

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального
директора по метрологии
ФБУ «Ростовский ЦСМ»

В.А.Романов



2015 г.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ
«ПЬЕЗО-П»

Методика поверки

68.98.00.00.000 МП

1.р.61025-15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Содержание

1 Операции поверки	4
2 Средства поверки	6
3 Требования безопасности.....	7
4 Условия поверки	8
5 Подготовка к поверке	9
6 Проведение поверки	10
6.1 Внешний осмотр.....	10
6.2 Опробование	10
6.3 Определение метрологических характеристик установки «Пьезо-П».....	10
7 Оформление результатов	13
8 Сокращения	14
Приложение А (обязательное). Формы таблиц результатов измерений	15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Алпатов			
Пров.	Кравцова			

Установка ИКПП
“Пьезо-П”
Методика поверки

68.98.00.00.000 МП

Лит. Лист Листов
2 18
НКТБ “Пьезоприбор”
ЮФУ

Настоящая методика поверки установки для исследования и контроля параметров пьезоэлементов «Пьезо-П» (далее установка ИКПП «Пьезо-П») 68.98.00.00.000 МП (МП) устанавливает методы и средства поверки установки ИКПП «Пьезо-П»- установки для исследования и межоперационного контроля совокупности электрофизических параметров пьезоэлементов и пьезоматериалов в процессе их производства или перед применением. Рекомендуется первичная и периодическая поверка с интервалом один раз в два года.

Персонал, обслуживающий установку ИКПП «Пьезо-П», должен быть знаком с радиотехническими и гидроакустическими измерениями, иметь навыки работы с персональными компьютерами класса IBM PC в операционной системе Windows, иметь допуск к работе с электроустановками потребителей. Встречающиеся в МП сокращения описаны в разделе 8.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

Лист
3

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, перечень которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций, проводимых при поверке установки ИКПП «Пьезо-П».

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр и опробование	6.1	да	нет
2 Проверка диапазона рабочих частот и основной относительной погрешности установки частоты	6.2	да	да
3 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты резонанса	6.3	да	да
4 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты антрезонанса	6.4	да	да
5 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения электрической емкости на частоте 1 кГц	6.5	да	да
6 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь	6.6	да	да
7 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения активного сопротивления на частоте резонанса	6.7	да	да

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	68.98.00.00.000 МП	Лист
						4

2 Средства поверки

Для проведения поверки рекомендуются следующие средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств применяемых при поверке установки ИКПП «Пьезо-П»

Номер пункта документа по поверки	Наименование средства поверки. Основные технические характеристики.
6.2	Осциллограф цифровой TDS 3032b (Tektronix) ПГ: 0,5 %
6.3 – 6.7	Измеритель параметров иммитанса 3532-50 (HIOKI) ПГ: 0,08 %
6.3, 6.4	Эквиваленты пьезоэлемента ЭПЭ-1201, ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203
6.5 – 6.7	Наборы RC цепей НРЕЦ-1741, НРЕЦ-1742

Примечания

- 1 Допускается вместо указанных в таблице 2 средств измерений использовать аналогичные по назначению, обеспечивающие допустимую погрешность измерений.
- 2 Средства измерения должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке.
- 3 Набор эквивалентов входит в состав установки ИКПП «Пьезо-П».

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

Лист
5

3 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены правила техники безопасности при работе с установкой ИКПП «Пьезо-П» и средствами поверки, указанные в 68.98.00.00.000 РЭ.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

**Лист
6**

4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, ${}^{\circ}\text{C}$ 20 ± 5 ;

- относительная влажность воздуха,

при температуре окружающего воздуха $30 {}^{\circ}\text{C}$, % 65 ± 15

- атмосферное давление, мм рт. ст. от 630 до 795

- напряжение питающей сети, В 220 ± 22

- частота питающей сети, Гц 50 ± 1

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	68.98.00.00.000 МП	7

5 Подготовка к поверке

Перед началом поверки, установка ИКПП «Пьезо-П» и средства поверки должны быть включены для самопрогрева на время, указанное в 68.98.00.00.000 РЭ (5 минут).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

Лист
8

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, способных повлиять на работоспособность установки ИКПП «Пьезо-П», убедиться, что установка укомплектована и имеет маркировку в соответствии с 68.98.00.00.000 ТУ установки ИКПП «Пьезо-П».

6.2 Проверка диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты.

6.2.1 Подключить осциллограф цифровой к измерительному разъему «ВХОД+» установки ИКПП «Пьезо-П». С помощью специального программного обеспечения (СПО) (68.98.00.00.000 РЭ) установить частоту измерений установки ИКПП «Пьезо-П» 1.0 кГц. Нажать на клавишу «F5-Начать измерения».

6.2.2 Измерить частоту сигнала с помощью осциллографа цифрового. Повторить цикл измерений 10 раз. Вычислить среднее значение и погрешность. Результат считается удовлетворительным, если погрешность установки частоты меньше 0.5%.

