

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов

« 23 » 10 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Установка для скалярных и векторно-фазовых измерений
в натурных условиях
УВИ-М

Методика поверки

МФРН.411711.001 МП

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика (далее - МП) поверки применяется для поверки установки для скалярных и векторно-фазовых измерений в натурных условиях УВИ-М (далее - установка) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок. Поверке подлежит установка с входящими в ее состав средствами измерений (КГП1М: 90028-23, КГП10М: 90027-23, ГИ53: 40216-08, ЗОНД 10: 15020-07). Установку подвергают поверке покомпонентным (поэлементным) способом.

1.2 Все средства измерений, входящие в состав установки, и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку. Таким образом, обеспечивается прослеживаемость средств измерений, входящих в состав установки, и установки к государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 55-2017 в соответствии с ГПС для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде, утвержденный приказом Росстандарта № 2084 от 28.09.2018 г.;

- ГЭТ 89-2008 в соответствии с ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденный приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023 г.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Рабочий диапазон частот при измерении звукового давления, Гц	от 2 до 10000
Рабочий диапазон частот при измерении градиента звукового давления КГП1М ¹ , Гц	от 10 до 1000
Рабочий диапазон частот при измерении градиента звукового давления КГП10М ² , Гц	от 100 до 10000
Максимальный измеряемый уровень звукового давления при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 20 мкПа), дБ, не менее	130
Максимальный измеряемый уровень выходного сигнала каналов КГП ³ при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 1 мкВ) и погрешности измерения 0,1 дБ, дБ, не менее	120
Границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности Р = 0,95 в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц, дБ, не более	±2
Границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения КГП при доверительной вероятности Р = 0,95 в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц, дБ, не более	±3
Границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения направления на источник шумоизлучения в диапазоне от 0 до 2π (при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ), радиан, не более	±0,1
Границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения глубины погружения в диапазоне от 1 до 300 м, м, не более	±1

1) КГП1М – приёмники гидроакустические комбинированные КГП1М

2) КГП10М - приёмники гидроакустические комбинированные КГП10М

3) КГП - приёмники гидроакустические комбинированные

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполнять операции, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции проведения поверки установки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерения	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение рабочего диапазона частот при измерении звукового давления	да	да	10.1
Определение рабочего диапазона частот при измерении градиента звукового давления КГП1М	да	да	10.2
Определение рабочего диапазона частот при измерении градиента звукового давления КГП10М	да	да	10.3
Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц	да	да	10.4
Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц	да	да	10.5
Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения направления на источник шумоизлучения в диапазоне от 0 до 2π (при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ)	да	да	10.6
Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения глубины погружения в диапазоне от 1 до 300 м	да	да	10.7
Определение максимального измеряемого уровня звукового давления при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 20 мкПа)	да	да	10.8
Определение максимального измеряемого уровня выходного сигнала каналов КГП при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 1 мкВ) и погрешности измерения 0,1 дБ	да	да	10.9

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2.1 поверяемая установка бракуется и направляется в ремонт.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

Параметры электропитания:

- напряжение переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, Гц от 47 до 53.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднем техническим образованием, имеющие опыт работы в области гидроакустических измерений, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, аттестованные в качестве поверителей гидроакустических средств измерений и ознакомленные с документом МФРН.411711.001 РЭ «Установка для скалярных и векторно-фазовых измерений в натурных условиях УВИ-М. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 °С до 60 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 95 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 300 до 1200 гПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13. Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13. Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13.
10.1-10.5, 10.8, 10.9	Эталоны единицы переменного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда; ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до $2 \cdot 10^{-9}$ Гц, приказ Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706.	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1-10.5, 10.8, 10.9	Эталоны единицы переменного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда; ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В, приказ Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706.	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS-360, рег. № 45344-10.
10.6	Средства измерения углов в диапазоне от 0 до 360 ° с погрешностью измерения углов 2'	Угломер с отсчетом по нониусу, рег. № 34884-07
10.7	Средства передачи и измерения давления в диапазоне от 0,1 МПа до 6 МПа с относительной погрешностью ±0,02 %	Манометр грузопоршневой МП-60М, рег. № 11180-87

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого прибора с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утвержденного типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, «Технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 Заземление средства измерения проводить через штатные органы заземления конструкции корпуса средства измерения.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических и электрических повреждений корпуса и разъемов;
- четкость нанесения заводского номера.

7.2 Результат внешнего осмотра по пункту 7 считать положительным, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п.7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 На первичную поверку представляют установку с формуляром МФРН.411711.001 ФО, руководством по эксплуатации МФРН.411711.001 и руководствами оператора МГФК.00595-01 34, МФРН.00026-01 34, МФРН.00062-01 34.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель должен ознакомиться с руководством по эксплуатации на поверяемую установку, подготовить все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки, а также проверить выполнение условий поверки, установленных в разделе 3.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Собрать установку согласно схемы электрических соединений МФРН.411711.001Э4.

8.2.2 Проверить работоспособность установки в режиме «АИ» и «ЭКВ» соответствии с п. 2.2.2.2 и п.2.2.2.3 руководства по эксплуатации МФРН.411711.001 РЭ.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверить следующие идентификационные данные ПО на соответствие данных, указанных в таблицах 9.1 - 9.3:

Таблица 9.1 - Идентификационные данные (признаки) ПО «Комплекс специализированного программного обеспечения УВИ-М»

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МФРН.00053-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01
Цифровой идентификатор ПО	MenuUviM.exe - 32a8407e27f814d180b82bac25e26370 spspo.exe - e3465f2dae97fd9012b59bd3b8a753c0 vspres.exe - dfd470764b56832aa34cf42757ebf7be

Таблица 9.2 - Идентификационные данные (признаки) ПО «Комплект программного обеспечения векторно-фазовой обработки»

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МФРН.00026-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01
Цифровой идентификатор ПО	vpb_geo - 66023d6aee3d8575f409717c329d8ee5

Таблица 9.3 - Идентификационные данные (признаки) ПО «Комплект программного обеспечения»

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МФРН.00081-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 01
Цифровой идентификатор ПО	CompVp.exe - cb129b835ff228b4bdeb4201f1ad9129

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение рабочего диапазона частот при измерении звукового давления

10.1.1 Собрать схему, как показано на рисунке 10.1.

10.1.2 Подключить мультиметр 3458А и «Вых. ЦАП» (ЦАП1) к входу измерительного канала 1 блока БПКИ-М №1.

10.1.3 Запустить программу «Регистрация и анализ сигналов» и установить частоту квантования АЦП - 4096 Гц, рисунок 10.2.

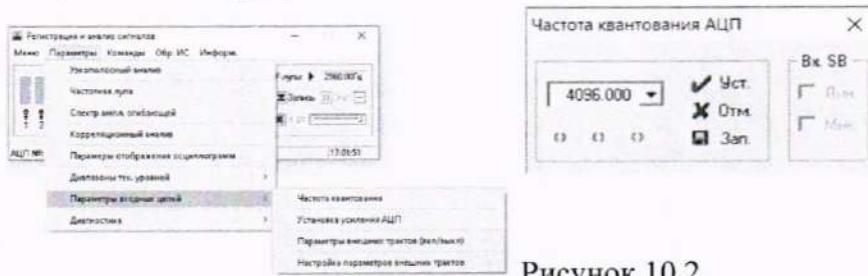


Рисунок 10.2

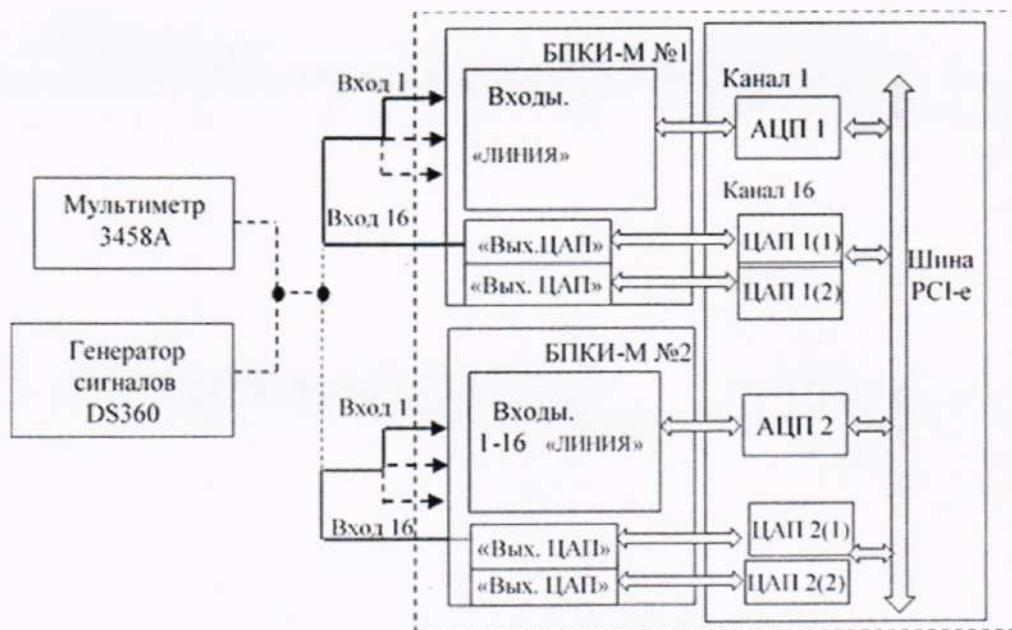


Рисунок 10.1

10.1.4 Убедиться, что для всех каналов отключены параметры внешних трактов (Пункты меню: «Параметры» → «Параметры входных цепей» → «Параметры внешних трактов (вкл/выкл)», - отсутствие подсветки каналов), рисунок 10.3.

