

Приложение к свидетельству № **52666**
об утверждении типа средств измерений

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы контрольно-измерительные Тестеры полупроводниковых приборов FORMULA TT2

Назначение средства измерений

Системы контрольно-измерительные Тестеры полупроводниковых приборов FORMULA TT2 (далее – Тестеры) предназначены для измерения сигналов постоянного тока и напряжения при контроле статических параметров полупроводниковых приборов, а также снятия вольтамперных характеристик двух-, трех-, и четырехполюсников.

Область применения – контроль параметров полупроводниковых приборов при разработке, испытаниях, производстве и эксплуатации изделий электронной техники специального и общепромышленного назначения.

Описание средства измерений

Принцип действия Тестера основан на подаче на измеряемый полупроводниковый прибор тестовых напряжений и/или токов и измерении протекающих по прибору токов и /или падающих на приборе напряжений. Тестовые напряжения и токи формируются с помощью двух цифро-аналоговых преобразователей и набора формирующих усилителей мощности и преобразователей напряжение-ток. Измерения проводятся с помощью набора формирующих делителей, усилителей и преобразователей ток-напряжение, подающих сигнал на аналого-цифровые преобразователи.

Тестер FORMULA TT2 – функционально полный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для измерения статических электрических характеристик полупроводниковых приборов в соответствии с ГОСТ 20398 (полевые транзисторы), ГОСТ 24613 (оптопары), ГОСТ 19138 (тиристоры) и ГОСТ 18604, ГОСТ 27264 (биполярные транзисторы), ГОСТ 18986, ГОСТ 24461 (диоды и стабилитроны), а также приборов других типов в диапазонах от 0,1 до 2000,0 В и от 100 нА до 100 А с помощью измерителей напряжения и тока соответственно. Тестер воспроизводит напряжения и токи в тех же диапазонах, обеспечивая контроль параметров полупроводниковых приборов, как на пластине, так и в корпусе.

При выборе метода измерения на экране монитора отображается соответствующая ГОСТу структурная схема, в соответствии с которой Тестер осуществляет измерения.

Тестер обеспечивает для двух- и трехполюсников снятие вольтамперных характеристик с отображением результатов в графическом виде (исследовательский режим) и на их основе позволяет контролировать параметры исследуемых приборов.

Тестер обеспечивает четырехпроводное подключение полупроводникового прибора для контроля параметров на расстоянии по линиям связи или через релейный коммутатор дистанционного контроля. Предусмотрена интеграция в процесс измерений подключаемых к тестеру внешних приборов посредством специализированного коммутатора.

Тестер обеспечивает контроль параметров в многоместном режиме. Измерения на каждом измерительном посту производятся независимо-поочередно. Допускается контролировать различные типы приборов на каждом отдельном посту.

Тестер выполнен в виде измерительного блока в собственном конструктиве с подключенными к нему измерительными постами (от одного до двух) и блока управляющей ЭВМ.

Внешний вид Тестера представлен на рисунке 1. Схема пломбировки Тестера представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Внешний вид Тестера.

