

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы мощных устройств/характериографы B1505A с модулями B1510A, B1511A, B1512A, B1513A, B1513B, B1514A, B1520A, B1525A, B1530A

Назначение средства измерений

Анализаторы мощных устройств/характериографы B1505A с модулями B1510A, B1511A, B1512A, B1513A, B1513B, B1514A, B1520A, B1525A, B1530A (далее – анализаторы) предназначены для:

- воспроизведения/измерения напряжения постоянного тока до 3000 В;
- точных измерений постоянного тока в субпикоамперном диапазоне при высоких напряжениях;
- воспроизведения/измерения силы постоянного тока до 2 А и импульсного до 40 А;
- воспроизведения токового импульса шириной до 50 мкс при больших токах;
- переключения между измерением большого тока и высокого напряжения без перекалибровки;
- измерений емкости при постоянных напряжениях до 3000 В.

Описание средства измерений

Конструктивно анализатор выполнен в виде настольного моноблока.

Анализатор позволяет проводить измерения при автоматизированном контроле электрических параметров полупроводниковых приборов, анализе их функциональных зависимостей; отображение на дисплее вольт-амперных характеристик (ВАХ), вольт-фарадных характеристик (ВФХ) исследуемого объекта в виде графиков и таблиц, расчет их на основе стандартных параметров исследуемого объекта, формирование и заполнение отчета о полученных результатах.

Модульная конструкция анализатора, включающая 10 гнезд для установки модулей, позволяет создавать такую конфигурацию анализатора, которая соответствует текущим измерительным задачам.

Внешний вид анализаторов приведен на рисунках 1 и 2.

Место нанесения знака утверждения типа приведено на рисунке 1, а схема пломбировки анализаторов от несанкционированного доступа приведена на рисунке 2.

При оформлении внешнего вида генераторов могут использоваться логотипы компаний «Agilent Technologies» или «Keysight Technologies».

Место нанесения
знака утверждения
типа

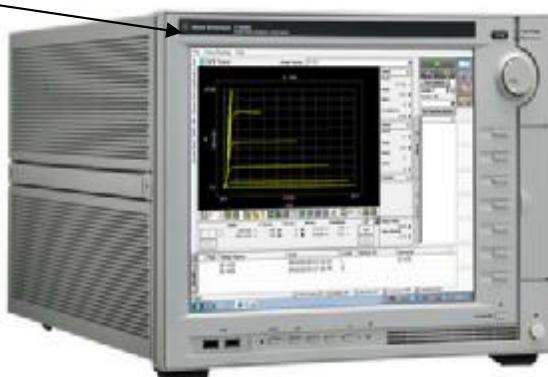


Рисунок 1 – Внешний вид анализатора



Рисунок 2 – Схема пломбировки анализаторов (задняя панель)

Программное обеспечение

Управление режимами работы и настройками анализаторов осуществляется с помощью внутреннего программного обеспечения (ПО), которое встроено в защищенную от записи память микроконтроллера, что исключает возможность его несанкционированных настройки и вмешательства, приводящим к искажению результатов измерений.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
ПО для анализаторов мощных устройств/характериографов В1505А/1505А	B1500_Software_A 04.11.2010.1209	Версия A.04.11.2010.1209	16559D01EDBF9CA AFD707A6C4CFF75 B9	MD5

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики анализаторов приведены в таблицах 2 – 12.

Таблица 2 – Метрологические характеристики анализатора с модулями в режиме измерения напряжения постоянного тока

