

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Аппаратура для контроля параметров пьезоэлементов «Цензурка-МА»

#### Назначение средства измерений

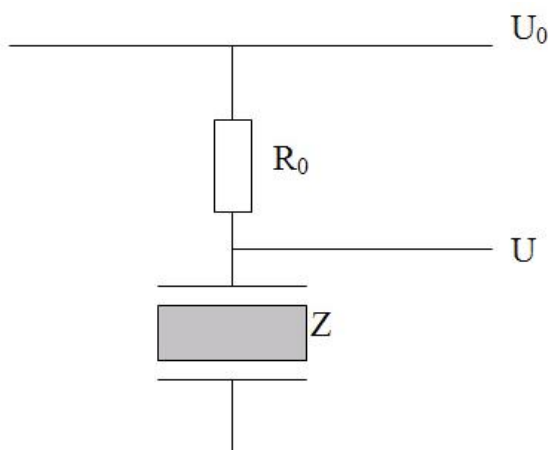
Аппаратура «Цензурка-МА» предназначена для оперативного измерения, в процессе производства параметров пьезоэлементов и пьезопреобразователей: частоты резонанса и антирезонанса, сопротивления на частоте резонанса, емкости на низкой частоте, тангенса угла диэлектрических потерь.

Измерение параметров пьезоэлементов осуществляется в двух режимах:

- динамическом режиме (контроль параметров в резонансной области частот);
- квазистатическом режиме (контроль параметров на частоте 1000 Гц).

#### Описание средства измерений

Схема измерений, реализованная в аппаратуре «Цензурка-МА», показана на рисунке 1.



$U_0$  – опорное напряжение,  $U$  – падение напряжения на пьезоэлементе,  $R_0$  – резистор,  $Z$  – комплексный импеданс пьезоэлемента или преобразователя.

Рисунок 1.

В аппаратуре реализован цифровой способ измерений, позволяющий возбуждать пьезоэлемент или преобразователь широкополосным сигналом, спектр которого охватывает заданную область частот. В качестве такого сигнала в аппаратуре «Цензурка-МА» используется сигнал с линейной частотной модуляцией.

ЛЧМ сигнал формируется в ЭВМ программно в виде массива длиной  $N$ . Напряжения  $U_0(t)$  и  $U(t)$  подаются на вход двухканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП), а полученные таким образом отсчеты – через буферное запоминающее устройство в управляющую ЭВМ, где подвергаются дискретному преобразованию Фурье с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье. В результате получают два комплексных массива длиной  $N/2$  каждый, соответствующие значениям  $U_0(\omega)$  и  $U(\omega)$  на частотах  $f[k] = kF_d/N$ ,  $k = 0, \mathbf{K}, N/2$ . Значения комплексной проводимости в полосе частот от 0 до  $F_d/2$  рассчитываются с использованием измеренных величин.

Принцип работы при квазистатических измерениях на низкой частоте 1000 Гц аналогичен, только в качестве АЦП используется 16-ти разрядный АЦП (относительно медленно действующий), который подключается к измерительному резистору  $R_0$  с помощью коммутатора входов (на рисунке не показан).

Для расчета требуемых параметров преобразователя используется многоконтурная эквивалентная схема, динамическая часть которой состоит из нескольких соединенных параллельно RLC-цепочек. Количество контуров эквивалентной схемы определяется по числу максимумов активной составляющей проводимости в заданной полосе частот.

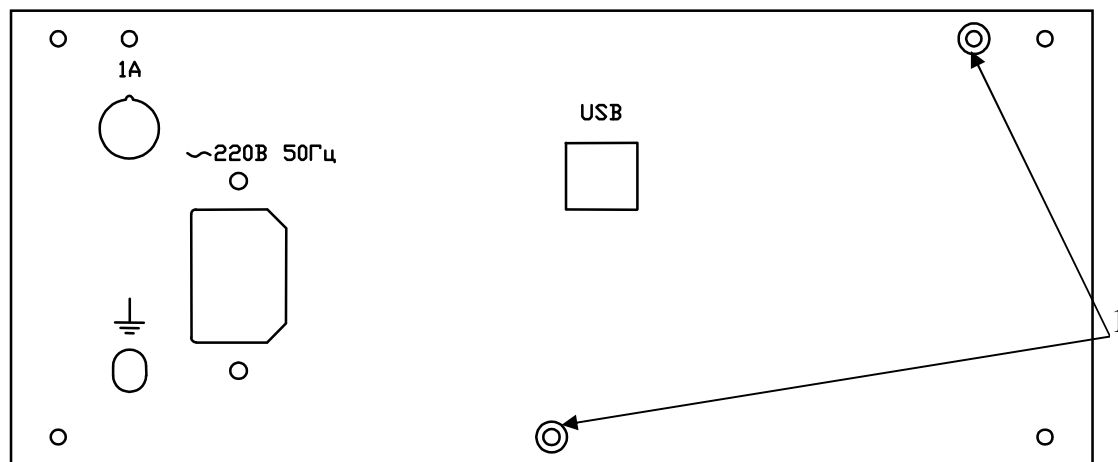
Аппаратура «Цензурка-МА»(рисунок 2) является аппаратурой настольного типа и состоит из блока измерительного, управляющей ЭВМ (персональный компьютер IBM PC Pentium IV в настольном виде или ноутбук) и печатающего устройства. Управляющая ЭВМ с операционной системой Windows имеет специальное программное обеспечение, реализующие функции управления работой аппаратуры, обработки результатов измерений, отображения измеренной и обработанной информации, ведения баз данных для контролируемых пьезоэлементов.