6.2.3 Аналогично провести измерения для сигналов с частотами – 50 кГц, 500 кГц.

Результат считается удовлетворительным, если погрешность установки частоты меньше 0.5%. Итоговые значения занести в таблицу А.1 (приложение А).

6.3 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты резонанса

6.3.1 Для выполнения проверки погрешности определения частоты резонанса, величину нагрузочного сопротивления следует выставить 400 Ом, а величину выборки 128 точек (см. Руководство по эксплуатации 68.98.00.00.000 РЭ, раздел 3). Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 к измерителю параметров иммитанса HIOKI и провести измерения частоты резонанса $F_{\text{гобр}}$, в диапазоне 4 - 8 кГц. Занести полученные значения в таблицу А.2.

Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 к установке ИКПП «Пьезо-П», провести измерения частоты резонанса $F_{\text{изм}}$, в диапазоне 4-8 кГц. Занести полученные значения в таблицу А.2.

Вычислить относительную погрешность измерения частоты резонанса

$$\delta F_r = (F_{\text{обр.}} - F_{\text{изм.}}) / F_{\text{обр.}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	9
68.98.00.00.000 МП						

Результаты занести в таблицу А.2.

6.3.2 Провести аналогичные п. 6.3.1 действия, подключая эквиваленты пьезоэлементов ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203 для частотных диапазонов 40-48 кГц и 400-480 кГц соответственно.

Результаты считаются удовлетворительными, если δFr не более $\pm 0,25\%$, а δFa не более $\pm 0,5\%$ во всем частотном диапазоне измерений.

6.4 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты антирезонанса

6.4.1 Для выполнения проверки погрешности определения частоты резонанса, величину нагрузочного сопротивления следует выставить 400 Ом, а величину выборки 128 точек (см. Руководство по эксплуатации 68.98.00.00.000 РЭ, раздел 3). Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 клеммами к измерителю параметров имmittанса НИОКИ и провести измерения частоты антирезонанса $Fa_{обр}$, в диапазоне 4 - 8 кГц. Занести полученные значения в таблицу А.2.

Подключить эквивалент пьезоэлемента ЭПЭ-1201 к установке ИКПП «Пьезо-П», провести измерения частоты антирезонанса $Fa_{изм.}$, в диапазоне 4-8 кГц. Занести полученные значения в таблицу А.2.

Вычислить относительную погрешность измерения частоты антирезонанса

$$\delta Fa = (Fa_{обр.} - Fa_{изм.}) / Fa_{обр.} \cdot 100 \%. \quad (2)$$

Результаты занести в таблицу А.2.

6.4.2 Провести аналогичные п. 6.4.1 действия, подключая эквиваленты пьезоэлементов ЭПЭ-1202, ЭПЭ-1203 для частотных диапазонов 40-48 кГц и 400-480 кГц соответственно.

Результаты считаются удовлетворительными, если δFa не более $\pm 0,5\%$ во всем частотном диапазоне измерений.

6.5 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерения электрической емкости на частоте 1000Гц

6.5.1 Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1741 клеммами «№1» к измерителю параметров имmittанса НИОКИ. Измерить емкость на клеммах и занести полученные данные в таблицу А.3 в качестве $C_{обр.}$.

Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1741 клеммами «№1» к разъему «ВХОД+» установки ИКПП «Пьезо-П» и измерить емкость на частоте 1кГц $n=10$ раз. Вычислить среднее значение результатов измерений и занести полученные данные в таблицу А.3 в качестве $C_{ср.}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	10
68.98.00.00.000 МП						

Определить абсолютную погрешность измерения электрической емкости по формуле:

$$\Delta = C_{\text{ср}} - C_{\text{обр}} \quad (3)$$

Результаты занести в таблицу А.3. Убедится, что полученная величина абсолютной погрешности меньше:

$$\pm (1 \text{ пФ} + 5 \cdot 10^{-3} \cdot C_{\text{ср}})$$

6.5.2 Повторить измерения по п. 6.5.1, подключая клеммы «№2», «№3», «№4». Результаты измерений занести в таблицу А.3.

6.6 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь на частоте 1000Гц.

6.6.1 Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1741 клеммами «№1» к измерителю параметров иммитанса НИОКИ. Измерить тангенс $\operatorname{tg}\delta$ на клеммах. Занести полученные данные в таблицу А.3 в качестве $\operatorname{tg}\delta_{\text{обр}}$.

Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1741 клеммами «№1» к разъему «ВХОД+» установки ИКПП «Пьезо-П» и измерить тангенс на частоте 1 кГц $n=10$ раз. Вычислить среднее значение результатов измерений и занести полученные данные в таблицу А.3 в качестве $\operatorname{tg}\delta_{\text{ср}}$. Определить абсолютную погрешность измерения тангенса по формуле:

$$\Delta = \operatorname{tg}\delta_{\text{ср}} - \operatorname{tg}\delta_{\text{обр}} \quad (4)$$

Результаты занести в таблицу В.3. Убедится, что полученная величина абсолютной погрешности меньше:

$$\pm (2 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} \cdot \operatorname{tg}\delta_{\text{ср}})$$

6.6.2 Повторить измерения по п. 4.6.1, подключая клеммы «№2», «№3», «№4». Результаты измерений занести в таблицу В.3.

6.7 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения активного сопротивления на резонансе

6.7.1 Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1742 клеммами «№1» к измерителю параметров иммитанса НИОКИ.

Измерить сопротивление на частотах 1, 50, 500 кГц и результаты измерений занести в таблицу А.4 как $R_{\text{обр}}$.

6.7.2 Выполнить действия по п. 6.7.1, подключая клеммы набора RC-цепей НРЕЦ-1742 «№2», «№3», «№4». Результаты измерений занести в таблицу А.4 как $R_{\text{ср}}$.

6.7.3 Подключить Набор RC-цепей НРЕЦ-1742 клеммами «№1» к разъему «ВХОД+» установки ИКПП «Пьезо-П».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. №	Инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	11
					68.98.00.00.000 МП	

В соответствии с руководством по эксплуатации установить частотный диапазон измерения от 1.0 кГц до 500 кГц. Провести измерения и, используя трассировку, определить активную составляющую сопротивления на частотах 1, 50, 500 кГц. Измерения провести 10 раз и среднее значение R_{cp} занести в таблицу А.4.

Результаты считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерения сопротивления на частоте резонанса (5) не более $\pm 10\%$.

$$\delta(R_{cp}) = ((R_{cp} - R_{обр})/R_{обр}) \cdot 100\% \quad (5)$$

6.7.4 Повторить операции по п. 6.7.3 , подключая клеммы набора RC-цепей НРЕЦ-1742 «№2», «№3», «№4». Провести обработку полученных результатов по формуле (5).

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

Лист
12

7 Оформление результатов

По результатам поверки оформляется протокол.

В случае положительных результатов испытаний выдается свидетельство о поверки.

В случае отрицательных результатов поверки установка ИКПП «Пьезо-П» в обращение не допускается и выдается извещение о непригодности к применению.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

**Лист
13**

8 Сокращения

В МП приняты следующие сокращения:

ВТК – внутренний технический контроль;

ЗИП-О - запасные инструменты и приборы, одиночный;

УС – устройство соединительное;

ЭВМ - электронная вычислительная машина;

ЭКВ – эквивалент ;

IBM PC – персональный компьютер, совместимый с персональным компьютером фирмы IBM;

$\operatorname{tg} \delta$ - тангенс угла диэлектрических потерь.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

68.98.00.00.000 МП

Лист
14

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формы таблиц результатов измерений

Таблица А.1 – Результаты проверки диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты (п. 4.2.1 ПИ)

Установка ИКЛП	1.0 кГц	50 кГц	500 кГц
Осциллограф цифровой			
Погрешность			

Таблица А.2. Результаты определения относительной погрешности измерения частот резонанса Fres и антирезонанса Fares (п.п. 4.2.3,4.2.4 ПИ).

Эквивалент пьезоэлемента	Частота резонанса Fr _{обр.} , кГц	Частота резонанса Fr _{изм.} , кГц	Погрешность измерения частоты резонанса δFr, %	Частота антирезонанса Fa _{обр.} , кГц	Частота антирезонанса Fa _{изм.} , кГц	Частота антирезонанса Fa, %	Погрешность измерения частоты антирезонанса δFa, %
ЭИЭ-1201							
ЭИЭ-1202							
ЭИЭ-1203							

Нбр. № табл.	Нбр. № табл.	Бзм. нбр. №	Нбр. № табл.	Нбр. № табл.	Нбр. № табл.	Лист	Лист
						68.91.00.00.000 МП	15

Таблица А.3 – Результаты проверки диапазона и абсолютной погрешности измерения электрической ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь на частоте 1 кГц (п.п. 4.2.5, 4.2.6 ПИ)

Частота 1000 Гц		Установка ИКПП «Львово-Π»									
Обозна- чение	НПОКІ $C_{обр}$, нФ, $\operatorname{tg}\delta_{обр}$, %	Установка ИКПП «Львово-Π»									
		n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
«C1»											
«tgδ1»											
«C2»											
«tgδ2»											
«C3»											
«tgδ3»											
«C4»											
«tgδ4»											

											Лист
											16

Таблица А.4 – Результаты проверки диапазона и относительной погрешности измерения активной составляющей сопротивления на частоте резонанса (п. 4.2.7 ПИ).

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (стра- ниц) в докум.	№ до- кум.	Входящий № сопроводи- тельного докум. и дата	Подп.	Дата
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ван- ных					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	68.98.00.00.000 МП	Лист
						18