Модуль	Пределы измерения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1510A	± 2 В	2 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} ¹⁾ + 0,14 мВ)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 0,14 мВ)
	± 40 В	40 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 1 мВ)
	± 100 В	100 мкВ	± (0,012 · U _{изм.} + 2,5 мВ)
	± 200 В	200 мкВ	± (0,014 · U _{изм.} + 2,8 мВ)
B1511A	± 0,5 В	0,5 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 0,12 мВ)
	± 2 В	2 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 0,14 мВ)
	± 5 В	5 мкВ	± (0,009 · U _{изм.} + 0,25 мВ)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 0,9 мВ)
	± 40 В	40 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} + 1 мВ)
	± 100 В	100 мкВ	± (0,012 · U _{изм.} + 2,5 мВ)
B1512A	± 0,2 В	200 нВ	± (0,06 + 0,14 + I ₀ · 0,05) ²⁾
	± 2 В	2 мкВ	± (0,06 + 0,6 + I ₀ · 0,5)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 5)
	± 40 В	40 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 10)
B1513A B1513B	± 200 В	200 мкВ	± (0,03 · U _{изм.} + 40 мВ)
	± 500 В	500 мкВ	± (0,03 · U _{изм.} + 100 мВ)
	± 1500 В	1,5 мВ	± (0,03 · U _{изм.} + 300 мВ)
	± 3000 В	3 мВ	± (0,03 · U _{изм.} + 600 мВ)
B1514A	± 0,2 В	200 нВ	± (0,06 + 0,14 + I ₀ · 0,05) ²⁾
	± 2 В	2 мкВ	± (0,06 + 0,6 + I ₀ · 0,5)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 5)
	± 40 В	40 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 10)
Примечания			
¹⁾ – предел измерений для каждого модуля			
²⁾ – ± (%) от измеренной величины + фиксированное смещение в [мВ] + пропорциональное смещение в [мВ]), I ₀ – сила тока в [А]			

Таблица 3 – Метрологические характеристики анализатора с модулями в режиме источника напряжения постоянного тока

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1510A	± 2 В	100 мкВ	± (0,01 · U _{изм.} ¹⁾ + 0,14 мВ)
	± 20 В	1 мВ	± (0,01 · U _{изм.} + 0,14 мВ)
	± 40 В	2 мВ	± (0,01 · U _{изм.} + 1 мВ)
	± 100 В	5 мВ	± (0,012 · U _{изм.} + 2,5 мВ)
	± 200 В	10 мВ	± (0,014 · U _{изм.} + 2,8 мВ)
B1511A	± 0,5 В	25 мкВ	± (0,018 · U _{изм.} + 0,15 мВ)
	± 2 В	100 мкВ	± (0,018 · U _{изм.} + 0,4 мВ)
	± 5 В	250 мкВ	± (0,018 · U _{изм.} + 0,75 мВ)
	± 20 В	1 мВ	± (0,018 · U _{изм.} + 3 мВ)
	± 40 В	2 мВ	± (0,018 · U _{изм.} + 6 мВ)
	± 100 В	5 мВ	± (0,018 · U _{изм.} + 15 мВ)

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1512A	± 0,2 В	200 нВ	± (0,06 + 0,14 + I ₀ · 0,05) ²⁾
	± 2 В	2 мкВ	± (0,06 + 0,6 + I ₀ · 0,5)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 5)
	± 40 В	40 мкВ	± (0,06 + 3 + I ₀ · 10)
B1513A B1513B	± 200 В	200 мкВ	± (0,03 · U _{изм.} + 40 мВ)
	± 500 В	500 мкВ	± (0,03 · U _{изм.} + 100 мВ)
	± 1500 В	1,5 мВ	± (0,03 · U _{изм.} + 300 мВ)
	± 3000 В	3 мВ	± (0,03 · U _{изм.} + 600 мВ)
B1514A	± 0,2 В	200 нВ	± (0,06 · U _{изм.} + 0,14 мВ)
	± 2 В	2 мкВ	± (0,06 · U _{изм.} + 0,6 мВ)
	± 20 В	20 мкВ	± (0,06 · U _{изм.} + 3 мВ)
	± 30 В	40 мкВ	± (0,06 · U _{изм.} + 3 мВ)
Примечания			
	¹⁾	— предел измерений для каждого модуля	
	²⁾	— ± (%) от измеренной величины + фиксированное смещение в [мВ] + пропорциональное смещение в [мВ]), I ₀ — сила тока в [А]	

Таблица 4 – Метрологические характеристики анализатора с модулями в режиме измерения силы постоянного тока

