

457

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



В.Н. Храменков

« 15 » 10 2004 г.

Установки для поверки (градуировки) гидрофонов СК-10

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
БИГЮ 2381 Д1

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора ГМЦГИ
ФГУП ВНИИФТРИ

С. В. Сильвестров

« ____ » _____ 2004 г.

Настоящая методика поверки распространяется на установки для поверки (градуировки) гидрофонов СК-10 (в дальнейшем СК-10), предназначенную для поверки (градуировки) цифровых измерительных гидрофонов горизонтальных многоэлементных протяженных систем (в дальнейшем – ЦГП-3), и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

Настоящая методика соответствует требованиям МИ 2526 и МИ 2040.

Рекомендуемый межповерочный интервал периодической поверки не должен превышать 12 месяцев.

Перед проведением поверки необходимо предварительно ознакомиться с НД на установку СК-10: Формуляром БИГЮ 2381 ФО и Руководством по эксплуатации БИГЮ 2381 РЭ.

В настоящей методике поверки приняты следующие сокращенные обозначения:

РЭ – руководство по эксплуатации;

ФО – формуляр;

И – излучатель;

ПК – преобразователь контрольный;

ГМПС - горизонтальная многоэлементная протяженная система;

ЦГП-3–цифровой измерительный гидрофон;

ИК – измерительная камера;

ПУ - предварительный усилитель применяемого рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда.

1 О П Е Р А Ц И И П О В Е Р К И

1.1 При проведении поверки СК-10 должны выполняться операции, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование	6.2	да	да
Опробование преобразователей ПК, И и поверяемого ЦГП-3	6.2.1	да	да
Опробование установки при воздействии избыточного статического давления	6.2.2	да	да
Определение метрологических характеристик	6.3		
Проверка возбуждаемого звукового давления	6.3.1	да	нет
Определение отношения сигнал/шум	6.3.2	да	да
Определение линейности приемно-измерительного тракта	6.3.3	да	нет

Окончание таблицы 1.1

Наименование Операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодиче- ской поверке
Определение неравномерности звукового поля в камере	6.3.4	да	нет
Определение относительного СКО результата наблюдений	6.3.5	да	нет
Определение АЧХ чувствительности ПК	6.3.6	да	да
Определение систематической погрешности при градуировке рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда	6.3.7	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены следующие средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование применяемого СИ	Номер пункта методики поверки	Технические и метрологические характеристики СИ
Генератор сигналов низкочастотный Г6-33	6.2.1, 6.3.3, 6.3.6	5 Гц - 5,0 кГц, $K_r \leq 0,5 \%$, $\theta_f \leq 1 \%$, $U_{\max} = 10 \text{ В}$
Вольтметр универсальный цифровой В7-34	6.2.1, 6.3.1, 6.3.2	20 Гц - 5 кГц, $\theta \leq 0,5\%$
Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43	6.3.1, 6.3.2	5 - 20 Гц, $\theta \leq 0,5 \%$
Рабочий эталон 1-го разряда ГИО-1-20	6.3	1 Гц - 5,0 кГц, $\theta \leq 1,0 \text{ дБ}$
ПУ для ГИО-1-20	6.3	5 Гц - 5кГц
Аттенюатор образцовый ступенчатый АО-4	6.3.3	110 дБ, шаг 0,1 дБ, $\pm 0,05 \text{ дБ}$

2.2 Все средства поверки должны иметь действующий документ о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

Вспомогательные материалы, необходимые для проведения поверки и нормы их расхода, приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Наименование материала	Нормы расхода, кг
Ветошь обтирочная ОСТ-63-46-84	1,0
Масло приборное МВП ГОСТ 1805-76	0,1
Смазка ЦИАТИМ-221 ГОСТ9433-80	0,1
Спирт этиловый ГОСТ 18300-72	0,1
Канифоль	0,1
Олово	0,1
Мыло хозяйственное СТ 13-368-85	0,1
Вата хлопчатобумажная ГОСТ 5679-85	0,1

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воды и воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа (750 ± 30) мм. рт. ст.;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- напряжение сети (220 ± 22) В;
- частота сети (50 ± 1) Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

4.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038082, ГОСТ 12.3.0019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

4.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителей в области гидроакустических измерений в установленном порядке.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 На поверку представляют установку СК-10, полностью укомплектованную в соответствии с ЭД на нее.

При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство и протокол о предыдущей поверке.

5.2 Во время подготовки установки к поверке поверитель знакомится с НД на поверяемую установку, а также подготавливает все материалы и средства измерений необходимые для проведения поверки.