10.1.5 Запустить программу измерения АЧХ (Пункты меню: «Команды» → «Измерения АЧХ»).



Рисунок 10.3

10.1.6 Выбрать первый канал и режим снятия АЧХ для центральных частот третьоктавного ряда от 2 до 10000 Гц (для чего установить флажок в окне «АЧХ», а в случае отсутствия заданной сетки частот загрузить таблицу из файла FrqChrTabl.fib с заданной сеткой частот и соответствующими фактическими уровнями сигнала ЦАП (В), нажав вкладку «Загрузка таблицы»), рисунок 10.4.

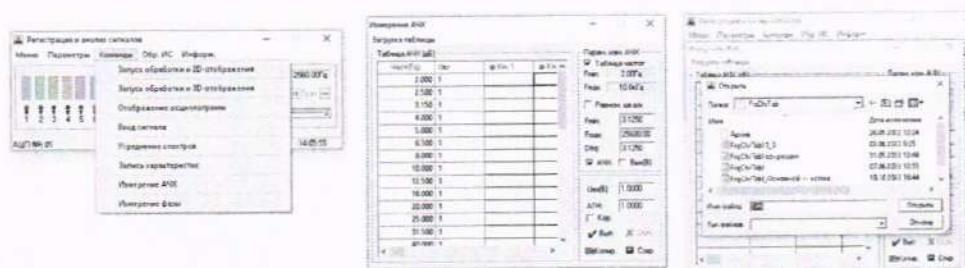


Рисунок 10.4

10.1.7 Запустить программу измерения АЧХ, нажав кнопку «Вып».

10.1.1.8 При завершении измерения АЧХ сохранить значения в буфере памяти (кнопка «Копир», сохранить в текстовом файле и занести в таблицу 10.1 (АЧХ без корректировки), после чего рассчитать для выбранного измерительного канала (в соответствующих частотных диапазонах) неравномерность АЧХ ΔH_i , в дБ, по формуле:

$$\Delta H_i = |H_{i\ max} - H_{i\ min}|, \quad (1)$$

где: $H_{i\ max}$ и $H_{i\ min}$ – максимальное и минимальное значения измеренной АЧХ для выбранного канала, дБ.

Примечание - Канал 10 не является измерительным и проверке не подлежит.

Таблица 10.1 - АЧХ без корректировки

Частота, f_i	АЧХ (без корректировки ЭТ), H_i , дБ				
	Канал 01	...	Канал 10	...	Канал 16
2			–		
2.5			–		
3.25			–		
4			–		
5			–		
6.25			–		
8			–		
10			–		
12.5			–		
16			–		
20			–		
25			–		
31.5			–		
40			–		
50			–		
63			–		
80			–		
100			–		
125			–		
160			–		
200			–		
250			–		
315			–		
400			–		
500			–		
630			–		
800			–		
1000			–		
1250			–		
1600			–		
2000			–		
2500			–		
3150			–		
4000			–		
5000			–		
6300			–		

Частота, f_i	АЧХ (без корректировки ЭТ), H_i , дБ					
	Канал 01	...	Канал 10	...	Канал 16	
8000			—			
10000			—			
H_{min} , дБ			—			
H_{max} , дБ			—			
ΔH , дБ			—			

10.1.1.9 Рассчитать поправочные коэффициенты и сохранить их в файле настройки программы, нажав кнопку «Сохр.».

10.1.1.10 Повторить пункты 10.1.1.1 – 10.1.1.9 для каналов 2-16 блока БПКИ-М №1 и каналов 1-16 блока БПКИ-М №2.

Примечание. Пункты 10.1.1.1 – 10.1.1.9 допускается проводить одновременно для всех измерительных каналов.

10.1.1.11 Подключить к входу измерительного канала 1 блока БПКИ-М №1 выход генератора сигналов DS360 и мультиметр 3458А, как показано на рисунке 10.1.

10.1.1.12 Перезапустить программу «Регистрация и анализ сигналов», рисунок 10.5.

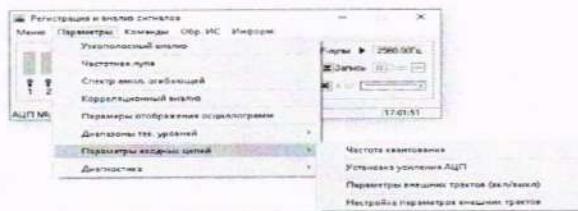


Рисунок 10.5

10.1.1.13 Включить режим корректировки параметров трактов (Пункты меню: «Параметры» → «Параметры входных цепей» → «Параметры внешних трактов (вкл/выкл)», выбрать все каналы нажав кнопки и Уст, , рисунок 10.6.

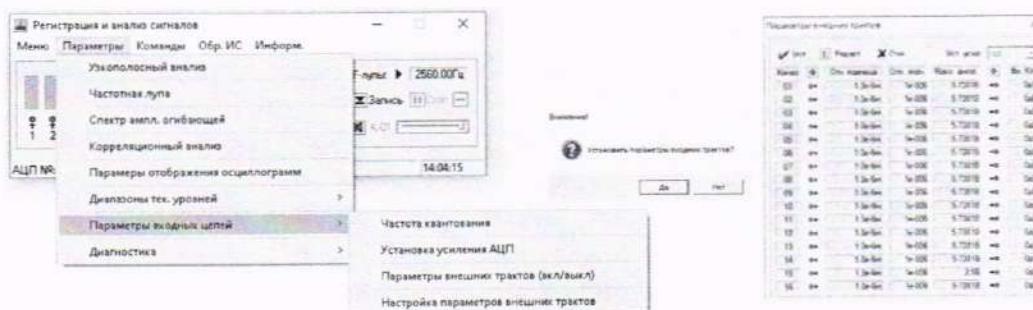


Рисунок 10.6

10.1.1.14 Запустить расчет и отображение узкополосного спектра для первого канала (Пункты меню: «Команды» → «Запуск обработки и 2D отображения» → выбрать «Спектр» → канал 1 → кнопка «Старт»), рисунок 10.7.

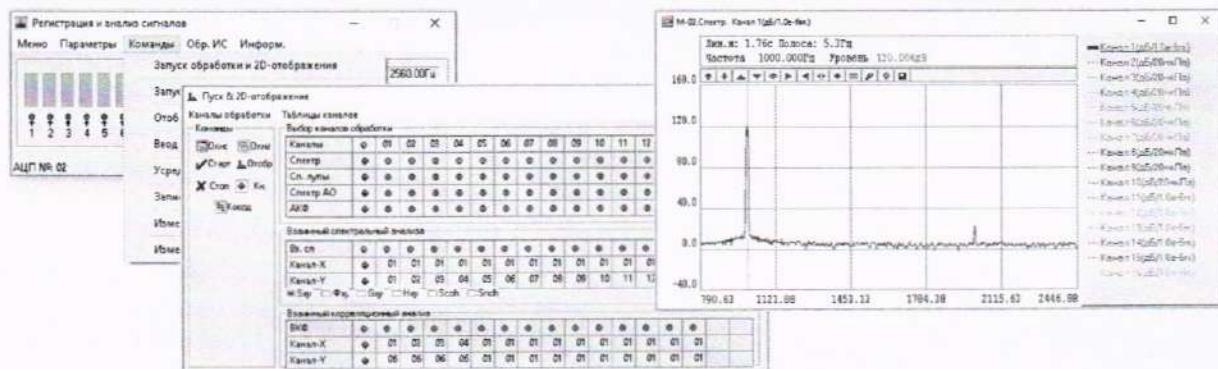


Рисунок 10.7

10.1.1.15 Последовательно устанавливая значения частоты сигнала генератора f_i , равными центральным частотам полос третьоктавного ряда, для соответствующего проверяемого диапазона частот (таблица 10.2), произвести расчет АЧХ в режиме цифровой корректировки электрического тракта, для чего:

- измерить относительные уровни напряжения выходного сигнала в узких полосах частот $B(f_i)$, дБ (исх. 1 мкВ), на частотах f_i ;
- измерить напряжение $U_G(f_i)$, В, на выходе генератора DS360 мультиметром 3458А.