Модуль	Пределы измерения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1510A	± 1 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵) ¹⁾
	± 10 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁴)
	± 100 нА	100 фА	± (0,05 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	1 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹²)
	± 10 мкА	10 пА	± (0,04 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 1 мА	1 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 10 мА	10 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 100 мА	100 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
	± 1 А	1 мкА	± (0,04 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁵ + U ₀ · 10 ⁻⁶)
B1511A	± 1 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵) ¹⁾
	± 10 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹⁴)
	± 100 нА	100 фА	± (0,05 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻¹¹ + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	1 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹²)
	± 10 мкА	10 пА	± (0,04 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 1 мА	1 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 10 мА	10 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 100 мА	100 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
B1512A	± 10 мкА	10 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 1 мА	1 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 10 мА	10 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
	± 100 мА	100 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁵ + U ₀ · 10 ⁻⁶)

Модуль	Пределы измерения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
	± 1 А	1 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁴ + U ₀ · 10 ⁻⁵)
	± 20 А ²	20 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻³ + U ₀ · 10 ⁻⁴)
B1513A B1513B	± 1 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵)
	± 10 нА	100 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵)
	± 100 нА	100 фА	± (0,05 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	1 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 10 мкА	10 пА	± (0,04 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 1 мА	1 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 10 мА	10 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
B1514A	± 10 мкА	10 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 1 мА	1 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 10 мА	10 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
	± 100 мА	100 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁵ + U ₀ · 10 ⁻⁶)
	± 1 А ²)	1 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁴ + U ₀ · 10 ⁻⁵)
Примечания			
	¹⁾	– ± (%) от измеренной величины + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в В), U ₀ – напряжение в В	
	²⁾	– только в импульсном режиме.	

Таблица 5 – Метрологические характеристики анализатора с модулями в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Модель	Предел измерения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1510A	± 1 нА	50 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵) ¹⁾
	± 10 нА	500 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹⁴)
	± 100 нА	5 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹¹ + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	50 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹²)
	± 10 мкА	500 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	5 нА	± (0,035 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 1 мА	50 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 10 мА	500 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 100 мА	5 мкА	± (0,045 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
	± 1 А	50 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁴ + U ₀ · 10 ⁻⁶)
B1511A	± 1 нА	50 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵) ¹⁾
	± 10 нА	500 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹⁴)
	± 100 нА	5 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻¹¹ + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	50 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹²)
	± 10 мкА	500 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	5 нА	± (0,035 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 1 мА	50 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 10 мА	500 нА	± (0,04 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 100 мА	5 мкА	± (0,045 · I _{изм.} + 15 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)

Модель	Предел измерения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
B1512A	± 10 мкА	10 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
	± 1mA	1 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁸)
	± 10 mA	10 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁶ + U ₀ · 10 ⁻⁷)
	± 100 mA	100 нА	± (0,06 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁵ + U ₀ · 10 ⁻⁶)
	± 1 A	1 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁴ + U ₀ · 10 ⁻⁵)
	± 20 A ²	20 мкА	± (0,4 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻³ + U ₀ · 10 ⁻⁴)
B1513A B1513B	± 1 нА	10 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵)
	± 10 нА	100 фА	± (0,1 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹³ + U ₀ · 10 ⁻¹⁵)
	± 100 нА	100 фА	± (0,05 · I _{изм.} + 25 · 10 ⁻¹² + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 1 мкА	1 пА	± (0,05 · I _{изм.} + 10 ⁻¹⁰ + U ₀ · 10 ⁻¹³)
	± 10 мкА	10 пА	± (0,04 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 100 мкА	100 пА	± (0,03 · I _{изм.} + 3 · 10 ⁻⁹ + U ₀ · 10 ⁻¹¹)
	± 1 mA	1 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 6 · 10 ⁻⁸ + U ₀ · 10 ⁻¹⁰)
	± 10 mA	10 нА	± (0,03 · I _{изм.} + 2 · 10 ⁻⁷ + U ₀ · 10 ⁻⁹)
Примечания			
	1) ¹⁾	– ± (%) от измеренной величины + фиксированное смещение в [A] + пропорциональное смещение в [A]), U ₀ – напряжение в [B]	
	2) ²⁾	– только в импульсном режиме	

Таблица 6 – Метрологические характеристики анализатора с модулем B1520A (многочастотный измеритель емкости)

