

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Приборы неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1»

### Назначение средства измерений

Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1» (далее - Прибор) предназначен для экспрессного бесконтактного локального измерения удельного сопротивления, времени жизни неравновесных носителей заряда (далее - ННЗ) и определения типа проводимости в пластинах и толстых шайбах поли- и монокристаллического кремния, германия, арсенида галлия в лабораторных условиях.

### Описание средства измерений

Измерение удельного сопротивления и времени жизни ННЗ полупроводников в приборе производится бесконтактным СВЧ резонаторным методом. Принцип действия метода основан на регистрации потерь СВЧ мощности, вносимых свободными и неравновесными носителями заряда исследуемого образца в измерительный СВЧ резонатор с внешним кольцевым отверстием, включенным на проход. Тип проводимости определяется по знаку изгиба энергетических зон кремния методом поверхностной фото-ЭДС с помощью емкостного кольцевого датчика.

Измерение всех параметров полупроводникового образца на приборе осуществляется в автоматизированном режиме. Все операции по настройке, заданию режимов, вычислению выполняет персональный компьютер (ПК), соединенный с прибором «SemiCon– 1» по протоколу USB 2.0 посредством адаптера и прилагаемым программным обеспечением ПО «Байкал».

Обозначение прибора при заказе .

Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon-1»» ТУ 4276 – 019 – 02069318 – 2011.

По устойчивости к климатическим и механическим воздействиям при транспортировании и хранении прибор должен соответствовать требованиям группы 2 ГОСТ 22261-94.

На рисунке 1 представлена фотография общего вида прибора неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1» с указанием мест пломбирования.

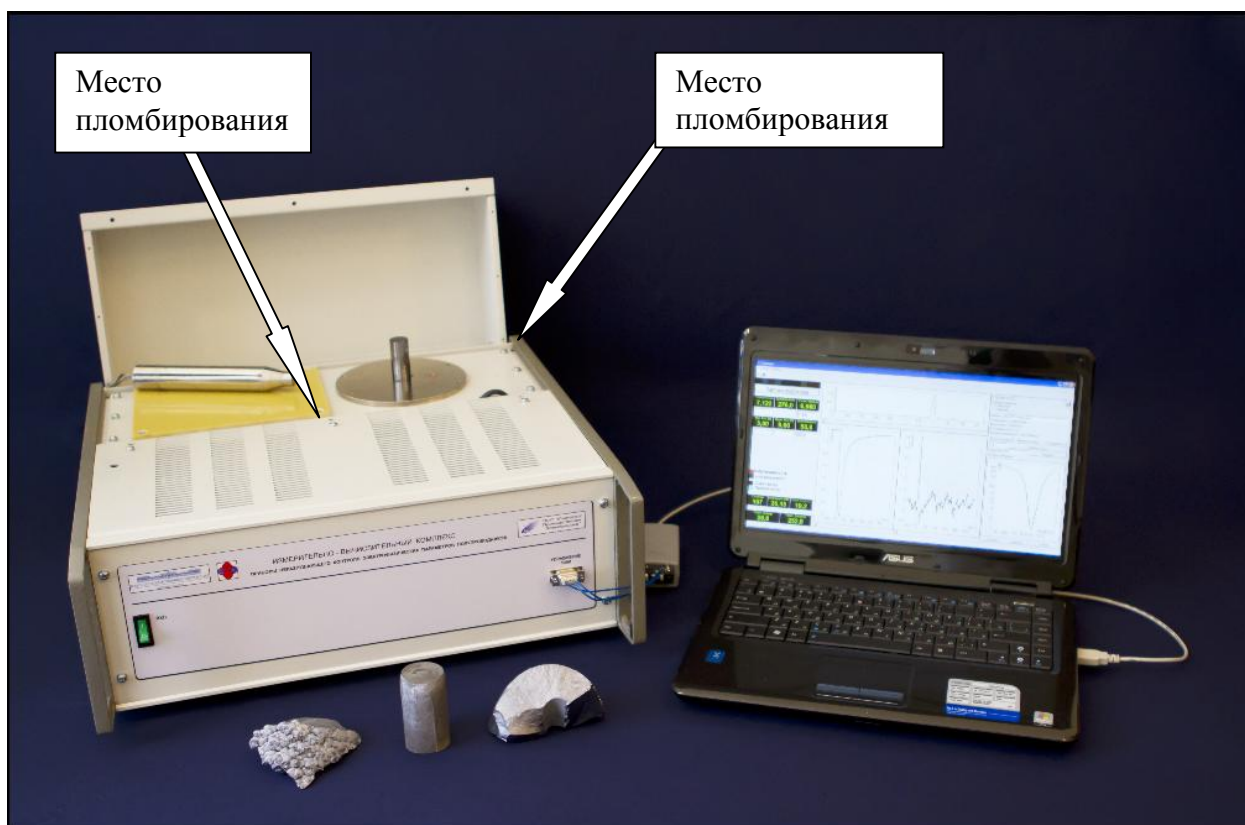


Рисунок 1 – Общий вид прибора неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1»

### Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения определяется визуально по наименованию Главного окна программы, которому соответствует значение «Terminal».

Идентификационное наименование программного обеспечения определяется по имени исполняемого модуля программы, которое соответствует значению «Terminal2.exe».

Номер версии определяется путем открытия вкладки «Help» главного окна программы. В нем указан номер версии «2.2.0.158».

