



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ОКТАВА-ЭЛЕКТРОНДИЗАЙН»
ООО «ПКФ Цифровые приборы»

**Преобразователи напряжения
измерительные цифровые
ЭКОФИЗИКА-500 с
программным обеспечением
Signal+BE500**

Руководство по эксплуатации
ПКДУ.411500.002 РЭ
Редакция 1.05



№ 81866-21

Москва
2022 г.

Сервисный центр приборостроительного объединения

«Октава-ЭлектронДизайн» находится по адресу:

г. Москва, ул. Годовикова, д.9,

service@octava.info

ООО «ПКФ Цифровые приборы» (производство и ремонт – номер в реестре уведомлений Росстандарта 120СИ0000030312), **ООО «Октава»** (поставка оборудования).

Адрес для переписки: 129281, Москва, ул. Енисейская, д. 24, 150

Тел. / факс: +7 (495) 225-55-01

e-mail: info@octava.info

www.octava.info

ОГЛАВЛЕНИЕ

Указание мер безопасности	4
1. Назначение	5
2. Технические характеристики	5
2.1. Общие характеристики	5
2.2. Характеристики прибора в качестве цифрового преобразователя	7
2.3. Метрологические характеристики при измерении уровней напряжения	8
2.4. Обозначение программного обеспечения (ПО):	9
2.5. Питание прибора.	10
2.6. Габаритные размеры и масса:	10
2.7. Дополнительные принадлежности (определяются при заказе):	10
2.8. Рабочие условия эксплуатации	10
2.9. Требования к транспортировке и хранению	10
3. Перечень программных модулей	11
4. Использование ПО	11
4.1. Установка программного обеспечения	11
4.2. Организация экспериментов	11
4.3. Подключение измерительного блока Экофизика-500 к компьютеру	11
5. Программный модуль Signal+BE500	13
6. Измерение АЧХ программным модулем Signal+BE500	25
6.1. Подготовка эксперимента	25
6.2. Анализ АЧХ	26
7. Представление результатов измерений 1/n-октавных спектров в реальном времени	35
8. Работа с записью	36
8.1. Запись в прибор	36
8.2. Чтение данных из прибора	39
8.3. Работа с файлами записей измерений	39

Указание мер безопасности

Избегайте падений и ударов прибора о твердые поверхности. Наиболее уязвимы при этом микрофонный капсюль, место соединения между корпусом прибора, предусилителем, первичным преобразователем или кабелем.

За защитной решеткой микрофона находится тончайшая (около 5 мкм, в 10 раз тоньше волоса) мембрана, разрыв или трещина в которой делает капсюль негодным. Разрыв мембраны может быть вызван даже касанием ее рукой; поэтому отворачивать защитную крышку микрофона при эксплуатации запрещено. Следует также иметь в виду, что предметы, проникающие через щели защитной крышки, также могут разрушить или загрязнить мембрану. К аналогичным последствиям может привести образование на мембране льда или попадание на капсюль струи жидкости или сжатого газа, поэтому подобные ситуации должны быть исключены.

Сборку прибора (измерительный блок – предусилитель – микрофон или измерительный блок – акселерометр или иной первичный преобразователь) следует проводить при выключенном приборе. Сначала на предусилитель наворачивается капсюль микрофона, затем капсюль с предусилителем подключаются к прибору. После сборки всего комплекта можно включить питание.

При необходимости сменить микрофон или предусилитель необходимо выключить прибор и подождать не менее 20 секунд, прежде чем приступить к разборке прибора. Если этого не сделать, на микрофоне и в цепях предусилителя может остаться заряд поляризующего напряжения (200В), который при последующей сборке может повредить предусилитель. Наворачивание или отворачивание (смена) микрофона (или его электрического эквивалента) при включенном питании прибора или в течение 20 сек после его выключения категорически воспрещены. Запрещается также производить включение прибора, если к нему подключен предусилитель, на который не накручен микрофонный капсюль или электрический эквивалент микрофона.

Прикосновение к центральному контакту входного разъема предусилителя руками или токопроводящими (например, металлическими) предметами не допускается.