Частота		
Диапазон	Разрешение	Погрешность
от 1 кГц до 5 мГц	1 мГц	± 0,008 %
Выходной сигнал воспроизведения		
Диапазон, мВ _{СКЗ}	Разрешение, мВ _{СКЗ}	Погрешность
от 10 до 250	1	± (0,1 · F ¹⁾ + 1 мВ _{СКЗ}) – без кабелей ± (0,15 · F ¹⁾ + 1 мВ _{СКЗ}) – с кабелем 1,5 м или 3,0 м
Функция смещения по постоянному току-воспроизведение		
Диапазон, В	Разрешение, мВ	Погрешность
± 25	1	± (0,005 · U _{изм.} + 5,0 мВ)
Функция смещения по постоянному току-воспроизведение		
Диапазон, В	Разрешение, мВ	Погрешность
± 25	1	± (0,2 · U _{изм.} + 5,0 мВ)

Примечание - ¹⁾ – F амплитуда выходного сигнала

Расчет заявленной погрешности измеряемых величин емкости проводится при следующих условиях:

- температура (23 ± 5) °C
- Dx – измеряемая величина (тангенс угла потерь), определяемая из таблицы 7.

Таблица 7

Измеряемая величина	$D_x \leq 0,1$	$D_x > 0,1$
$ Z $ - модуль полного сопротивления	$\pm \delta (\%)$	
θ - фазовый угол	$\pm \delta / 100$ [рад]	
C – емкость	$\pm \delta (\%)$	$\pm \delta \cdot \sqrt{1+D_X^2} (\%)$
D – тангенс угла потерь	$\pm \delta / 100$	$\pm \delta \cdot (1+D_X) / 100$
G – активная проводимость	$\pm \delta / D_x (\%)$	$\pm \delta \cdot \sqrt{1+D_X^2} / D_x (\%)$

Основная относительная погрешность измерений параметров определяется по формуле:

$$\delta = E_P + (Z_S / |Z_X| + Y_0' \cdot |Z_X|) \cdot 100 [\%], \quad (1)$$

где $E_P = E_{PL} + E_{POSC} + E_P [\%]$;

$$Z_S = Z_{SL} + Z_{OSC} + Z_S [\text{Ом}]$$

$$Y_0' = Y_{OL} + Y_{OSC} + Y_0 [\text{См}]$$

$|Z_X|$ - модуль полного сопротивления измеряемой величины [Ом];

E_{PL} , Y_{OL} , Z_{SL} – коэффициент по таблице 9;

E_{POSC} , Z_{OSC} – коэффициент по таблице 8;

E_P , Z_S , Y_{OSC} , Y_0 – коэффициент по таблице 10.

Таблица 8 – Коэффициенты для расчета погрешности измерений емкости

Уровень $U_{\sim}^{(1)}$	$E_{POSC} [\%]$	$Z_{OSC} [\text{мОм}]$
$125 \text{ мВ} < U_{\sim} \leq 250 \text{ мВ}$	$0,03 \cdot (250 / U_{\sim} - 1)$	$5 \cdot (250 / U_{\sim} - 1)$
$64 \text{ мВ} < U_{\sim} \leq 125 \text{ мВ}$	$0,03 \cdot (125 / U_{\sim} - 1)$	$5 \cdot (125 / U_{\sim} - 1)$
$32 \text{ мВ} < U_{\sim} \leq 64 \text{ мВ}$	$0,03 \cdot (64 / U_{\sim} - 1)$	$5 \cdot (64 / U_{\sim} - 1)$
$U_{\sim} \leq 32 \text{ мВ}$	$0,03 \cdot (32 / U_{\sim} - 1)$	$5 \cdot (32 / U_{\sim} - 1)$

Примечание - $U_{\sim}^{(1)}$ – напряжение переменного тока на выходе блока В1520А в [мВ]

Таблица 9 – Коэффициенты для расчета погрешности измерений емкости

Длина кабеля ⁽¹⁾	$E_{PL} [\%]$	$Y_{OL} [\text{нс}]$	$Z_{SL} [\text{мОм}]$
1,5 м	$0,02 + 3 \cdot f^{(2)} / 100$	$750 \cdot f / 100$	5,0
3 м	$0,02 + 5 \cdot f / 100$	$1500 \cdot f / 100$	5,0

Примечания

¹⁾ – если измерительный кабель другой длины, выходы блока В1520А коротко замкнуты или в режиме холостого хода значения в данной таблице требуют корректировки;

