующими и прецизионными АЦП, мА:</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> mA</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> mA</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> mA</p>	<p><math>\pm(0,01 \cdot I + 0,006 \text{ нА})^{**}</math></p> <p><math>\pm(0,01 \cdot I + 0,033 \text{ нА})^{**}</math></p> <p><math>\pm(0,002 \cdot I + 0,300 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,002 \cdot I + 1,2 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,001 \cdot I + 0,01 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,001 \cdot I + 0,1 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,001 \cdot I + 1 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,001 \cdot I + 10 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,001 \cdot I + 100 \text{ мкА})</math></p>
<p>Универсальные источники и измерители напряжения и тока HRSMU</p>	
<p>Диапазон воспроизведения (измерений) напряжения постоянного тока, В</p>	<p>от -100 до +100</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ:</p> <p>в диапазоне <math>\pm 2</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 20</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 40</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> В</p>	<p><math>\pm(0,0003 \cdot U + 0,7 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0003 \cdot U + 4 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0003 \cdot U + 8 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0005 \cdot U + 20 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока быстродействующими и прецизионными АЦП, мВ:</p> <p>в диапазоне <math>\pm 2</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 20</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 40</math> В</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> В</p>	<p><math>\pm(0,0002 \cdot U + 0,5 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0003 \cdot U + 3 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0003 \cdot U + 6 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p> <p><math>\pm(0,0005 \cdot U + 15 \text{ мВ} + R \cdot I)</math></p>
<p>Диапазон воспроизведения (измерения) силы постоянного тока, mA</p>	<p>от -100 до +100</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, mA:</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> пА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> пА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> нА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> мкА</p> <p>в диапазоне <math>\pm 1</math> mA</p> <p>в диапазоне <math>\pm 10</math> mA</p> <p>в диапазоне <math>\pm 100</math> mA</p>	<p><math>\pm(0,6 \cdot I + 1 \text{ пА})</math></p> <p><math>\pm(0,2 \cdot I + 1 \text{ пА})</math></p> <p><math>\pm(0,01 \cdot I + 3,9 \text{ пА})</math></p> <p><math>\pm(0,01 \cdot I + 0,009 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,0012 \cdot I + 0,06 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,0012 \cdot I + 0,5 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,0007 \cdot I + 6 \text{ нА})</math></p> <p><math>\pm(0,0007 \cdot I + 0,05 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,0006 \cdot I + 0,6 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,0006 \cdot I + 5 \text{ мкА})</math></p> <p><math>\pm(0,0012 \cdot I + 60 \text{ мкА})</math></p>

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока быстродействующими и прецизионными АЦП, мА: в диапазоне $\pm 10$ пА в диапазоне $\pm 100$ пА в диапазоне $\pm 1$ нА в диапазоне $\pm 10$ нА в диапазоне $\pm 100$ нА в диапазоне $\pm 1$ мкА в диапазоне $\pm 10$ мкА в диапазоне $\pm 100$ мкА в диапазоне $\pm 1$ mA в диапазоне $\pm 10$ mA в диапазоне $\pm 100$ mA	$\pm(0,6 \cdot I + 1 \text{ пА})$ $\pm(0,2 \cdot I + 1 \text{ пА})$ $\pm(0,01 \cdot I + 3,4 \text{ пА})$ $\pm(0,01 \cdot I + 0,008 \text{ нА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 0,05 \text{ нА})$ $\pm(0,0012 \cdot I + 0,45 \text{ нА})$ $\pm(0,0006 \cdot I + 5 \text{ нА})$ $\pm(0,0006 \cdot I + 0,045 \text{ мкА})$ $\pm(0,0006 \cdot I + 0,5 \text{ мкА})$ $\pm(0,0006 \cdot I + 4 \text{ мкА})$ $\pm(0,001 \cdot I + 50 \text{ мкА})$	
<b>Программируемый цифровой вольтметр DVM</b>		
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -100 до +100	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ: в диапазоне $\pm 0,1$ В в диапазоне $\pm 1$ В в диапазоне $\pm 10$ В в диапазоне $\pm 100$ В	для моделей 4071А, 4072А	для модели 4073А
	-	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,1)$
	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,3)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,1)$
	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,3)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,2)$
	$\pm(0,0002 \cdot U + 2)$	$\pm(0,0002 \cdot U + 1)$
<b>Измеритель емкости и проводимости СМУ</b>		
Диапазон измерений электрической емкости, пФ	от $10^2$ до $10^5$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической емкости, %	2	
Диапазон измерений электрической проводимости, См	от $10^{-4}$ до $10^{-2}$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической проводимости, %	1	
<p>* U – напряжение постоянного тока, мВ; I - сила тока постоянного тока, мА; R- электрическое сопротивление платы коммутирования, Ом</p> <p>** Погрешность при сопротивлении нагрузки менее 1 ГОм</p>		