Во избежание повреждения предусилителя разрядом статического электричества рекомендуется хранить его с накрученным микрофоном (или его эквивалентом).

Не допускайте резких перегибов и изломов кабеля вибропреобразователя. Чаще всего кабель повреждается около разъемов. Храните кабель аккуратно смотанным в кольцо.

Соблюдайте условия эксплуатации, транспортировки и хранения прибора, указанные в технических характеристиках.

1. Назначение

Прибор ЭКОФИЗИКА-500 предназначен для измерения напряжения, частоты и спектральных характеристик сигналов с выхода преобразователей акустических, вибрационных и электрических величин

Программное обеспечение **Signal+BE500** предназначено для работы с цифровыми сигналами и данными, которые передаются в цифровом коде на интерфейсные порты измерительного блока ЭКОФИЗИКА-500. Программное обеспечение позволяет осуществлять настройку измерительного блока, обработку и визуализацию данных по различным каналам.

Программное обеспечение Signal+BE500 построено по модульному принципу. Каждый программный модуль предназначен для создания рабочего места для специализированного измерительного эксперимента, например, измерения амплитудно-частотной характеристики акустического устройства, определения передаточной функции помещения или конструкции и т.д.

Программа рассчитана на работу в операционной системе **Windows 7/8/10**. Программа поставляется на CD-диске или через средства сети интернет.

2. Технические характеристики

2.1. Общие характеристики

2.1.1. Конфигурации измерительного блока

Измерительный блок имеет прямоугольный металлический корпус с двумя торцевыми панелями, на которых расположены разъемы аналоговых каналов, цифровых интерфейсов и питания.

Аналоговые каналы размещаются на панели 1, которая имеет секционную структуру.

Таблица 1. Конфигурация торцевой панели 1:

ИБ	Макс. кол-во секций	MIC	IEPE	DIR	DIFF
Экофизика-500	8	0-8 (1)	0-8 (0,5)	0-8 (0,5)	0-8 (1)

MIC – микрофонный модуль

IEPE – модуль IEPE (ICP) датчиков

DIR – прямой вход по напряжению

DIFF – модуль дифференциального входа по напряжению



Пример панели 1 ИБ Экофизика-500

Разъемы цифровых интерфейсов размещаются на панели 2.



Пример панели 2 ИБ Экофизика-500

Таблица 2 Конфигурация панели 2

ИБ	12VDC	LAN	DIN	USB	DOUT	SI/SO	GSYNC
Экофизика-500	1	1	2	Type B	0	0-2	1

12VDC – разъем внешнего питания

LAN – разъем интерфейса Ethernet

DIN – разъем цифрового входа DIN

USB – разъем USB

DOUT – разъем цифрового выхода DOUT

SI/SO – гальванически развязанная пара логических входа / выхода

GSYNC – порт синхронизации

2.1.2. Входные модули

Микрофонный модуль (MIC)

- Входной разъем: Lemo-7 pin (Switchcraft 5 pin TB-5M – по заказу).
- Питание первичных преобразователей: +/-18В (биполярное), ток до 10 мА.
- Напряжение поляризации микрофона: 0 В, 200В.
- Частотный диапазон: 0,5 – 109000 Гц.
- Диапазон входных напряжений: +/- 15 Впик.
- Усиление: переключаемый коэффициент усиления, 4 ступени.
- Вспомогательный разъем: BNC. При подсоединенном к основному входному разъему микрофонном предусилителе выводит выходной сигнал предусилителя; при неподключенном основном входном разъеме обеспечивает прямой вход по напряжению (+/-15 Впик)

Модуль прямого входа по напряжению (DIR)

- Разъем: BNC.
- Частотный диапазон: 0 –20500 Гц.
- Диапазон входных напряжений: +/- 10 В (пик).
- Усиление: переключаемый коэффициент усиления.

Модуль дифференциального входа по напряжению (DIFF)

- Разъем: 2xBNC.
- Частотный диапазон: 0 –20500 Гц.
- Диапазон входных напряжений: +/- 10 В (пик).
- Усиление: переключаемый коэффициент усиления.