²⁾ – f – значение частоты в [МГц]

Таблица 10 – Коэффициенты для расчета погрешности измерений емкости

Частота	$Y_{OSC} [\text{нс}]$	$Y_0 [\text{нс}]$	$E_P [\%]$	$Z_S [\text{мОм}]$
$1 \text{ кГц} \leq f^{(1)} \leq 200 \text{ кГц}$	$1 \cdot (125 / U_{\sim}^{(2)} - 0,5)$	1,5	0,095	5,0
$200 \text{ кГц} \leq f \leq 1 \text{ МГц}$	$2 \cdot (125 / U_{\sim} - 0,5)$	3,0	0,095	5,0
$1 \text{ МГц} < f \leq 2 \text{ МГц}$	$2 \cdot (125 / U_{\sim} - 0,5)$	3,0	0,28	5,0
$2 \text{ МГц} < f$	$20 \cdot (125 / U_{\sim} - 0,5)$	30,0	0,28	5,0

Примечания

¹⁾ – f – значение частоты в [Гц];

²⁾ – U_{\sim} – напряжение переменного тока в [мВ]

Таблица 11 – Метрологические характеристики анализатора с модулем В1525А (HV – SPGU) (высоковольтный генератор импульсов)

Амплитудные характеристики напряжения постоянного тока и импульса				
Уровень выходного напряжения	50 Ом XX	от минус 20 В до плюс 20 В от минус 40 В до плюс 40 В		
Погрешность установки выходного напряжения ¹⁾	XX	$\pm (0,005 \cdot U_{\text{вых.}} + 50 \text{ мВ})$		
Разрешающая способность по амплитуде	50 Ом XX	0,2 мВ (в диапазоне ± 10 В) 0,8 мВ (в диапазоне ± 40 В) 0,4 мВ (в диапазоне ± 10 В) 1,6 мВ (в диапазоне ± 40 В)		
Сила тока короткого замыкания		800 мА импульсное (400 мА среднее ²⁾)		
Амплитуда выброса ³⁾	50 Ом	$\pm (0,05 \cdot U_{\text{выброса}} + 20 \text{ мВ})$		
Примечания				
¹⁾ – через 1 мкс после завершения переходного процесса;				
²⁾ – эта величина определяется при следующих условиях: [(Количество установленных модулей В1525А) · 0,2 А] + [Потребление постоянного тока всех модулей (включая модуль В1525А)] < 3,0 А;				
³⁾ – указанные условия действуют в определенный период времени				
Временные характеристики ¹⁾				
Частотный диапазон	от 0,1 Гц до 33 МГц			
Период импульса	Устанавливаемый диапазон Разрешающая способность Минимальное значение Погрешность установки	от 30 нс до 10 с 10 нс 100 нс ²⁾ $\pm 1 \%$		
Ширина импульса	Устанавливаемый диапазон Разрешающая способность Минимальное значение Погрешность установки	от 10 нс до (период -10 нс) 2,5 нс (Тфронта и Тсреза \leq 8 мкс) 10 нс (Тфронта или Тсреза $>$ 8 мкс) 50 нс $\pm (0,03 \cdot T^4) + 2 \text{ нс}$		
Время нарастания ³⁾ (Тфронта и Тсреза)	Устанавливаемый диапазон Разрешающая способность Минимальное значение Погрешность установки	от 8 нс до 400 мс 2 нс (Тфронта и Тсреза \leq 8 мкс) 8 нс (Тфронта или Тсреза $>$ 8 мкс) 20 нс ($U_{\text{ампл}} \leq 10$ В) 30 нс ($U_{\text{ампл}} \leq 20$ В) 60 нс ($U_{\text{ампл}} > 20$ В) $\pm (0,05 \cdot T^5) + 10 \text{ нс}$ ($U_{\text{ампл}} \leq 10$ В) $\pm (0,05 \cdot T^5) + 10 \text{ нс}$ ($U_{\text{ампл}} \leq 20$ В)		
Примечание				
¹⁾ – если не оговорено другое, то все характеристики даны для 50 Ом;				
²⁾ – значение нормируется при $U_{\text{ампл}} \leq 10$ В;				
³⁾ – время, при котором амплитуда импульса изменяется от 10 до 90 % от $U_{\text{ампл}}$;				
⁴⁾ – ширина импульса;				
⁵⁾ – Тфронта или Тсреза				