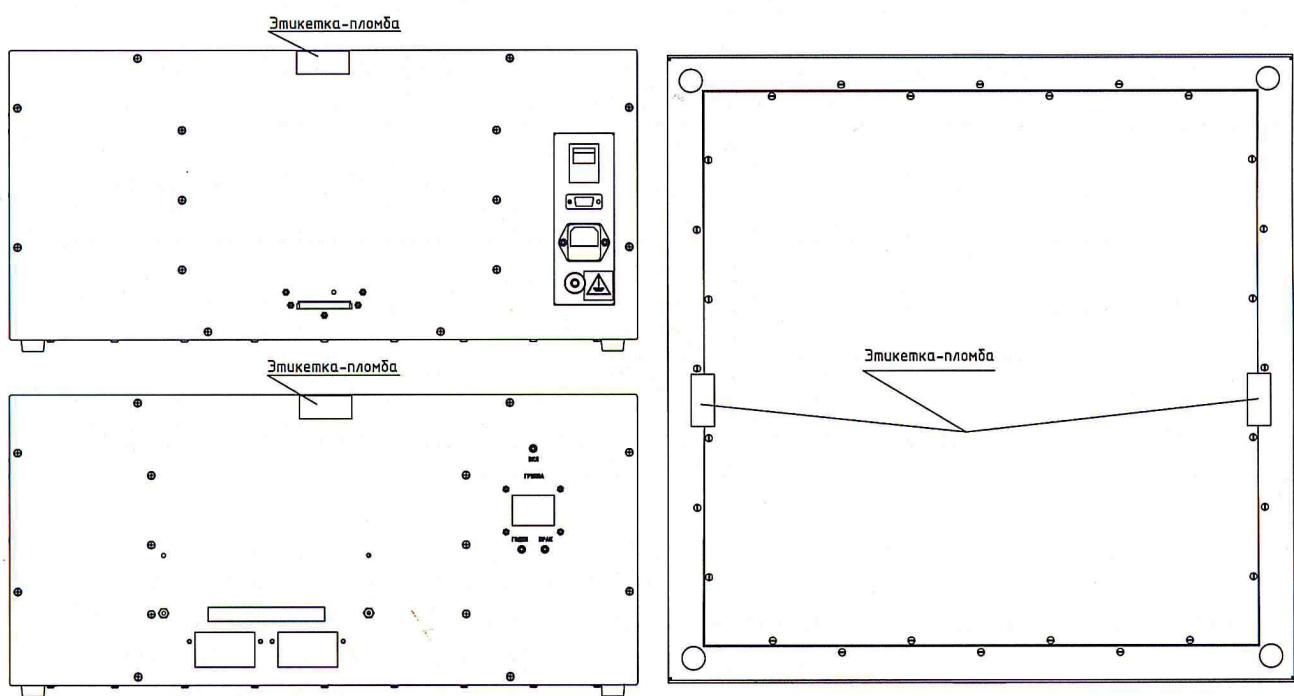
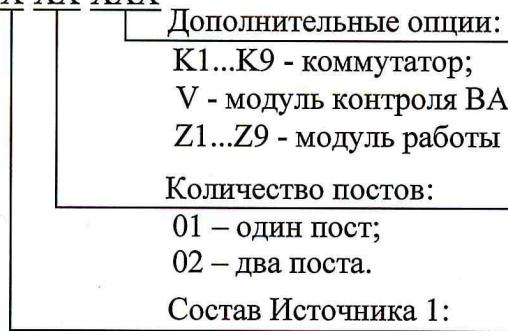


Рисунок 2 – Схема пломбировки Тестера.

Обозначение при заказе:

FORMULA-TT2-X-XX-XXX



- 1 – 20 В/ 10 А, 200 В/ 200 мА;
- 2 – 20 В/ 10 А, 200 В/ 200 мА, 2 кВ/ 5 мА, 500 В/ 200 мА;
- 3 – 20 В/ 10 А, 200 В/ 200 мА, 10 В/ 100 А;
- 4 – 20 В/ 10 А, 200 В/ 200 мА, 2 кВ/ 5 мА, 500 В/ 200 мА, 10 В/ 100 А.

Тестер имеет 8 вариантов исполнения. Варианты исполнения Тестера приведены в таблице:

Условное обозначение Тестера	Источник 1 ¹ , напряжение/ток	Источник 2 ² , напряжение/ток	Количество постов
FORMULA – TT2-1-01-XXX ³	20 В/10 А	20 В/10 А	1
	200 В/200 мА		
FORMULA – TT2-2-01-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	1
	200 В/200 мА		
	2 кВ/5 мА, 500 В/200 мА		
FORMULA – TT2-3-01-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	1
	200 В/200 мА		
	10 В/100 А ⁴		
FORMULA – TT2-4-01-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	1
	200 В/200 мА,		
	2 кВ/5 мА, 500 В/200 мА		
FORMULA – TT2-1-02-XXX	10 В/100 А	20 В/10 А	2
	20 В/10 А		
	200 В/200 мА		
FORMULA – TT2-2-02-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	2
	200 В/200 мА		
	2 кВ/5 мА, 500 В/200 мА		
FORMULA – TT2-3-02-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	2
	200 В/200 мА		
	10 В/100 А		
FORMULA – TT2-4-02-XXX	20 В/10 А	20 В/10 А	2
	200 В/200 мА		
	2 кВ/5 мА, 500 В/200 мА		

¹ Источник 1 – источник задания воздействия и обеспечения измерения параметра на выводе коллектора, стока, двухполюсника полупроводникового прибора.

² Источник 2 – источник задания воздействия и обеспечения измерения параметра на выводе базы, затвора, трехполюсника полупроводникового прибора.

³ XXX – дополнительные опции;

⁴ Тестер обеспечивает максимально задаваемый ток до 100 А только на одном (первом) измерительном посту, и до 10 А – на втором посту.