Программное обеспечение делится на ПО верхнего уровня (установленное на компьютере) и ПО нижнего уровня (записано в управляющий микроконтроллер прибора). ПО верхнего уровня не является метрологически значимым, так как его задача получить по интерфейсу связи данные от прибора и отобразить эти данные в нужном виде. ПО нижнего уровня защищено от изменения и может модифицироваться только предприятием изготовителем при помощи специального оборудования.

Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольную сумму исполняемого кода) определяют для исполняемого модуля «Terminal2.exe» при помощи программы «md5summer.exe». Файлу контрольной суммы исполняемого кода присваивают имя «ПО\_ Байкал», который с этого момента является цифровым идентификатором программного обеспечения.

Оценка алгоритма вычисления цифрового идентификатора производится путем анализа экспертных оценок и литературы.

Оценку влияния программного обеспечения на метрологические характеристики средства измерений производить не требуется, так как ПО верхнего уровня не влияет на метрологические характеристики прибора.

Уровни защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – А, С по МИ 3286-2010.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.  
Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
«Байкал»	«Terminal2.exe »	«2.2.0.158»	2D7DD66B контрольная сумма	Программа (алгоритм): WIN-SFV32 v1.0

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в таблице 2.  
Таблица 2

Наименование характеристики	Требуемое значение
Диапазон измерения удельного сопротивления, Ом·см*)	от $5 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^4$
Диапазон измерения времени жизни ННЗ, с	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-3}$
Определения типа проводимости**)	«n» / «p»
Диапазон удельного сопротивления измеряемых образцов для кремния при определении типа проводимости, Ом·см	$5 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^5$
пределы допускаемой относительной погрешности измерения удельного сопротивления, % в диапазонах: от $5 \cdot 10^{-2}$ до $10^{-1}$ Ом·см от $10^3$ до $5 \cdot 10^4$ Ом·см от $10^{-1}$ до $10^3$ Ом·см	$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 5$
пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры образцов кремния, °С	$\pm 0,5$
пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени жизни ННЗ, %	$\pm 5$
Время установления рабочего режима, мин	20
Время непрерывной работы прибора, час	8
Питание прибора осуществляется от однофазной - трехпроводной сети переменного тока: частота, Гц напряжение, В потребляемая мощность, ВА, не более	$50 \pm 0,5$ $220 \pm 22$ 50
Масса, кг, не более	17
Габаритные размеры, мм, не более	490×476×280
Сопротивление изоляции МОм, не менее	20,0
Средняя наработка до отказа, ч	6000
Средний срок службы, лет	10

Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %, при 25 °С - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) - отсутствие вибраций и ударов	(20±5) от 40 до 80 97 — 104(730 – 780)
--	--

\*) Пространственное разрешение при измерении удельного сопротивления и времени жизни ННЗ – диаметр 4 мм.

\*\*\*) Пространственное разрешение определения типа проводимости – диаметр 2 мм.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на корпус фотохимическим способом.

В эксплуатационной документации на титульных листах изображение Знака наносится печатным способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки прибора приведен в таблице 3

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Прибор неразрушающего контроля «SemiCon-1»	ПЛЛГ.411721.001	1 шт.	
2 ПК-IBM-совместимый		1 шт.	
3 Кабель-адаптер для соединения ПК с прибором		1 шт.	
4 Шнур питания		1 шт.	
5 Программное обеспечение на диске	ПО «Байкал»	1	
6 Рабочие эталоны монокристаллического кремния с известным значением удельного сопротивления, времени жизни ННЗ и типом проводимости	Si	3	Измеренные на сертифицированных приборах по всем трем параметрам
7 Руководство по эксплуатации	ПЛЛГ.411721.001 РЭ	1	
8 Формуляр	ПЛЛГ.411721.001 ФО	1	

### Поверка

осуществляется по методике поверки, приведенной в разделе 4 документа «Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1» Руководство по эксплуатации ПЛЛГ.411721.001 РЭ», утвержденной ГЦИ СИ СНИИМ 31 октября 2011 года.

Перечень основных средств поверки приведен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Метрологические характеристики
Мегаомметр ЭС0202/2-Г	испытательное напряжение 1000 В
ПК-IBM-совместимый; ПО «Байкал»	
Измеритель температуры многоканальный прецизионный «Термоизмеритель ТМ-12.4»	ПГ ±0,05 °С
Комплект стандартных образцов удельного сопротивления кремния СОП48-0572-176(1-17)-89	Неоднородность (1,3-2,5) %.

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

Метод измерений приведен в документе «Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1» Руководство по эксплуатации ПЛЛГ.411721.001 РЭ».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к прибору неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1»**

1 ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

2 ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

3 ГОСТ 22622-77 Материалы полупроводниковые. Термины и определения основных электрофизических параметров.

4 Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1» Технические условия ТУ 4276 – 019 – 02069318 – 2011.

5 Прибор неразрушающего контроля электрофизических параметров широкозонных полупроводников «SemiCon – 1». Руководство по эксплуатации ПЛЛГ. 411721.001 РЭ, раздел 4 Методика поверки.

### **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**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ)

Адрес: 634050 г. Томск, пр. Ленина, 36,  
Телефон (3822) 52-98-52. Факс (3822) 52-95-85

### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии», регистрационный номер 30007-09

Адрес: 630004 г.Новосибирск, пр.Димитрова, 4  
Тел.8(383) 210-16-18 e-mail: [evgrafov@sniim.nsk.ru](mailto:evgrafov@sniim.nsk.ru)

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.