10.1.1.16 Рассчитать АЧХ электрического тракта измерительного канала (в режиме корректировки) $H_K(f_i)$, дБ, на частотах f_i , в диапазонах частот, соответствующих таблице по формуле:

$$H_K(f_i) = B(f_i) - 20 \cdot \text{Lg}(U_G(f_i)/U_0), \quad (2)$$

где $B(f_i)$ – измеренные уровни узкополосного спектра на частотах (f_i) , дБ;

$U_G(f_i)$ – напряжение на выходе генератора DS360 на частоте f_i , В;

U_0 – нулевой относительный уровень напряжения, $U_0 = 10^{-6}$ В, результаты занести в таблицу 10.2.

Таблица 10.2- АЧХ в режиме цифровой корректировки электрического тракта

Частота f_i	АЧХ (с корректировкой ЭТ), H_i , дБ				
	Канал 01	...	Канал 10	...	Канал 16
2				–	
2.5				–	
3.25				–	
4				–	
5				–	
6.25				–	
8				–	
10				–	
12.5				–	
16				–	
20				–	
25				–	
31.5				–	

Частота <i>fi</i>	АЧХ (с корректировкой ЭТ), <i>Hi</i> , дБ				
	Канал 01	...	Канал 10	...	Канал 16
40			—		
50			—		
63			—		
80			—		
100			—		
125			—		
160			—		
200			—		
250			—		
315			—		
400			—		
500			—		
630			—		
800			—		
1000			—		
1250			—		
1600			—		
2000			—		
2500			—		
3150			—		
4000			—		
5000			—		
6300			—		
8000			—		
10000			—		
<i>H_{min}</i> , дБ			—		
<i>H_{max}</i> , дБ			—		
<i>ΔH</i> , дБ			—		

Примечание - Допускается, использование функции автоматического измерения и расчета АЧХ для этого выполнить следующие действия:

- повторить пункты 10.1.1.1 – 10.1.1.6, отметив элемент Коп. в окне программы «Измерение АЧХ». Запуск функции: «Команды» → «Измерение АЧХ» → установить флагок «АЧХ» → «Вып», с предварительной установкой сетки частот и амплитуды в файле.

- при завершении измерения АЧХ сохранить значения в буфере памяти (кнопка «Копир»). Результаты измерений для всех каналов занести таблицу 10.2 (АЧХ с корректировкой).

10.1.1.17 Рассчитать для выбранного измерительного канала (в соответствующих частотных диапазонах) неравномерность АЧХ *ΔHi*, в дБ, (после корректировки) для выбранного измерительного канала по формуле 1.

10.1.1.18 Повторить пункты 10.1.1.11 – 10.1.1.17 для измерительных каналов 2-16 блока БПКИ-М №1 и каналов 1-16 блока БПКИ-М №2.

Примечание - Пункты 10.1.1.11 – 10.1.1.17 допускается проводить одновременно для всех измерительных каналов.

10.1.1.19 Установка соответствует требованиям п. 10.1.1.1, если для всех измерительных каналов блоков БПКИ-М, в диапазоне частот от 2 до 10000 Гц неравномерность АЧХ (*ΔH*) не превышает 0,4 дБ.

10.1.2 Определить диапазон рабочих частот гидрофона ГИ53 по формуляру МГФК.406231.084 ФО.

10.1.3 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если:

- в диапазоне частот от 2 до 10000 Гц измеренные значения неравномерности АЧХ электрического тракта для канала 1 блоков БПКИ-М не превышают 0,4 дБ;

- диапазон рабочих частот гидрофона ГИ53 в соответствии с формуляром МГФК.406231.084 ФО составляет не уже, чем от 2 до 10000 Гц.

10.2 Определение рабочего диапазона частот при измерении градиента звукового давления КГП1М

10.2.1 Проверка проводится одновременно с п. 10.1.

10.2.2 Проверить значение рабочего диапазона частот каналов градиента звукового давления приемника КГП1М по данным его формуляра.

10.2.3 Результаты поверки по пункту 10.2 считают положительными, если выполняются следующие условия:

- для всех электрических трактов каналов измерения градиента звукового давления КГП1М в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц неравномерность АЧХ (ΔH) не превышает 0,4 дБ (в соответствии с п. 10.1);

- диапазон частот каналов КГП1М, в соответствии с формуляром МФРН.406231.004 ФО, составляет от 10 до 1000 Гц.

10.3 Определение рабочего диапазона частот при измерении градиента звукового давления КГП10М

10.3.1 Проверка проводится одновременно с п. 10.1.

10.3.2 Проверить значение рабочего диапазона частот каналов градиента звукового давления приемника КГП10М по данным его формуляра.

10.3.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными, если выполняются следующие условия:

- для всех измерительных каналов обоих блоков БПКИ-М, в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц неравномерность АЧХ (ΔH) не превышает 0,4 дБ (в соответствии с п. 10.1);

- диапазон частот каналов КГП10М, в соответствии с формуляром МФРН.406231.005 ФО, составляет от 100 до 10000 Гц.

10.4 Определение границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц

10.4.1 Проверка границ относительной погрешности измерения мощности переменного электрического тока измерительного канала гидрофона в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при узкополосном анализе.

10.4.1.1 По результатам измерений, внесенных в таблицу 10.2 (АЧХ после корректировки) для блока БПКИ-М №1 определить из всех измерительных каналов абсолютное значение разности максимального и минимального значения АЧХ (из всех измеренных значений, для соответствующих рабочих диапазонов частот), ΔH_{max} , , в дБ, по формуле:

$$\Delta H_{max} = |H_{max} - H_{min}|, \quad (3)$$

где: H_{max} и H_{min} – максимальное и минимальное значения из всех измеренных значений АЧХ из таблицы 4, дБ.

10.4.1.2 Подключить генератор сигналов DS360 к выходу мультиметра 3458А и измерительным каналам БПКИ-М №1 в соответствии со схемой на рисунке 10.1. Установить на выходе генератора DS360 переменное напряжение с среднеквадратичным значением 1 В и частотой

500 Гц, контролируя уровень напряжения мультиметром 3458А.

10.4.1.3 Запустить программу «Регистрация и анализ сигналов» (файл vsprec.exe).

10.4.1.4 Выполнить запись сигнала генератора DS360 с измерительного канала имеющего **минимальное** абсолютное значение АЧХ на заданной частоте генератора - 500 Гц после корректировки (по данным таблицы 3) продолжительностью не менее 1 мин, для этого выполнить пункты меню: «Команды» → «Ввод сигналов», отметить выбранный канал, установить в окне время записи, нажать кнопку «Старт» (рисунок 10.8).

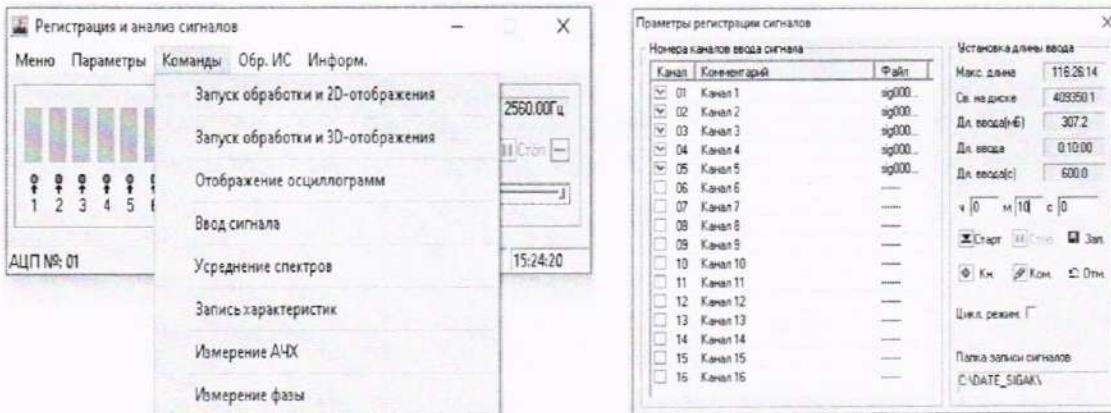


Рисунок 10.8

10.4.1.5 Записать полученные файлы сигнала на переносной внешний носитель и перенести их на компьютер КАО или передать их через общие сетевые папки локальной сети.

Примечание: при всех испытаниях допускается использование других компьютеров с установленной программой VibMi\vsp.exe.

10.4.1.6 На компьютере КАО запустить программу измерения уровней напряжения переменного электрического тока в режиме постобработки (файл - C:\VibMi\vsp.exe), как показано на рисунке 10.9.