Таблица 12 – Метрологические характеристики анализатора с модулем В1530А (WGFMU) (генератор произвольной формы)

<i>Характеристики источника напряжения постоянного тока</i>	
Уровень выходного напряжения (в режиме переменного тока и напряжения)	от минус 5 до плюс 5 В от минус 10 до 0 В от 0 до 10 В
Уровень выходного напряжения (в режиме генератора импульсов)	от минус 5 до плюс 5 В (XX) от минус 2,5 до плюс 2,5 В (50 Ом)
Погрешность установки выходного напряжения ¹⁾	$\pm 0,1\%$ от установленного значения $\pm 0,1\%$ от диапазона ¹⁾
Разрешающая способность ²⁾	96 мкВ (от минус 3 до плюс 3 В) 160 мкВ (в других диапазонах исключая от минус 3 до плюс 3 В)
Амплитуда выброса	$\pm (0,05 \text{ A} + 20 \text{ мВ})^3)$
Тфронта (от 10 до 90 %) Тсреза (от 90 до 10 %)	погрешность: $\pm (0,05T + 10 \text{ нс})$ при заданных установках ⁴⁾ ; минимальное значение: 24 нс (импульсный режим, нагрузка 50 Ом)
Период импульса	Погрешность : $\pm 1\%$ при заданных установках ⁵⁾ Минимальное значение: 100 нсек (импульсный режим, нагрузка 50 Ом)
<i>Характеристики измерителя напряжения постоянного тока</i>	
Погрешность измерений	$\pm 0,1\%$ от установленного значения $\pm 0,1\%$ от диапазона ⁶⁾
Разрешающая способность	680 мкВ (в диапазоне от минус 5 до плюс 5 В) 1,4 мкВ (в диапазоне от минус 10 до плюс 10 В)
<i>Характеристики измерителя напряжения постоянного тока</i>	
Погрешность измерений	$\pm 0,1\%$ от установленного значения $\pm 0,2\%$ от диапазона ⁶⁾
Разрешающая способность	0,014 % от диапазона
Примечания	
¹⁾ – зависит от диапазона или режима работы. Напряжение постоянного тока - постоянно. Сопротивление нагрузки от 1 МОм (диапазон 1 мкА) или от 200 кОм (все другие диапазоны) для режима переменного тока и напряжения или от 1 МОм для импульсного режима;	
²⁾ – может изменяться более чем на 5 % в зависимости от результатов калибровки;	
³⁾ – импульсный режим, нагрузка 50 Ом, Тфронта и Тсреза свыше 16 нс с кабелем 1,5 м; свыше 32 нс с кабелем 3м; свыше 5 нс с кабелем 5 м;	
⁴⁾ – импульсный режим, нагрузка 50 Ом, Тфронта и Тсреза от 24 нс;	
⁵⁾ – импульсный режим, нагрузка 50 Ом, период импульса от 100 нс;	
⁶⁾ – зависит от диапазона или режима работы. Напряжение постоянного тока - постоянно. Условия применения : 10000 усредненных значений для предела измерений 10 мкА и выше; 100000 усредненных значений для предела измерений 1 мкА;	
XX – разрешение дисплея. Может изменяться более, чем на 5 % в зависимости от результатов калибровки	

Таблица 13 – Условия эксплуатации, габаритные размеры и масса

Наименование характеристики	Значение характеристики
Нормальные условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха окружающего воздуха, % - атмосферное давление, кПа	(20 ± 5) от 84 до 106 от 20 до 70
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	от 5 до 40; 70
Габаритные размеры анализатора без модулей (ширина x высота x длина), мм, не более	420 x 330 x 575
Масса анализатора без модулей, кг, не более	20
Напряжение сети электропитания переменного тока, В	от 90 до 264
Частота сети электропитания переменного тока, Гц	от 47 до 63
Потребляемая мощность, В · А, не более	900

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и на заднюю панель корпуса анализатора в виде наклейки со стойким к истиранию покрытием.

Комплектность средств измерений

Комплект поставки (стандартный) приведен в таблице 14.