5.3 Поверитель собирает установку и подготавливает ее к работе в соответствии с разделом 4 руководства по эксплуатации БИГЮ 2381 РЭ.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается:

- соответствие установки СК-10 представленной ЭД;

- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу установки;
- отсутствие повреждений в герметичных соединениях, а также выполнение условий поверки, установленных в разделе 3;
- наличие защитного заземления.

6.1.2 При проведении периодической поверки рассматривается свидетельство о предыдущей поверке.

6.2 О п р о б о в а н и е

6.2.1 Опробование преобразователей ПК, И и поверяемого ЦГП-3

Опробование излучателя (И), контрольного преобразователя (ПК) и поверяемого ЦГП-3 производят при открытой измерительной камере (ИК) до заполнения ее водой.

Подключить управляющий компьютер (РС) и ЦГП-3 к разъемам установки СК-10. Для работы с РС использовать Рабочую программу и Руководство пользователя, входящие в комплект установки.

Воздействовать на чувствительный элемент преобразователя акустическим сигналом, например, голосом и убедиться, что на экране РС наблюдается отклик от воздействия акустического сигнала на каждый из преобразователей.

Для опробования И подключить к соответствующему разъему установки выход усилителя мощности (излучающего тракта) и. установить на генераторе частоту 1000 Гц. при напряжении 10 В.

Убедиться, что И излучает слышимый ухом сигнал.

6.2.2 Опробование установки при воздействии избыточного статического давления

а) Заполнить ИК установки дистиллированной водой в соответствии с ЭД на установку.

ПРИМЕЧАНИЕ Допускается заливать полость камеры водой, которая перед этим была доведена до кипения и затем остыла до комнатной температуры.

б) Задать в камере избыточное гидростатическое давление $(1 \pm 0,1)$ МПа, контролируя его по манометру на лицевой панели установки и выдержать его в течении не менее 10 минут.

в) проконтролировать по манометру установившееся избыточное статическое давление в камере, которое должно быть не менее 0,9 МПа.

В случае невыполнения условия следует произвести действия, указанные в разделе 8.2.9 Руководства по эксплуатации. При повторном невыполнении условий установка бракуется.

6.3 О п р е д е л е н и е м е т р о л о г и ч е с к и х х а р а к т е р и с т и к

6.3.1 Проверка возбуждаемого звукового давления

Для проверки возбуждаемого звукового давления в полости камеры установить на место поверяемого ЦГП-3 рабочий эталон 1-го разряда (гидрофон ГИО-1-20) с подключенным к его выходу ПУ.

В соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации на испытуемое СИ задать в полости камеры номинальное звуковое давление и измерить напряжение на выходе ГИО-1-20 - $U_{ГГ}$. Звуковое давление p , возбуждаемое в полости камеры вычисляется по формуле

$$p = U_{ГГ} / M_{ГГ}$$

где $M_{ГГ}$ - чувствительность ГИО-1-20, взятая из его свидетельства о поверке, мкВ/Па.

Измерения следует проводить на всех частотах третьоктавного ряда в рабочем диапазоне частот испытуемого СИ.

Значение возбуждаемого звукового давления должно находиться в пределах $(10,0 \pm 2,0)$ Па.

6.3.2 Определение отношения сигнал/шум

При определении отношения сигнал/шум определяют оценку составляющей погрешности измерений, связанную с акустическими шумами.

Для определения погрешности, связанной с суммарными акустическими шумами установить минимальное напряжение на выходе излучающего тракта установки (для чего в тракт ввести ослабление 70 дБ) и измерить напряжение $U_{ш}$ на выходе ГИО-1-20.

Вычислить звуковое давление, определяемое суммарными акустическими шумами

$$P_{ш} = U_{ш} / M_{ГГ}, \text{ Па}$$

и соотношение сигнал/шум $U_{ГГ}/U_{ш}$, которое должно быть не менее 40 (32 дБ).

Повторить измерения на всех частотах третьоктавного ряда в рабочем диапазоне частот установки.

6.3.3 Определение линейности приемно-измерительного тракта

6.3.3.1 Перед определением линейности измерительного тракта ПК (ЦГП-3) необходимо проверить линейность тракта АЦП_{рз-1} в канале рабочего эталона 1-го разряда (гидрофона ГИО-1-20). Измерения следует проводить на частотах 20, 250 и 3150 Гц

Для этого на вход АЦП_{рз-1}, подключенного к входу ГМПС установки СК-10, подать сигнал U_r с внешнего генератора, через аттенюатор АО-4

где

$$U_r = 20 M_{рз-1},$$

$M_{рз-1}$ – чувствительность применяемого рабочего эталона, мкВ/Па.