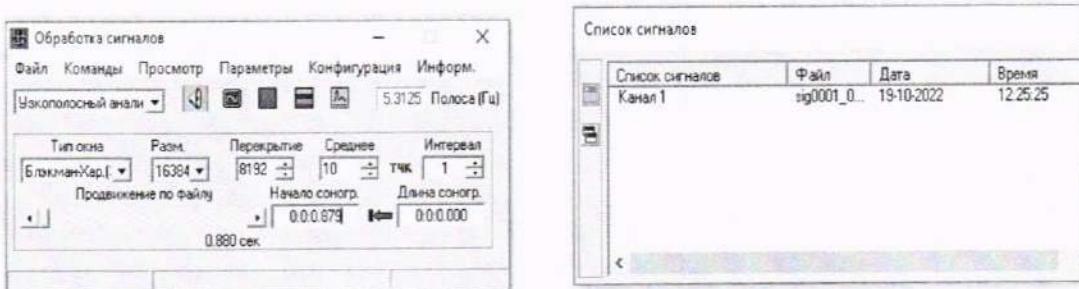


Рисунок 10.9

10.4.1.7 Выбрать файлы с записанной реализацией сигналов (Пункты меню: «Конфигурация» → «Выбор рабочей папки» (указать путь к папке файлов реализации) → кнопка → подтвердить выбранный путь к файлу, рисунок 10.10.

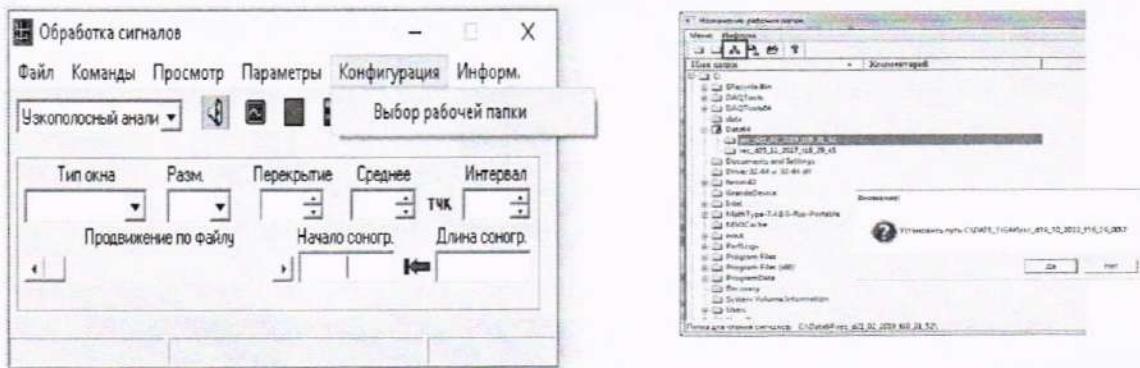


Рисунок 10.10

10.4.1.8 Установить следующие параметры обработки сигнала (рисунок 10.11):

- Тип окна Блэкмана-Харриса – 3;
- Размер блока БПФ – 16384;
- Перекрытие – 8192;
- Среднее – 10.

10.4.1.9 Выбрать в окне «Список сигналов» необходимый канал и запустить расчет узкополосного спектра нажатием кнопки (рисунок 10.11).

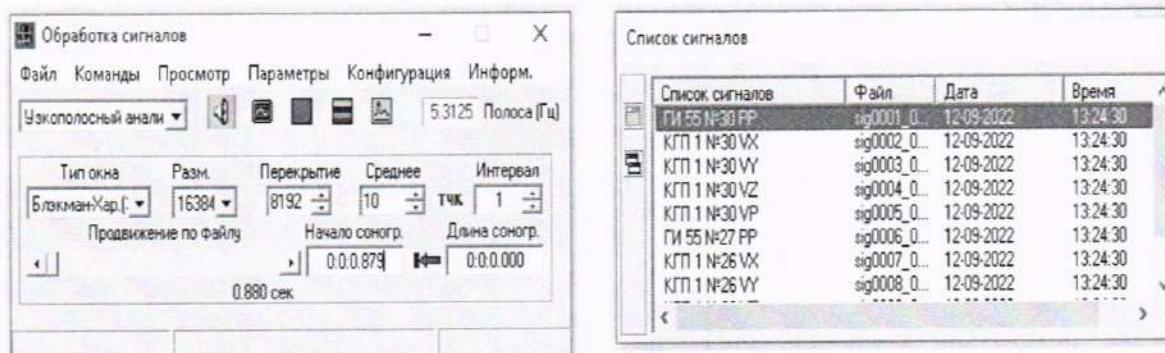


Рисунок 10.11

10.4.1.10 Включить учет поправок АЧХ (Пункты меню: «Файл» → Установить галочку на пункте контекстного меню «Поправка АЧХ» (рисунок 10.12).

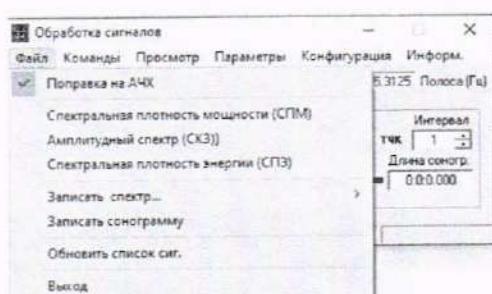


Рисунок 10.12

10.4.1.11 Запустить программу расчета узкополосных спектров  (рисунок 10.13).

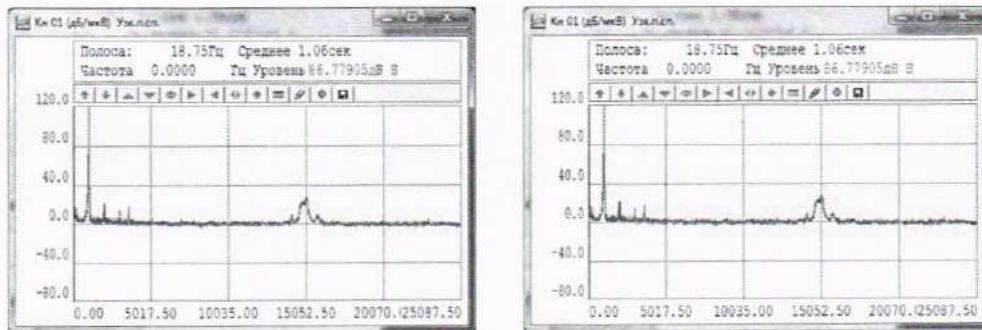


Рисунок 10.13

10.4.1.12 Измерить уровень напряжения на выходе выбранного измерительного канала i и выбранной частоте $f(j)$ B_{ij} , дБ (исх. 1 мкВ), по соответствующему отчету узкополосного спектра, и рассчитать среднеквадратичные значения напряжения на выходе выбранного измерительного канала в узкополосных полосах частот на выбранной частоте генератора U_{ij} , В, по формуле:

$$U_{ij} = 10^{B_{ij}/20} \cdot U_0, \quad (4)$$

где U_0 – нулевой относительный уровень напряжения, $U_0 = 10^{-6}$ В;

B_{ij} – относительный уровень мощности (напряжения) узкополосного спектра на выходе канала i и выбранной частоте генератора $-j$, дБ (исх. 1 мкВ).

10.4.1.13 Рассчитать отношение (коэффициент) максимального и минимального выходного напряжения на выходах измерительных каналов, K , по формуле:

$$K = 10^{\Delta H_{max}/20}, \quad (5)$$

где ΔH_{max} – абсолютное значение разности максимального и минимального значения АЧХ (для всех частот рабочих диапазонов) из всех измерительных каналов (неравномерность АЧХ по всем каналам).

10.4.1.14 Рассчитать максимально выходное напряжение из всех измерительных каналов

$$U_{\max} = U_{ij} \cdot K, \quad (6)$$

где U_{ij} – выходное напряжение измеренное на выходе канала i и выбранной частоте генератора j , В;

K – отношение (коэффициент) максимального и минимального выходного напряжения на выходах измерительных каналов.

10.4.1.15 Рассчитать относительное отклонение максимального напряжения на выходах измерительных каналов от напряжения генератора δs , в %, по формуле:

$$\delta_S = (|U_{\max} - U_T| / U_T) \cdot 100, \quad (7)$$

где U_{\max} – максимально выходное напряжение из всех измерительных каналов, В;

U_T – напряжение на выходе генератора (входах измерительных каналов равное - 1 В).

10.4.1.16 Рассчитать максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока δ , % по формуле:

$$\delta = \delta_S + \delta_T, \quad (8)$$

где δ_S – отклонение максимального напряжения на выходах измерительных каналов от напряжения генератора, %;

δ_T – максимальная допустимая относительная погрешность установки напряжения переменного тока генератора DS360 ($\delta_T = \pm 1\%$).