Таблица 14

Наименование	Количество
Анализатор мощных устройств/характериограф В1505А	1
Модуль В1510А	1
Модуль В1511А	1
Модуль В1512А	1
Модуль В1513А	1
Модуль В1513В	1
Модуль В1514А	1
Модуль В1520А	1
Модуль В1525А	1
Модуль В1530А	1
ПО EasyEXPERT	1
Модуль переключения (опция N1258А)	1
Крепление – устройство для подключения мощных устройств (опция N1259А)	1
Тройник смещения высокого напряжения (опция N1260А)	1
Адаптер защиты (опция N1261А)	1
Набор сопротивлений (опция N1262А)	1
Коаксиальный тройник	1
Руководство по эксплуатации	1
Методика поверки	1
Паспорт	1

Проверка

осуществляется в соответствии с документом МП-342/447-2012 «Анализаторы мощных устройств/характериографы B1505A с модулями B1510A, B1511A, B1512A, B1513A, B1513B, B1514A, B1520A, B1525A, B1530A. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФБУ «РОСТЕСТ–МОСКВА» 29 июня 2012 г.

Основные средства поверки:

- мультиметр 3458А (рег. № 25900-03), пределы измерений напряжения постоянного тока 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В; пределы допускаемой основной погрешности измерений напряжения постоянного тока: для предела измерений 100 мВ $\pm (2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_i + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$, где U_i – измеренное значение напряжения постоянного тока, $U_{пп}$ – значение предела измерений напряжения постоянного тока; для предела измерений 1 В $\pm (1,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_i + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$; для предела измерений 10 В $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_i + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$; для предела измерений 100 В $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_i + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пп})$, пределы измерений силы постоянного тока 100 нА, 1 мкА, 10 мкА, 100 мкА; пределы допускаемой основной погрешности измерений силы постоянного тока: для 100 нА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_i + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$, где I_i – измеренное значение силы постоянного тока, $I_{пп}$ – значение предела измерений силы постоянного тока; для 1 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_i + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$; для 10 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_i + 7 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$; для 100 мкА $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I_i + 6 \cdot 10^{-6} \cdot I_{пп})$;

- катушка электрического сопротивления Р310 (рег. № 1162-58), номинальные значения сопротивления 0,001 Ом, 0,01 ОМ, кл.т. 0,01;

- делитель высокого напряжения постоянного тока ДНВ из комплекта вольтметра универсального цифрового В7-40 (рег. № 39075-08), напряжение постоянного тока до 30 кВ, коэффициент деления 1:1000 и 1:2000, погрешность установки коэффициента деления $\pm 0,5\%$ (1:1000) и $\pm 0,6\%$ (1:2000); входное сопротивление 500 МОм;

- меры емкости образцовые Р597 (рег. № 2684-70), кл. т. от 0,05 до 0,2;

- частотомер электронно-счетный 53132А (рег. № 26211-03), диапазон измерений от 0 до 225 МГц (ВЧ) и от 100 МГц до 12,4 ГГц (СВЧ), пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$, $\pm 4 \cdot 10^{-9}$ (опция 012);

- осциллограф цифровой 54820А (рег. № 54820А), 2 канала, рабочая частота до 500 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\pm 1,25\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Анализаторы мощных устройств/характериографы B1505A с модулями B1510A, B1511A, B1512A, B1513A, B1513B, B1514A, B1520A, B1525A, B1530A. Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам мощных устройств/характериографам B1505A с модулями B1510A, B1511A, B1512A, B1513A, B1513B, B1514A, B1520A, B1525A, B1530A

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

2 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.

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

4 Техническая документация изготовителя.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Изготовитель

Компания «Keysight Technologies International Japan, Ltd.», Япония
1-3-2 Murotani, Nishi-Ku, Kobe-Shi, Hyogo, 651-2241 Japan
9-1 Takakura-cho, Hachioji
Tokyo-To 192-8510
Japan

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «РОСТЕСТ-МОСКВА» (ГЦИ СИ ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»).

Юридический (почтовый) адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 31.

Тел. (499) 129-19-11, факс (499) 124-99-96

E-mail: info@rostest.ru

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

«____» 2014 г.
М.п.