Рисунок 2 - Аппаратура «Цензурка-МА»

Блок измерительный представляет собой закрытый металлический корпус с органами управления и индикации на лицевой панели, где так же расположен разъем для подключения пьезоэлементов. В состав аппаратуры входит набор эквивалентов и RC цепей, четырехполюсник для измерения АЧХ.

На задней панели измерительного блока расположены разъемы для питания аппаратуры «Цензурка-МА» и для подключения ее к персональному компьютеру. На задней панели расположены винты крепления задней крышки для пломбирования аппаратуры «Цензурка-МА» (рисунок 3).



1 - Технические требования по ГОСТ 18680-73.

Пломбировать замазкой уплотнительной У-20 ТУ 38-105357-85.

Рисунок 3 - Панель задняя блока измерительного - схема пломбировки

**Программное обеспечение (ПО)** аппаратуры «Цензурка-МА» состоит из кода программы. ПО является устанавливаемым дистрибутивом ПО (файл SetupCMA\_ver.1.2.2.exe), который предустанавливается при поставке аппаратуры. ПО аппаратуры исполняется на процессоре управляющей ПЭВМ. ПО аппаратуры рассматривается как метрологически значимое.

ПО аппаратуры «Цензурка-МА», предназначено для решения следующих основных задач:

- расчет комплексной проводимости пьезоэлемента;
- расчет эквивалентных и электрофизических параметров;
- взаимодействие с оператором, отображение и сохранение результатов измерений, в том числе в графическом виде, отбраковка пьезоэлементов по установленным критериям;
- накопление в базе данных результатов измерений, формирование, отображение и сохранение отчетов о результатах измерений, в том числе гистограммных, получение их твердой копии.

Коды программы не могут быть модифицированы простыми программными средствами (защита на уровне структуры двоичного файла при его компиляции в среде разработки).

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 контрольной суммы
Программное обеспечение аппаратуры «Цензурка-МА»	«Цензурка-МА»	2.0.1	645E0330	CRC32

В соответствии с разделом 6.6 МИ 3286-2010 уровень защиты ПО аппаратуры соответствует уровню «С».

В коде ПО присутствует процедура контроля за контрольной суммой исполняемого файла. При запуске ПО аппаратуры происходит проверка текущей контрольной суммы кода программы с записанной контрольной суммой. В случае отличия этих контрольных сумм программа аппаратуры останавливается и на экран выводится сообщение об ошибке проверки контрольной суммы. Метрологически значимая часть ПО аппаратуры и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных и не преднамеренных изменений.

### Метрологические и технические характеристики

Диапазон рабочих частот, кГц	1 – 500
Диапазон измерения электрической емкости, Ф	$2 \cdot 10^{-11} - 10^{-7}$
Диапазон измерения тангенса угла диэлектрических потерь	$2 \cdot 10^{-3} - 10^{-1}$
Диапазон измерения сопротивления на частоте резонанса, Ом	$10 - 5 \cdot 10^3$
Пределы относительной погрешности установки частоты, %	$\pm 0,1$
Пределы относительной погрешности измерения частоты резонанса, %	$\pm 0,2$
Пределы относительной погрешности измерения частоты антирезонанса, %	$\pm 0,5$
Пределы относительной погрешности измерения электрической емкости на частоте 1000 Гц:	
для диапазона $2 \cdot 10^{-11} \text{ Ф} - 10^{-10} \text{ Ф}$ , %	$\pm 5$
для диапазона $10^{-10} \text{ Ф} - 10^{-7} \text{ Ф}$ , %	$\pm 2$
Пределы относительной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь на частоте 1000 Гц:	
для диапазона $2 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-2}$ , %	$\pm 20$
для диапазона $3 \cdot 10^{-2} - 10^{-1}$ , %	$\pm 10$