Условное обозначение Тестера	Источник 1 ¹ , напряжение/ток	Источник 2 ² , напряжение/ток	Количество постов
	10 В/100 А		

Пример обозначения Тестера: Тестер FORMULA TT2-3-01-K4VZ1 укомплектован следующим образом:

- 1) источник 1 – 20 В/10 А, 200 В/200 мА, 10 В/100 А;
- 2) источник 2 – 20 В/10 А;
- 3) один пост;
- 4) коммутатор К4 программный модуль контроля вольт-амперных характеристик, программный модуль работы с зондом

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) предназначено для управления Тестером, подключаемыми к нему внешними устройствами и измерительным процессом: позволяет создавать, редактировать и исполнять измерительные программы, выбирать методы измерения, параметры источников, длительность импульсов, задавать необходимое количество групп электронных компонентов. ПО обеспечивает полное документирование результатов измерений, проведение диагностических и метрологических процедур.

Уровень защиты ПО соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010: ПО не требует специальных средств защиты от преднамеренного воздействия, целостность ПО проверяется расчетом цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) с использованием алгоритма CRC-32.

Идентификационные данные ПО

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения, не ниже	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Программное обеспечение тестера FORMULA TT2	FormulaTT2.exe	V.4.0.0.0	*	CRC-32

* – Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) для каждого исполнения Тестера указывается в разделе 8 руководства по эксплуатации ФРМИ.411734.003 РЭ.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения тока в условиях эксплуатации приведены в таблице:

Диапазон напряжения, В	Диапазон тока	Погрешность*
$\pm 20, \pm 200$	$\pm 1 \text{ мА}$	$\pm (0,02I_{\text{изм}} + 0,02I_{\text{д}})$
	$\pm 2 \text{ мА}$	$\pm (0,02I_{\text{изм}} + 0,01I_{\text{д}})$
	$\pm 10, \pm 20, \pm 100, 200 \text{ мА}$	$\pm (0,01I_{\text{изм}} + 0,005I_{\text{д}})$
	$\pm 1, \pm 2, \pm 10, \pm 20, \pm 100, \pm 200 \text{ мА}$	

± 20	$\pm 1 \text{ A}$	$\pm(0,015U_{изм} + 0,005I_d)$
	$\pm 10 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005I_d)$
± 10	$\pm 100 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005I_d)$
от ± 180 до ± 500	$\pm 200 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,01I_d)$
от ± 180 до ± 2000	$\pm 5 \text{ мкA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,008I_d)$
	от $\pm 5 \text{ мкA}$ до $\pm 5 \text{ mA}$	$\pm(0,01U_{изм} + 0,005I_d)$

Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения в условиях эксплуатации приведены в таблице:

Диапазон напряжения, В	Диапазоны тока	Погрешность*
± 4	$\pm 1 \text{ мкA}, \pm 10 \text{ мкA}, \pm 100 \text{ мкA}$	$\pm(0,005U_{изм} + 0,0025U_d)$
	$\pm 1 \text{ mA}, \pm 10 \text{ mA}, \pm 100 \text{ mA}$	$\pm(0,015U_{изм} + 0,0025U_d)$
	$\pm 1 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0025U_d)$
	$\pm 10 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0025U_d)$
	$\pm 100 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0015U_d)$
± 20	$\pm 1 \text{ мкA}, \pm 10 \text{ мкA}, \pm 100 \text{ мкA}$	$\pm(0,005U_{изм} + 0,0005U_d)$
	$\pm 1 \text{ mA}, \pm 10 \text{ mA}, \pm 100 \text{ mA}$	$\pm(0,015U_{изм} + 0,0005U_d)$
	$\pm 1 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0005U_d)$
от ± 180 до ± 500	$\pm 200 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005U_d)$
от ± 18 до ± 200	$\pm 2 \text{ мкA}, \pm 20 \text{ мкA}, \pm 200 \text{ мкA}$, $\pm 2 \text{ mA}, \pm 20 \text{ mA}, \pm 200 \text{ mA}$	$\pm(0,01U_{изм} + 0,001U_d)$
от ± 180 до ± 2000	$\pm 5 \text{ мкA}, \pm 50 \text{ мкA}, \pm 500 \text{ мкA}$, $\pm 5 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005U_d)$

Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения тока в условиях эксплуатации приведены в таблице:

Диапазон напряжения, В	Пределы задания тока	Погрешность*
$\pm 4, \pm 20$	$\pm 1 \text{ мкA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,02I_d)$
	$\pm 10, \pm 100 \text{ мкA}$	$\pm(0,01U_{изм} + 0,005I_d)$
	$\pm 1, \pm 10, \pm 100 \text{ mA}$	$\pm(0,015U_{изм} + 0,005I_d)$
	$\pm 1 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005I_d)$
	$\pm 10, \pm 100 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005I_d)$
от ± 180 до ± 500	$\pm 200 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,01I_d)$
от ± 18 до ± 200	$\pm 2 \text{ мкA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,015I_d)$
	$\pm 20, \pm 200 \text{ мкA}$	$\pm(0,01U_{изм} + 0,005I_d)$
	$\pm 2, \pm 20, \pm 200 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,015I_d)$
от ± 180 до ± 2000	$\pm 5, \pm 50, \pm 500 \text{ мкA}; \pm 5 \text{ mA}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,01I_d)$

Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения в условиях эксплуатации приведены в таблице:

Пределы задания напряжения, В	Диапазоны тока	Погрешность*
± 10	$\pm 100 \text{ A}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0005U_d)$

± 20	$\pm 1 \text{ мА}, \pm 10 \text{ мА}$	$\pm(0,005U_{изм} + 0,0005U_{д})$
	$\pm 100 \text{ мА}, \pm 1 \text{ мА} \pm 10 \text{ мА},$ $\pm 100 \text{ мА}$	
	$\pm 1 \text{ А}$	$\pm(0,015U_{изм} + 0,0005U_{д})$
	$\pm 10 \text{ А}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,0005U_{д})$
от ± 180 до ± 500	$\pm 200 \text{ мА}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005U_{д})$
от ± 18 до ± 200	$\pm 2 \text{ мА}, \pm 20 \text{ мкА} \pm 200 \text{ мкА},$ $\pm 2 \text{ мА} \pm 20 \text{ мА}, \pm 200 \text{ мА}$	$\pm(0,01U_{изм} + 0,001U_{д})$
от ± 180 до ± 2000	$\pm 5, \pm 50, \pm 500 \text{ мкА}; \pm 5 \text{ мА}$	$\pm(0,02U_{изм} + 0,005U_{д})$

* – где $I_{изм}$, $U_{изм}$ – измеренное значение величины;
 I_d , U_d – граничное значение диапазона.

Тестер обеспечивает контроль отсутствия самовозбуждения измеряемого прибора в частотном диапазоне от 20 до 200 МГц с амплитудой более 1 В.

Среднее время наработки на отказ, ч, не менее	5000
Средний срок службы, лет, не менее	5
Мощность, потребляемая измерительным блоком тестера от сети, Вт, не более	200
Габаритные размеры измерительного блока: длина 600 мм, ширина 600 мм, высота 350 мм	
Масса измерительного блока, кг, не более	20

Рабочие условия эксплуатации:

- диапазон температуры окружающей среды от плюс 18 до плюс 22 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха при 20 °C не более 80 %;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на корпус Тестера одновременно с нанесением основных надписей и символов методом штемпелевания и на заглавном листе руководства по эксплуатации Тестера типографским способом по центру над наименованием средства измерений.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки входят: Тестер FORMULA TT2 в виде измерительного блока с комплектом дополнительных опций, управляющая ЭВМ типа IBM PC Pentium, пакет специализированного ПО для подготовки и исполнения измерительных программ, комплект эксплуатационной документации.

Проверка

осуществляется по методике, изложенной в разделе 3 документа ФРМИ.411734.003 РЭ «Система контрольно-измерительная Тестер полупроводниковых приборов FORMULA TT2. Руководство по эксплуатации», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 06 сентября 2013 г.

Основные средства поверки: генератор сигналов высокочастотный Г4-102 (диапазон частот от 0,1 до 50 МГц, погрешность $\pm 1\%$), калибратор-вольтметр В1-28 (диапазон измерения напряжения от 1 мВ до 1000 В, погрешность измерения напряжения $\pm (0,004U + 0,0015U_k)$), диапазон измерения тока от 1 нА до 2 А, погрешность измерения тока $\pm (0,03I + 0,002I_k)$), двухканальный запоминающий осциллограф TDS2024 (диапазон измерения напряжения от 5 мВ до 200 В, относительная погрешность коэффициента отклонения $\pm 3\%$), катушки электрического сопротивления Р310 кл. 0,02 номиналом 0,01 Ом, 0,1 Ом, 1 Ом, 10 Ом.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений представлена в руководстве по эксплуатации ФРМИ.411734.003 РЭ «Система контрольно-измерительная Тестер полупроводниковых приборов FORMULA TT2. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Тестеру

- 1) ОСТ В95 2109-2001 ОСИ. Метрологическое обеспечение средств измерений специального назначения. Основные положения.
- 2) ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- 3) ГОСТ 8.027-2002 Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.
- 4) ГОСТ 8.022-91 Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А.
- 5) КД ФРМИ.411734.003.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

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

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ФОРМ» (ООО «ФОРМ»).
127644, г. Москва, ул. Клязьминская, д. 32. Телефон/факс: (8-499) 1447944, (8-499) 1461175.
E-mail: info@form.ru.

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37. Телефон: (83130) 22224, 22302, 22253. Факс (83130) 22232. E-mail: shvn@olit.vniief.ru.

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30046-11 от 04.05.2011 г.