10.4.1.17 Рассчитать максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока δ_{dB} , дБ, по формуле:

$$\delta_{dB} = 20 \cdot \lg(1 + \delta/100 \%), \quad (9)$$

где δ – максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в процентах.

10.4.1.18 Убедиться, что рассчитанное максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения (мощности) находится в границах $\pm 0,5$ дБ.

10.4.1.19 Повторить пункты 10.4.1.1 - 10.4.1.18 для блока БПКИ-М №2.

10.4.2 Проверку границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при применении узкополосного анализа выполнить следующим образом:

- рассчитать границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в точке расположения гидрофона при применении узкополосного анализа по формуле:

$$\Theta_{0,95} = \pm 1,1 \cdot [\Theta_{AU}^2 + \Theta_T^2 + \Theta_p^2 + \Theta_{\tau}^2]^{1/2}, \quad (10)$$

где Θ_{AU} – границы неисключенной систематической погрешности измерений мощности переменного электрического тока в узких полосах частот (не должны превышать $\pm 0,5$ дБ);

Θ_T – границы погрешности градуировки гидрофона ГИ53 (не должны превышать $\pm 1,5$ дБ);

Θ_p – границы погрешности гидрофона из-за воздействия гидростатического давления (не должны превышать $\pm 0,2$ дБ на глубине 150 м с учетом зависимости чувствительности гидрофона от гидростатического давления);

Θ_{τ} – границы погрешности из-за воздействия температуры (не должны превышать $\pm 0,3$ дБ с учетом зависимости чувствительности гидрофона от температуры при температуре 5 ± 3 °C).

10.4.3 Проверка границ относительной погрешности измерения мощности переменного электрического тока измерительного канала гидрофона в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при третьоктавном анализе.

10.4.3.1 При проверке использовать файлы с записанными сигналами генератора DS360 полученными в 10.4.1.1 - 10.4.1.6.

10.4.3.2 На компьютере КАО запустить программу «Обработка реализаций» (файл -

C:\VibMi\SigBar.exe), «Головное меню» → «Обработка записей» → «1/п-октавный анализ» (рисунок 10.14).

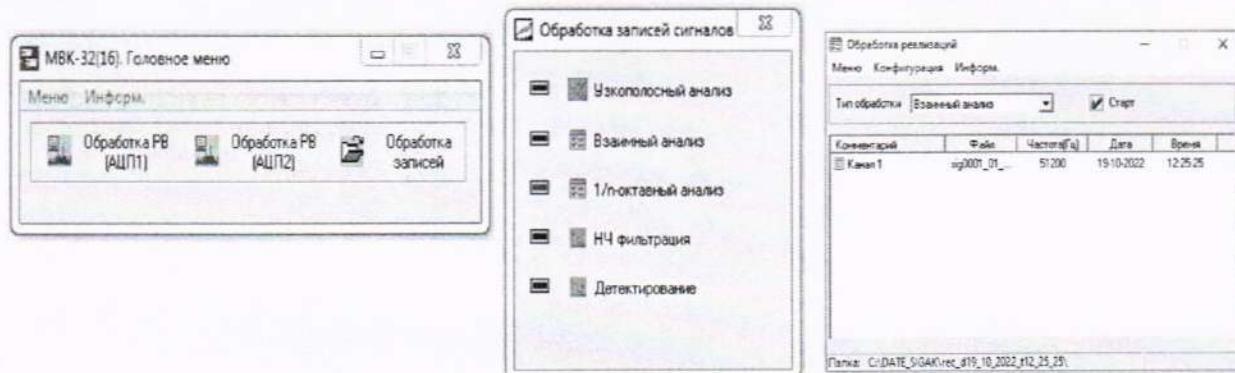


Рисунок 10.14

10.4.3.3 Выбрать файлы с записью сигнала генератора DS360 по выбранным каналам, как показано на рисунке 10.15. Команды меню: «Конфигурация» → «Выбор рабочей папки», выбрать путь расположения ранее сохраненных файлов, нажать кнопку в открывшемся окне, подтвердить выбранный путь. Перезапустить программу C:\VibMi\SigBar.exe.

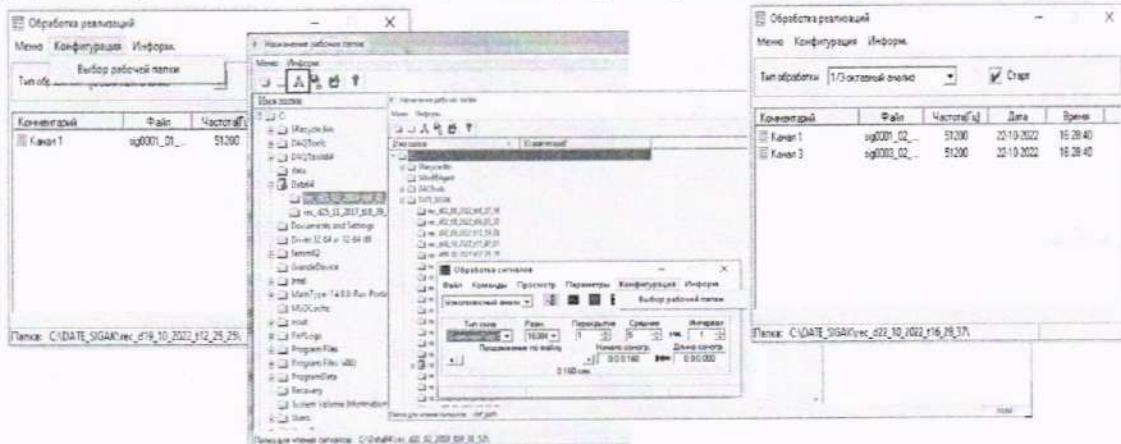


Рисунок 10.15

10.4.3.4 В окне «Обработка реализаций» выбрать тип обработки – «1/3-октавный анализ», отметить выбранные каналы и запустить программу расчета третьоктавных спектров кнопкой Старт (исполнительный файл C:\VibMi\SpnSp.exe) (рисунок 10.16).

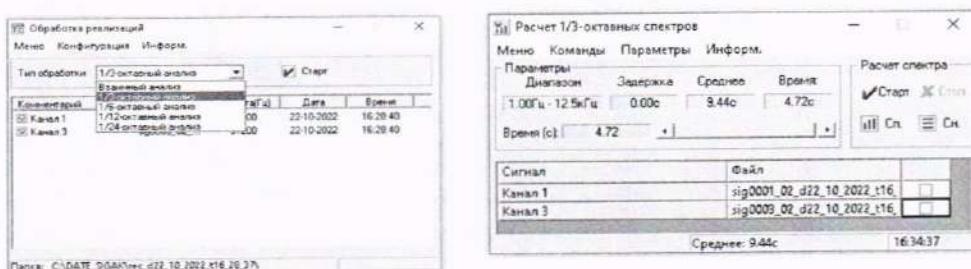


Рисунок 10.16

10.4.3.5 В окне «Расчет 1/3-октавных спектров» отметить выбранные каналы и включить режим корректировки АЧХ, для этого выполнить пункты меню: «Параметры» → «Установка

параметров» → выбрать элемент **Коррекция АЧХ**, кнопка **Уст.** (рисунок 10.17).



Рисунок 10.17

10.4.3.6 В окне «Расчет 1/3-октавных спектров» выбрать каналы и запустить расчет третьоктавных спектров кнопкой **Старт** (рисунок 10.18).

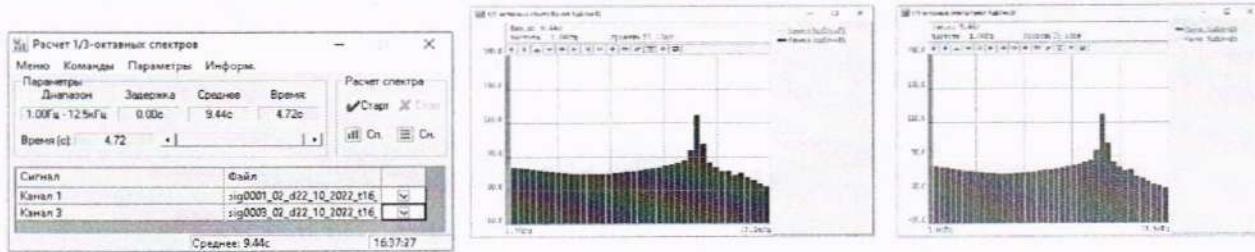


Рисунок 0.18

10.4.3.7 Измерить уровень напряжения на выходе выбранного измерительного канала i и выбранной частоте $f(j)$ B_{ij} , дБ (исх. 1 мкВ), по соответствующему отчету третьоктавного спектра, и рассчитать среднеквадратичные значения напряжения на выходе выбранного измерительного канала в третьоктавных полосах частот на выбранной частоте генератора U_{ij} , В, по формуле:

$$U_{ij} = 10^{B_{ij}/20} \cdot U_0, \quad (11)$$

где U_0 – нулевой относительный уровень напряжения, $U_0 = 10^{-6}$ В;

B_{ij} – относительный уровень мощности (напряжения) третьоктавного спектра на выходе канала i и выбранной частоте генератора $-j$, дБ (исх. 1 мкВ).