Пределы относительной погрешности измерения сопротивления на частоте резонанса, %	±10
Рассчитываемые параметры:	
Пределы относительной погрешности измерения относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне $3 \cdot 10^2 - 3 \cdot 10^3$ , %	±3
Пределы относительной погрешности измерения относительного резонансного промежутка в диапазоне 0,04 – 0,4, %	±6
Пределы относительной погрешности измерения коэффициента электромеханической связи в диапазоне 0,25 - 0,8, %	±3
Пределы относительной погрешности измерения пьезомодуля в динамическом режиме в диапазоне 30 – 600 пКл/Н, %	±6
Пределы относительной погрешности измерения механической добротности в диапазоне 50 - 800, %	±15
Пределы относительной погрешности измерения скорости звука в диапазоне $2,5 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^3$ м/с, %	±1
Производительность измерений при определении всех параметров (для однотипных элементов), не менее штук в мин.	4
Электрическая изоляция выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение синусоидальной формы частотой 50 Гц между сетевыми цепями и корпусом изделия:	
- при нормальных условиях, не менее	1500 В
Электрическое сопротивление изоляции между цепями питания изделия и его корпусом, не менее:	
- в нормальных условиях применения	20 МОм
Электрическое сопротивление между заземляющим контактом сетевой вилки и корпусом изделия, не более	0,5 Ом
Время установления рабочего режима, мин, не более	5 мин
Время непрерывной работы в рабочих условиях, не менее	8 ч
при питании от сети переменного тока:	
- напряжением	(220±22) В
- частотой	(50±1) Гц
Потребляемая мощность при номинальном напряжении, не более	40 Вт
масса блока измерительного, не более	4 кг
масса изделия в потребительской таре, не более	15 кг
Габаритные размеры аппаратуры «Цензурка-МА»:	
- блок измерительный, не более	350 x 235 x 110 мм
Габаритные размеры управляющей ЭВМ и печатающего устройства приводятся в документации на эти изделия.	

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится методом металлографии на лицевую панель аппаратуры «Цензурка-МА» и типографским методом на титульные листы эксплуатационной документации.

### Комплектность

В комплект поставки входят:

- блок измерительный;
- эквиваленты №1, №1-01, №1-02 68.85.00.00.000, -01, -02;
- набор РС цепей №1, №1-01 68.85.10.00.000, -01;
- четырехполюсник для измерения АЧХ 68.85.11.00.000;
- микро-ЭВМ типа IBM PC класса «Pentium» IV с монитором 17”-19” или ноутбук;
- лазерный принтер;

- специальное программное обеспечение, установленное в ЭВМ и реализующее заданные функции;
- паспорт (68.85.00.00.000 ПС);
- руководство по эксплуатации (68.85.00.00.000 РЭ);
- руководство оператора (68.85.00.00.000 РО);
- методика поверки (68.85.00.00.000 МП);

### Поверка

осуществляется по методике поверки 68.85.00.00.000 МП, утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Ростовский ЦСМ» 11.11.2011 г.

Перечень основного оборудования необходимого для поверки аппаратуры «Цензурка-МА».

Таблица 2

Наименование установки или прибора	Тип, обозначение, изготовитель	Номер Госреестра	Основные технические характеристики
1 Осциллограф цифровой люминофорный	TDS 3032b	24021-02	(0-300) МГц; ПГ ±0,002 % 1мВ-10В; ПГ ±2 %
2 Измеритель иммитанса	E7-14	12033-89	100 Гц, 1 и 10 кГц; ПГ ±0,01 % 0,001нФ - 16 мФ; ПГ ±0,1 % 0,1 Ом – 10 МОм; ПГ ±0,1 % Тангенс угла потерь 10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>4</sup>
3 Генератор сигналов низкочастотный прецизионный	ГЗ-110	5460-76	0,001 Гц – 2 МГц; ПГ ±3·10 <sup>-7</sup> Гц (0-2) В; ПГ ±1 %
4 Милливольтметр	ВЗ-38В	3243-90	10мВ – 300В 10Гц – 5 МГц; ПГ ±1,5%
5 Частотомер электронно-счетный вычислительный	ЧЗ-64	9135-83	0,005 – 1,5·10 <sup>9</sup> Гц; ПГ ±5·10 <sup>-7</sup> Гц (0,3-10) В
6 Мультиметр	В7-80	28335-04	(0,001-400) В; ПГ± (0,2-1,0) % 10 Гц- 100кГц

### Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методах измерений изложены в руководстве по эксплуатации «Аппаратуры для контроля параметров пьезоэлементов «Цензурка-МА» 68.85.00.00.000 РЭ.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к аппаратуре «Цензурка-МА»

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

ОСТ 11 044-87 «Материалы пьезокерамические. Технические условия.»

### Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Применяются вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

**Изготовитель**

Научное конструкторско-технологическое бюро пьезоэлектрического приборостроения федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» ( НКТБ «ПЬЕЗОПРИБОР» ЮФУ)

Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 10, тел. (863)222-34-01,  
факс (863)243-48-44

e-mail: [piezo@sfedu.ru](mailto:piezo@sfedu.ru) ; <http://www.piezo.rsu.ru>

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ростовской области» (ГЦИ СИ ФБУ «Ростовский ЦСМ»). Аттестат аккредитации действителен до 01.01.2014 г. (в Госреестре № 30042-08).

Адрес: 344010, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, 58

Тел.: (863)264-19-74, 290-44-88, факс: (863)291-08-02, 290-44-88

e-mail: [rost\\_csm@aanet.ru](mailto:rost_csm@aanet.ru), [metrcsm@aanet.ru](mailto:metrcsm@aanet.ru)

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р.Петросян

М.П.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012г.