Установить последовательно на аттенюаторе АО-4 затухания 0, 10, 20 и 30 дБ одновременно считывая с экрана РС соответствующее напряжение U_i , где $i = 0, 10, 20$ и 30.

Провести вычисления по формуле

$$Q_i, \text{ дБ} = 20 \times \lg U_i(f)/U_0(f) + i$$

За величину нелинейности $\Theta_{АЦП}$ тракта АЦП_{рз-1} следует принять максимальное из вычисленных значений.

6.3.3.2 Для определения линейности приемно-измерительного тракта ПК (ЦГП-3) следует установить в полость камеры СК-10 на место поверяемого ЦГП-3 рабочий эталон 1-го разряда.

а) Задать в полости камеры звуковое давление 20 Па, контролируя его по выходу ПУ рабочего эталона 1-го разряда.

б) Установить на генераторе последовательно ослабления 0, 10, 20 и 30 дБ и провести измерения чувствительности в соответствии с ЭД на установку СК-10. Результаты измерений занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

$f, \text{ Гц}$	$M_0(f)$	$M_{10}(f)$	$M_{20}(f)$	$M_{30}(f)$
-----------------	----------	-------------	-------------	-------------

в) Вычислить

$$\Theta_i, \text{ дБ} = 20 \times \lg M_i(f)/M_0(f)$$

За погрешность, связанную с отклонением от линейности тракта ПК (ЦГП-3) Θ_n следует принять максимальное из вычисленных значений Θ_i , которая не должна превышать 0,5 дБ (6,2 %).

6.3.4 Определение неравномерности звукового поля в камере

а) Установить ГИО-1-20 в центр камеры на место поверяемого ЦГП-3 и провести измерения его чувствительности $M_{ГИО-1-20}$ в диапазоне частот 1,25 ÷ 3,15 кГц. Результаты измерений занести в таблицу 2

б) Переместить ГИО-1-20 из центра камеры на 10 мм влево и повторить измерения по п. 6.3.5 а) $M_{10Л}$, затем переместить еще на 10 мм и повторить измерения по п.6.3.5.а) $M_{20Л}$.

в) Переместить ГИО-1-20 вправо на 10 (20 мм) от центра камеры и повторить измерения по п. 6.3.5 а) и б) $M_{10Л}$ и $M_{20Л}$.

Таблица 6.2

Частота, кГц	Чувствительность в мкВ/Па при смещении относительно центра, мм					θ_y , %
	влево		центр	вправо		
	$M_{20Л}$	$M_{10Л}$	M_0	$M_{10П}$	$M_{20П}$	
1,25						
1,6						
2,0						
2,5						
3,15						

Погрешность, связанная с неравномерностью звукового поля в камере

$$\Theta_y = [1 - 2/3(M_{20Л} + 4M_{10Л} + 6M_0 + 4M_{10П} + M_{20П}) / (M_{10Л} + 4M_0 + M_{10П})] \times 100 \%$$

Граница систематической погрешности, связанной с неравномерностью звукового поля в камере Θ_{Π} определяется как максимальное значение Θ_y .

Значение θ_{Π} не должно превышать 5,0 %.

6.3.5 Определение относительного СКО результата наблюдений

Относительное значение СКО результата наблюдений определяется относительными значениями СКО наблюдений при поверке ЦПП-3 $So(M_{ЦГС-3})$ и при проведении непосредственно поверки ПК установки СК-10 $So(M_{СК-10})$ рабочим эталоном 1-го разряда (гидрофоном) ГИО-1-20.

СКО наблюдений следует определить на всех частотах третьоктавного ряда при не менее, чем 3-х переустановках поверяемого ЦПП-3 или ГИО-1-20 (при поверке ПК установки). Число наблюдений при каждой переустановке должно быть не менее 4.

Относительное значение СКО наблюдений определяется по формуле

$$S_o(M_{nk}) = \left[\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (M_{nk\ ij} - M_{nk})^2}{N - 1} \right]^{1/2} \times \frac{100 \%}{M_{nk}}$$

Случайная составляющая погрешности определяется по формуле

$$So(M) = \{ [So(M_{ЦГС-3})]^2 + [So(M_{СК-10})]^2 \}^{1/2}.$$

Значение случайной составляющей погрешности не должно превышать 6 %.

6.3.6 Определение АЧХ чувствительности ПК.

6.3.6.1 Определение коэффициента передачи аналого-цифрового преобразователя АЦП_{рз-1}.

Для определения его коэффициента передачи подключить генератор к входу АЦП_{рз-1}, а его выход подключить к разъему ГМПС установки СК-10.