10.4.3.8 Рассчитать отношение (коэффициент) максимального и минимального выходного напряжения на выходах измерительных каналов, K , по формуле:

$$K = 10^{\Delta H_{max}/20}, \quad (12)$$

где ΔH_{max} – абсолютное значение разности максимального и минимального значения АЧХ (для всех частот рабочих диапазонов) из всех измерительных каналов (неравномерность АЧХ по всем каналам).

10.4.3.9 Рассчитать максимально выходное напряжение из всех измерительных каналов

$$U_{\max} = U_{ij} \cdot K, \quad (13)$$

U_{ij} – выходное напряжение измеренное на выходе канала i и выбранной частоте генератора j , В;

K – отношение (коэффициент) максимального и минимального выходного напряжения на выходах измерительных каналов.

10.4.3.10 Рассчитать относительное отклонение максимального напряжения на выходах измерительных каналов от напряжения генератора δ_s , в %, по формуле:

$$\delta_s = (|U_{\max} - U_G| / U_G) \cdot 100, \quad (14)$$

где U_{\max} – максимально выходное напряжение из всех измерительных каналов, В;

U_G – напряжение на выходе генератора (входах измерительных каналов равное - 1 В).

10.4.3.11 Рассчитать максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока δ , % по формуле:

$$\delta = \delta_s + \delta_G, \quad (15)$$

где δ_s – отклонение максимального напряжения на выходах измерительных каналов от напряжения генератора, %;

δ_G – максимальная допустимая относительная погрешность установки напряжения переменного тока генератора DS360 ($\delta_G = \pm 1\%$).

10.4.3.12 Рассчитать максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока δ_{dB} , дБ, по формуле:

$$\delta_{dB} = 20 \cdot \lg(1 + \delta/100\%), \quad (16)$$

где δ – максимальное (для всех каналов) значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в процентах.

10.4.3.13 Убедиться, что рассчитанное максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения (мощности) находится в границах $\pm 0,5$ дБ.

10.4.3.14 Повторить пункты 10.4.2.1 - 10.4.1.13 для блока БПКИ-М №2.

10.4.4 Проверку границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при применении третьоктавного анализа выполнить следующим образом:

- Рассчитать границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в точке расположения гидрофона при применении третьоктавного анализа по формуле:

$$\Theta_{0,95} = \pm 1.1 \cdot [\Theta_{TA}^2 + \Theta_g^2 + \Theta_p^2 + \Theta_t^2]^{1/2}, \quad (17)$$

где Θ_{TA} – границы неисключенной систематической погрешности измерений мощности переменного электрического тока в третьоктавных полосах частот (не должны превышать $\pm 0,5$ дБ);

Θ_g – границы погрешности градуировки гидрофона ГИ53 (не должны превышать $\pm 1,5$ дБ);

Θ_p – границы погрешности гидрофона из-за воздействия гидростатического давления (не должны превышать $\pm 0,2$ дБ на глубине 150 м с учетом зависимости чувствительности гидрофона от гидростатического давления);

Θ_t – границы погрешности из-за воздействия температуры (не должны превышать $\pm 0,3$ дБ с учетом зависимости чувствительности гидрофона от температуры при температуре 5 ± 3 °C).

10.4.5 Результаты поверки по пункту 10.4 считаются положительными, если:

- значения относительной погрешности измерений напряжения (мощности) электрического тока при измерении звукового давления в узкополосных полосах частот всех

измерительных каналов находятся в границах $\pm 0,5$ дБ (исх. 1 мкВ).

- значения относительной погрешности измерений напряжения (мощности) электрического тока при измерении звукового давления в третьоктавных полосах частот всех измерительных каналов находятся в границах $\pm 0,5$ дБ (исх. 1 мкВ).

- границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при узкополосном анализе не превышают ± 2 дБ.

- границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения звукового давления в динамическом диапазоне 60 дБ относительно максимального измеряемого уровня в точке расположения гидрофона при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц при третьоктавном анализе не превышают ± 2 дБ.

10.5 Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц

10.5.1 Проверка границ относительной погрешности измерения мощности переменного электрического тока измерительных каналов КГП в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц при узкополосном анализе

10.5.1.1 По результатам расчетов, произведенных в п. 10.4.1.17 для соответствующего блока БПКИ-М, убедиться, что рассчитанное максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения (мощности) находится в границах $\pm 0,5$ дБ.

10.5.2 Проверку границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения комбинированного гидроакустического приемника (КГП) при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц при применении узкополосного анализа выполняют следующим образом:

- Рассчитать границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в узких полосах частот, дБ

$$\Theta_{0,95} = \pm 1,1 \cdot [\Theta_{\text{AУ}}^2 + \Theta_{\text{КГП}}^2 + \Theta_{\text{ам}}^2]^{1/2}, \quad (18)$$

где $\Theta_{\text{AУ}}$ – границы неисключенной систематической погрешности измерений мощности переменного электрического тока в узких полосах частот (не должны превышать $\pm 0,5$ дБ);

$\Theta_{\text{КГП}}$ – границы погрешности градуировки комбинированного гидроакустического приемника, не должны превышать ± 2 дБ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц;

$\Theta_{\text{ам}}$ – границы погрешности из-за наличия асимметрии максимумов (не должны превышать ± 2 дБ).

10.5.3 Проверка границ относительной погрешности измерения мощности переменного электрического тока измерительных каналов КГП в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц при третьоктавном анализе.

10.5.3.1 По результатам расчетов, произведенных в п. 10.4.2.12 для соответствующего блока БПКИ-М, убедиться, что рассчитанное максимальное значение относительной погрешности измерений напряжения (мощности) находится в границах $\pm 0,5$ дБ.

10.5.4 Проверку границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения комбинированного гидроакустического приемника (КГП) при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц при применении узкополосного

анализа выполняют следующим образом:

- Рассчитать границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в третьоктавных полосах частот по формуле:

$$\Theta_{0,95} = \pm 1.1 \cdot [\Theta_{\text{ТА}}^2 + \Theta_{\text{КГП}}^2 + \Theta_{\text{ам}}^2]^{1/2}, \quad (19)$$

где $\Theta_{\text{ТА}}$ – границы неисключенной систематической погрешности измерений мощности переменного электрического тока в третьоктавных полосах частот (не должны превышать $\pm 0,5$ дБ);

$\Theta_{\text{КГП}}$ – границы погрешности градуировки комбинированного гидроакустического приемника, не должны превышать ± 2 дБ в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц;

$\Theta_{\text{ам}}$ – границы погрешности из-за наличия асимметрии максимумов (не должны превышать ± 2 дБ).

10.5.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считают положительными, если:

- значения относительной погрешности измерений напряжения (мощности) электрического тока при измерении градиента звукового давления в узкополосных полосах частот всех измерительных каналов находятся в границах $\pm 0,5$ дБ (исх. 1 мкВ).

- значения относительной погрешности измерений напряжения (мощности) электрического тока при измерении градиента звукового давления в третьоктавных полосах частот всех измерительных каналов находятся в границах $\pm 0,5$ дБ (исх. 1 мкВ).

- границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц при узкополосном анализе не превышают ± 3 дБ.

- границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения градиента звукового давления в диапазоне от 0,15 до 3 Па в точке расположения КГП при доверительной вероятности $P = 0,95$ в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц при третьоктавном анализе не превышают ± 3 дБ.

10.6 Определение границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения направления на источник шумоизлучения в диапазоне от 0 до 2π (при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ)

10.6.1 Определение границ неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения относительного угла поворота КЭ вокруг оси Z (вертикальная ось) трактом измерения направления.

10.6.1.1 Включить КЭ на блоке БПКИ-М зав. № 1.

10.6.1.2 Включить ПО Bewis Interface.

10.6.1.3 В левой части интерфейса программы установить параметры СОМ порта:

- СОМ – номер порта, к которому был подключен компас;

- BaudRate – установленная на компасе скорость передачи данных (115200 бит/с по умолчанию).

10.6.1.4 Принять новые установки, нажав «Open». Под полем «Address» должен отобразиться заданный датчику адрес (по умолчанию 00).

10.6.1.5 Убедиться, что поля «X», «Y» и «Z» отображают текущие значения, совершая вращение КЭ вокруг вертикальной и горизонтальных осей.