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<b>Параметры электрического питания:</b> - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220±10 50±1
<b>Условия эксплуатации:</b> - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от +18 до +28 от 20 до 70 от 97 до 105
<b>Габаритные размеры, мм, не более:</b> <b>основная стойка</b> - высота - ширина - длина <b>измерительный блок</b> - высота - ширина - длина <b>манипулятор</b> - высота - ширина - длина <b>рабочая станция</b> - высота - ширина - длина	1600 600 906 422 640 642 1600 1400 1600 450 230 510
<b>Масса, кг, не более:</b> - основная стойка - измерительный блок - манипулятор - рабочая станция	270 75 420 35

### Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель основной стойки в виде наклейки и на титульные листы эксплуатационной документации типографским методом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность системы приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Комплектность системы

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
1 Система автоматизированного измерения электрических параметров компонентов интегральных схем в составе:	Agilent 4071A, или Agilent 4072A, или Agilent 4073A	1
1.1 Основная стойка		1
1.2 Измерительный блок		1
1.3 Манипулятор		1
1.4 Рабочая станция		1
2 Руководство по эксплуатации		1
3 Методика поверки	651-18-012	1

## **Поверка**

осуществляется по документу 651-18-012 «Инструкция. Системы автоматизированного измерения электрических параметров компонентов интегральных схем Agilent 4071A, 4072A, 4073A. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 25 января 2018 г.

Основные средства поверки:

- мультиметр 3458A, регистрационный номер 25900-03 в Федеральном информационном фонде;

- меры электрического сопротивления однозначные P3030, регистрационный номер 18445-99 в Федеральном информационном фонде;

- меры электрического сопротивления измерительные P4015, P4016, P4017, P4018, регистрационный номер 7791-80 в Федеральном информационном фонде;

- меры емкости образцовые P597, регистрационный номер 2684-70 в Федеральном информационном фонде;

- набор мер емкости образцовых 3-го разряда E1-3, регистрационный номер 8174-88 в Федеральном информационном фонде;

- набор мер сопротивления образцовых E1-5, регистрационный номер 8175-81 в Федеральном информационном фонде.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе.

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам автоматизированного измерения электрических параметров компонентов интегральных схем Agilent 4071A, 4072A, 4073A**

ГОСТ 8.022-91 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 30 А

ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости

Техническая документация фирмы-изготовителя

## **Изготовитель**

Фирма «Agilent Technologies Japan, Ltd.», Япония

Адрес: Nachioji Semiconductor Test Division 9-1, Takakura-cho, Nachioji-shi Tokyuj, 192-8510 Japan

Телефон: 0120-477-111

Факс: 0120-56-5154

Web-сайт: [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

## **Заявитель**

Акционерное общество «Ангстрем-Т» (АО «Ангстрем-Т»)

Адрес: 124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 7

Телефон (факс): 8(499) 731-23-90

E-mail: [general@angstrem-t.com](mailto:general@angstrem-t.com)

Web-сайт: [www.angstrem-t.com](http://www.angstrem-t.com)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево

Юридический адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11

Телефон (факс): 8(495) 526-63-00

Web-сайт: [www.vniiftri.ru](http://www.vniiftri.ru)

E-mail: [office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.