Цифровым вольтметром измерить напряжение на входе АЦП_{рз-1} U_1 , а напряжение на его выходе U_2 считать с экрана РС.

Коэффициент передачи $K_{АЦП}$ вычислить по формуле

$$K_{АЦП} = U_2 / U_1$$

Измерения следует провести на всех частотах третьоктавного ряда рабочего диапазона частот 5 - 3150 Гц.

6.3.6.2 Определение частотной зависимости чувствительности встроенного преобразователя контрольного производится методом сличения с рабочим эталоном (гидрофоном) 1-го разряда. При этом должно производиться не менее 3 переустановок рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда. Число наблюдений при каждой переустановке должно быть не менее 4.

Для этого установить рабочий эталон (гидрофон) 1-го разряда ГИО-1-20 на место поверяемого ЦПП-3 и подключить его через аналого-цифровой преобразователь к разъему ГМПС установки.

Провести вычисления чувствительности $M_{ПК}(f)$ в соответствии с ЭД по формуле.

$$M_{ПК}(f) = M_0 K_{АЦП} \gamma$$

где M_0 — чувствительность рабочего эталона 1-го разряда мкВ/Па, взятая из его свидетельства о поверке;

γ - отношение напряжений, считанное с экрана РС.

По результатам измерений вычислить среднее арифметическое значение чувствительности преобразователя контрольного на третьоктавных частотах по формуле:

$$M_{nk} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} M_{nkji}$$

и занести эти значения в таблицу 6.3.

Чувствительность преобразователя контрольного на каждой рабочей частоте должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 6.3,

где

$$M_{nkmax} = 1,12 M_{nk} \text{ и } M_{nkmin} = 0,88 M_{nk}$$

Полученные значения M_{nk} занести в таблицу 1 Формуляра установки.

Таблица 6.3

f , Гц	M_{nk} , мкВ/Па	M_{nkmax} , мкВ/Па	M_{nkmin} , мкВ/Па	f , Гц	M_{nk} , мкВ/Па	M_{nkmax} , мкВ/Па	M_{nkmin} , мкВ/Па
5,0				80			
6,3				100			
8,0				125			
10				160			
12,5				200			
16				250			
20				315			
25				400			
31,5				500			
40				630			
50				800			
63				1 000			

Среднее квадратическое отклонение результата (СКО) наблюдений вычислить по формуле:

$$S_o(M_{nk}) = \left[\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_i} (M_{nkji} - M_{nk})^2}{N - 1} \right]^{1/2} \times \frac{100 \% }{M_{nk}}$$

Значение $S_0(M_{nk})$ не должно превышать 5,0 %.

6.3.7 Определение систематической погрешности при градуировке рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда

Систематическую погрешность по результатам градуировки рабочего эталона 1-го разряда Θ определяют методом измерения чувствительности рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда на всех частотах треть октавного ряда в рабочем диапазоне частот. При этом чувствительность контрольного преобразователя берется из таблицы 6.3.

Систематическую погрешность вычисляют по формуле:

$$\Theta, \text{ дБ} = 20 \times \left| \lg \frac{M_x}{M_0} \right|$$

$$\theta, \% = (M_x - M_0) / M_0 \times 100$$

где M_x – среднее арифметическое значение чувствительности, полученное при многократном (не менее 10 раз при трех его переустановках) измерении чувствительности рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда, мкВ/Па.

Значение систематической погрешности θ (%) не должно превышать значения, определенного по формуле:

$$\Theta \leq 0,8 \times \sqrt{\Delta_{p3-1}^2 + \Delta^2},$$

где Δ_{p3-1} – значение доверительной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ для рабочего эталона (гидрофона) 1-го разряда, в %;

Δ – значение доверительной относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ для поверяемой установки СК-10.

В случае, когда условие не выполняется, следует уточнить чувствительность ПК, повторив измерения по пункту 6.3.6 методики поверки и затем вновь провести измерения по пункту 6.3.7. В случае если условие вновь не выполняется, то установка бракуется.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При проверке ведут протокол произвольной формы или по форме, приведенной в приложении 1 МИ 2040 -89.

7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и качестве рабочего эталона (измерительной установки) 2-го разряда по МИ 1620-92, форма которого приведена в приложении ПР 50.2.006.

7.3 При отрицательных результатах поверки установка СК-10 к применению не допускается и на нее выдается извещение о непригодности в соответствии с требованиями ПР 50.2.006 с указанием причины.

Начальник отдела 32 ГНИИ МО РФ

В.В. Супрунюк

Начальник лаборатории ГМЦГИ ФГУП ВНИИФТРИ

С.М.Лихачев