10.6.1.6 Установить угломер и КЭ на ровную горизонтальную поверхность.

10.6.1.7 Убедиться, что в радиусе 50 см от КЭ отсутствуют металлические предметы и другие материалы, способные вызвать искажение результатов измерений.

10.6.1.8 Зафиксировать направление оси максимальной чувствительности КЭ на плоскости, как первоначальное для всех исследуемых компасов.

10.6.1.9 Обнулить текущие показания КЭ. Для этого в верхнем меню выбирается опция «Set», в выпадающем меню «Zero» устанавливается «Relative zero», в строке «Magnetic Declination» выбирается значение в пределах от минус 99,9 до 99,9 такое, чтобы в поле «Z» основного окна значение угла было равно $0 \pm 0,9$.

10.6.1.10 Занести отображаемые в ПО значения направлений β_{i0} в таблицу 10.3.

10.6.1.11 Поворачивая КЭ вокруг оси Z на $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$ (угол поворота измеряется угломером), занести отображаемые в ПО значения направлений $\beta_{i90}, \beta_{i180}, \beta_{i270}, \beta_{i360}$ для соответствующих углов в таблицу 5.

10.6.1.12 Рассчитать относительные измеренные трактом углы поворота относительно 1-го направления, для угла $90^\circ, \alpha_{90}$, в градусах по формуле:

$$\alpha_{90} = \beta_{i90} - \beta_{i0} \quad (20)$$

10.6.1.13 Повторить расчет по п. 10.6.1.12 для углов $180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$ занести результаты расчётов в таблицу 10.3.

Таблица 10.3 – Результаты измерений

№ измерения	Отчеты по угломеру					Относительные углы, измеренные (установленные) угломером				Абсолютная погрешность			
	0°	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°
	Направления, измеренные компасом					Углы поворота относительно 1-го направления, измеренные трактом компаса							
	β_{i0}	β_{i90}	β_{i180}	β_{i270}	β_{i360}	α_{90}	α_{180}	α_{270}	α_{360}	$\Delta\alpha_{90}$	$\Delta\alpha_{180}$	$\Delta\alpha_{270}$	$\Delta\alpha_{360}$
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

10.6.1.14 Повторить пункты 10.6.1.10 - 10.6.1.13 до тех пор, пока не будет сделано десять поворотов на 360° с шагом $\alpha_i = 90^\circ$.

10.6.1.15 Повторить пункты 10.6.1.10 - 10.6.1.14 для остальных компасов комплекса.

10.6.2 Расчет границ неисключенной систематической инструментальной погрешности измерений относительного угла поворота КЭ.

10.6.2.1 Рассчитать и занести в таблицу 5 абсолютную неисключенную систематическую погрешность $\Delta\alpha_d$ для каждого одиночного измерения угла поворота α_i , в градусах, по формуле:

$$\Delta\alpha_d = |\alpha_d - \alpha_i|, \quad (21)$$

где α_i - значение измеренного относительного угла поворота при i -м измерении;

α_d - угол, установленный (измеренный) угломером, градус (90, 180, 270, 360).

10.6.2.2 Определить максимальную для всех одиночных измерений абсолютную неисключенную систематическую погрешность измерений угла поворота $\Delta\alpha_{max}$, в градусах по формуле:

$$\Delta\alpha_{max} = \max\{\Delta\alpha_d\}, \quad (22)$$

10.6.2.3 Рассчитать границы неисключенной систематической погрешности измерения угла поворота КЭ вокруг оси Z трактом измерения направления, Δ , в градусах, по формуле:

$$\Delta = \pm(|\Delta\alpha_{max}| + |\Delta_{ugl}|), \quad (23)$$

где $\Delta\alpha_{max}$ - максимальное для всех измерений отклонение измеренного значения угла поворота $\Delta\alpha_{max}$, в градусах;

Δ_{ugl} - границы неисключенной систематической погрешности измерения (установки) угла, определяемые шкалой угломера с отчетом по нониусу, 2' (0,03°) (в соответствии с МИ 2131-90 и ГОСТ 5378-88).

10.6.3 За значения границ неисключенной систематической инструментальной погрешности измерений относительного угла поворота КЭ Θ_k , в градусах, принимается максимальное значение из полученных по пп. 10.6.2.3

10.6.4 Расчет границ неисключенной систематической инструментальной погрешности измерения направления на источник шумоизлучения при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ.

10.6.4.1 Границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерений направления на источник шумоизлучения при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ ($\Theta_{0,95}$, в градусах) рассчитывать по формуле:

$$\Theta = \pm(|\Theta_k| + |\Theta_{sh}|), \quad (24)$$

где Θ_k - границы неисключенной систематической погрешности измерения угла поворота КЭ вокруг оси Z (вертикальная ось) трактом измерения направления;

Θ_{sh} - границы погрешности определения направления из-за наличия шумов в сигнале КГП, при соотношении сигнал/шум не менее 30 дБ, составляет не более $\pm 1,8^\circ$ ($\pm 0,031$ рад).

Примечание.

Соотношение сигнал/шум не менее 30 дБ относится к натурным условиям выполнения измерений направления на источник шумоизлучения с погрешностью не более $\pm 4^\circ$ и является заданным значением при определении Θ_{sh} .

10.6.5 Результаты поверки по пункту 10.6 считаются положительными, если рассчитанные границы неисключенной систематической инструментальной погрешности измерений направления на источник шумоизлучения в диапазоне от 0 до 2π , при отношении сигнал/шум на входе КГП не менее 30 дБ, не превышают $\pm 0,1$ радиан ($5,7^\circ$).

10.7 Определение границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения глубины погружения в диапазоне от 1 до 300 м

10.7.1 Разместить рядом с установкой УВИ-М манометр грузопоршневой МП-60 (далее - манометр).

10.7.2 Установить на манометр преобразователь ЗОНД-10-ГД из состава приемного модуля ПМ зав. №1, подключенного к блоку БПКИ-М зав. №1.

10.7.3 Соединить установку согласно схеме электрической МФРН.411711.001Э4.

Включить установку в режиме «Глубина» и выждать 5 минут.

10.7.4 Последовательно создать манометре не менее девяти величин входного воздействия из ряда: $P1=0,01$ МПа; $P2=0,5$ МПа; $P3=1$ МПа; $P4=1,5$ МПа; $P5=2$ МПа, $P6=2,5$ МПа, $P7=3$ МПа и обратно, что соответствует глубинам 1, 50, 100, 150, 200, 250, 300 м. Выполнить действия два раза.

Примечание – давление $P1$ обеспечить погружением ЗОНД-10-ГД на глубину 1 м, показания «Глубина» блока БПКИ-М свыше 200 м определять мультиметром.

10.7.5 При действиях по п. 10.7.4 записать показания Н индикатора «ГЛУБИНА, М» блока БПКИ-М зав. № 1 в таблицу 10.4. Вычислить модуль разности Δ , в метрах, показаний Н и соответственным задаваемым величинам глубины $P1\dots P7$ по п. 10.7.4. Результаты занести в таблицу 10.4.

Таблица 10.4 – Результаты измерений

Воздействие, м		1	50	100	150	200	250	300	250	200	150	100	50	1
1 БПКИ-М №1	Н, м													
	Δ, м													
2 БПКИ-М №1	Н, м													
	Δ, м													
3 БПКИ-М №2	Н, м													
	Δ, м													
4 БПКИ-М №2	Н, м													
	Δ, м													

10.7.6 Определить максимальное значение $\Delta_{\max 1}$.

10.7.7 Повторить пп. 10.7.2 - 10.7.5 для преобразователя ЗОНД-10-ГД из состава приемного модуля ПМ зав. №2, подключенного к блоку БПКИ-М зав. №2 и определить максимальное значение $\Delta_{\max 2}$.

10.7.8 Граница неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения глубины погружения определяется как максимальная из полученных по пп. 10.7.6, 10.7.7

$$\Theta = \pm \max \{ |\Delta_{\max 1}|, |\Delta_{\max 2}| \}, \quad (25)$$

10.7.9 Результаты поверки по пункту 10.7 считаются положительными, если границы неисключённой систематической инструментальной погрешности измерения глубины погружения в диапазоне от 1 до 300 м лежат в пределах ± 1 м.

10.8 Определение максимального измеряемого уровня звукового давления при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 20 мкПа)

10.8.1 Подключить выход генератора сигналов DS360 к входам мультиметра 3458А и измерительных каналов блока БПКИ-М №1 в соответствии с рисунком 1.

10.8.2 Определить коэффициент гармоник измерительных каналов 1-16 блока БПКИ-М №1 для максимального уровня входного напряжения равного 3,2 В, для этого выполнить следующие действия:

10.8.2.1 Установить генератор DS360 в режим генерирования гармонического сигнала, установив среднеквадратичное значение напряжения выходного сигнала равное 3,2 В и частоту 1000 Гц.

10.8.2.2 Запустить программу «Регистрация и анализ сигналов» (файл vsprec.exe) и установить частоту квантования 4096 Гц. Пункты меню: «Параметры» → «Параметры входных цепей» → «Частота квантования». Нажать кнопку «Уст.» и «Зап.», рисунок 18.

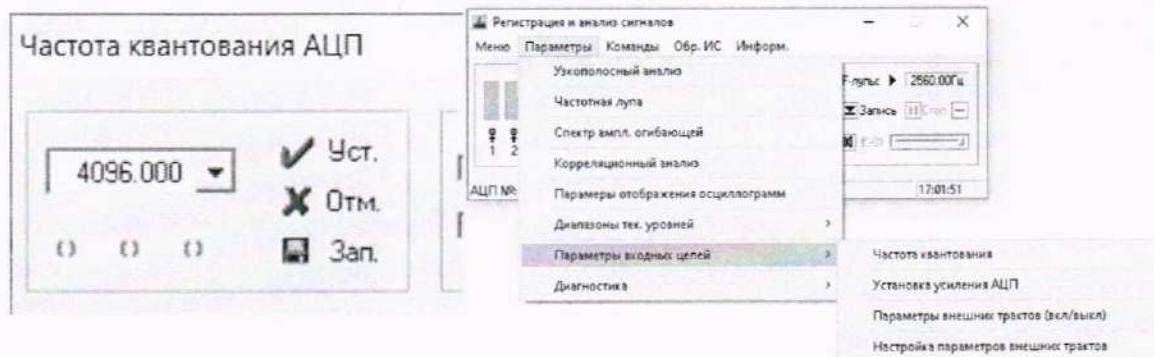


Рисунок 18

10.8.2.3 Запустить расчет и отображение узкополосных спектров для всех каналов (Пункты меню: «Команды» → «Запуск обработки и 2D отображения» → выбрать Спектр → выбрать все каналы → кнопка «Старт»), как показано на рисунке 19.

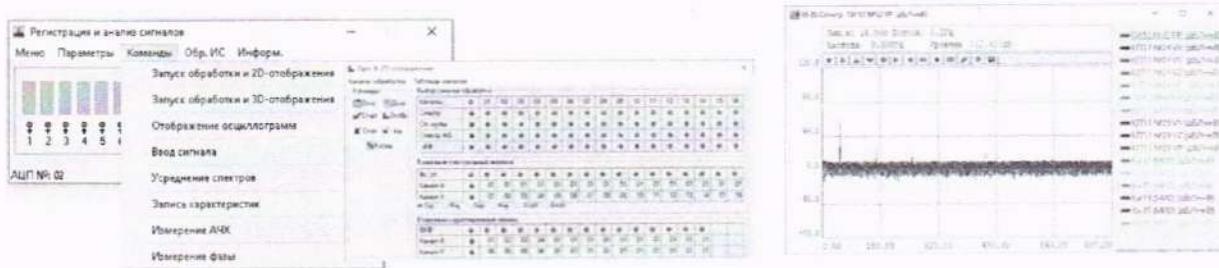


Рисунок 19

10.8.2.4 Измерить уровень узкополосного спектра $B(f_i)$, дБ (исх. 1 мкВ), и рассчитать среднеквадратичное значение напряжения на выходе измерительных каналов в узкополосных полосах частот для шести гармонических составляющих сигнала U_i , B , (на частотах f_i , где i принимает значения от 1 до 6) по формуле:

$$U_i = 10^{B(f_i)/20} \cdot U_0, \quad (26)$$

где U_0 – нулевой относительный уровень напряжения, $U_0 = 10^{-6} B$;

$B(f_i)$ – относительный уровень мощности (напряжения) в узкополосного спектра на частоте гармоники f_i , дБ (исх. 1 мкВ).

10.8.2.5 Занести полученные результаты измерения частот и уровней гармоник сигнала в таблицу 10.5.

Таблица 10.5

Канал	K_{Γ} %	f_0 Гц	U_0 мВ	f_1 Гц	U_1 мВ	f_2 Гц	U_2 мВ	f_3 Гц	U_3 мВ	f_4 Гц	U_4 мВ	f_5 Гц	U_5 мВ
1													
-													
8													
-													
16													

10.8.2.6 Рассчитать и занести в таблицу 10.5 коэффициент гармоник, K_{Γ} , %, по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^6 U_i^2}}{U_1} \cdot 100, \quad (27)$$

где U_1 – напряжение сигнала в узкой полосе на частоте генератора (основная гармоника), мВ;

U_i – напряжение шумов и помех в узкой полосе, на частоте i -й гармоники с максимальным уровнем, мВ.

Примечание – допускается использование функции автоматического измерения напряжения гармоник с максимальными уровнями и расчета коэффициента гармоник, для этого при запущенной программе расчета узкополосных спектров запустить программу «Измерение динамических характеристик АЦП» (Пункты меню: «Параметры» → «Диагностика» → «Измерение дин. характеристик АЦП» → кнопка «Старт»), как показано на рисунке 20. В этом случае в таблицу заносится только величина K_{Γ}



Рисунок 20

10.8.2.7 Установить среднеквадратичное значение напряжения выходного сигнала DS360 равное 3,2 В, и частоту 100 Гц.

10.8.2.8 Измерить коэффициент гармоник каналов 1-16, для этого выполнить действия по 10.8.2.2 – 10.8.2.6 для данных каналов и занести значения в таблицу 10.5.

10.8.3 Повторить пп. 10.8.1, 10.8.2 для блока БПКИ-М №2.

10.8.4 Выполнить проверку максимального измеряемого уровня звукового давления при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 % для гидрофона ГИ53, по данным формуляра МГФК.406231.084 ФО.

10.8.5 Рассчитать максимальное среднеквадратичное значение напряжения на выходе гидрофона U_{\max} , В, по формуле:

$$U_{\max} = 10^{(P_{\max \text{дБ}}/20) \cdot 20 \cdot 10^{-6}} \cdot M(f)_{\max}, \quad (28)$$

где $P_{\max \text{дБ}}$ – максимальный измеряемый уровень звукового давления при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 %, в соответствии с формуляром МГФК.406231.084 ФО, который должны быть не менее 130 дБ (исх. $20 \cdot 10^{-6}$ Па);

$M(f)_{\max}$ – максимальная чувствительность гидрофона, в соответствии с формуляром МГФК.406231.084 ФО, В/Па;

U_0 – нулевой относительный уровень напряжения $U_0 = 10^{-6}$ В.

10.8.6 Результаты поверки по пункту 10.8 считают положительными, если:

- значение коэффициента гармоник для всех измерительных каналов при среднеквадратичном значении входного напряжения 3,2 В и частоте 1000 Гц - не более 1 %.

- максимальный измеряемый уровень звукового давления ГИ53 при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 % (по данным формуляра МГФК.406231.084 ФО) - не менее 130 дБ (исх. $20 \cdot 10^{-6}$ Па).

- рассчитанное в п. 10.8.5 максимальное среднеквадратичное значение напряжения на выходе гидрофона ГИ53, U_{\max} для максимального измеряемого уровня звукового давления гидрофона ГИ53 (по данным формуляра МГФК.406231.084 ФО), не превышает 3,2 В.

10.9 Определение максимального измеряемого уровня выходного сигнала каналов КГП при коэффициенте нелинейных искажений не более 1% (относительно 1 мкВ) и погрешности измерения 0,1 дБ

10.9.1 Поверка проводится одновременно с п. 10.8.

10.9.2 Результаты поверки по пункту 10.9 считают положительными, если:

- значение коэффициента гармоник измерительных электрических каналов блоков БПКИ-М при среднеквадратичном значении входного напряжения 3,2 В и частоте 100 Гц составляет не более 1 %;

- максимальное выходное среднеквадратичное значение напряжения каналов КГП1М (рег.№ 90028-23), при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 % и погрешности измерения 0,1 дБ, составляет не менее 1 В (120 дБ относительно 1 мкВ), что не превышает максимальное среднеквадратичное значение напряжения для электрических каналов (3,2 В);

- значение коэффициента гармоник измерительных электрических каналов блоков БПКИ-М при среднеквадратичном значении входного напряжения 3,2 В и частоте 1000 Гц составляет не более 1 %;

- максимальное выходное среднеквадратичное значение напряжения каналов КГП10М (рег.№ 90027-23), при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 % и погрешности измерения 0,1 дБ, составляет не менее 1 В (120 дБ относительно 1 мкВ), что не превышает максимальное среднеквадратичное значение напряжения для электрических каналов (3,2 В).

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки установки, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца установки или лица, представившего его на поверку, на установку выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с установленным порядком.

Начальник НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Некрасов

Зам. начальника отдела 52
НИО-5 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Точилин