Модуль входа преобразователей со встроенной электроникой IEPЕ /ICP

- Разъем BNC.
- Питание: 4,5 мА .
- Входное напряжение: ±4,4 Впик.
- Частотный диапазон: 0,2-20000 Гц.

2.1.3. Цифровые порты:

- USB2.0 Type B
- LAN (Ethernet-PoE) – для подключения к ПК через локальную сеть
- DIN-MASTER – 2 шт. – для подключения внешних цифровых устройств (генератор сигналов, цифровые микрофоны и другие дополнительные измерительные устройства)
- SYNC – порт глобальной синхронизации измерительных модулей (поддерживается синхронизация с системами глобальной навигации / GPS) (ИБ Экофизика-500-X, -500-X-FE)
- SI/SO– 2xBNC – две гальванически развязанные пары логических входов/выходов для приема и выдачи дискретных сигналов постоянного напряжения; за логическую единицу принимается уровень напряжения 3,3 В

2.1.4. Память: энергонезависимая ≥ 16 Гбайт.

2.2. Характеристики прибора в качестве цифрового преобразователя

Цифровые сигналы, представляющие из себя оцифрованные временные реализации уровней напряжения со входов прибора, передаются через порты USB и LAN (Ethernet) в пакетном режиме (телеметрия сигнала). Пакет телеметрии имеет заголовок, поле длины пакета, поле данных, поле контрольной суммы.

Каждый пакет телеметрии сигнала содержит: а) набор последовательных оцифрованных значений уровней напряжения с одной и той же частотой дискретизации, б) тип пакета, частоту дискретизации, указание на передаваемые входные каналы.

Цифровые сигналы могут подвергаться фильтрации с помощью фильтра высоких частот второго порядка (ФВЧ). Применение ФВЧ и установка его частоты среза осуществляется из ПК с помощью программного обеспечения (драйвера).

Формирование пакетов телеметрии сигнала осуществляется в отдельных буферах прибора, по мере заполнения которых пакеты передаются в цифровой порт. Для каждой запрошенной частоты дискретизации используется отдельный буфер, где накапливаются данные со всех входных каналов, для которых установлена эта частота дискретизации. Выбор частоты дискретизации для конкретного входного аналогового канала также осуществляется с помощью программного обеспечения (драйвера), установленного на внешнем компьютере.

При настройке цифрового потока следует иметь в виду следующие системные ограничения, которые отслеживаются системой:

а) аналоговый входной канал может быть включен в телеметрию конкретной частоты дискретизации только один раз; поэтому невозможно включать телеметрии сигналы одного и того же входного канала с одинаковой частотой дискретизацией и разными настройками ФВЧ;

б) максимальное количество комбинаций «входной канал / ФВЧ / частота дискретизации» (далее «поток» или «канал измерений») равно 10.

Наряду с пакетами телеметрии сигналов, измерительный модуль два раза в секунду выдает пакет, содержащий описание прибора и каждого канала измерения. В этом пакете содержится: VIN прибора, перечень поддерживаемых прибором частот дискретизации, а затем для каждого канала измерений - выбранная частота дискретизации, параметры ФВЧ (вкл/выкл, частота среза), калибровочная поправка, опорный уровень для пересчета в децибелы, номинальная чувствительность, единица измерения и выбранный датчик.

Частоты дискретизации для входных аналоговых каналов:

Модуль Mic		Модуль IEPE		Модуль DIR		Модуль DIFF	
USB	LAN	USB	LAN	USB	LAN	USB	LAN
15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц	15.625 Гц
31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц	31.25 Гц
62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц	62.5 Гц
125 Гц	125 Гц	125 Гц	125 Гц	125 Гц	125 Гц	125 Гц	125 Гц
250 Гц	250 Гц	250 Гц	250 Гц	250 Гц	250 Гц	250 Гц	250 Гц
500 Гц	500 Гц	500 Гц	500 Гц	500 Гц	500 Гц	500 Гц	500 Гц
1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц
2 кГц	2 кГц	2 кГц	2 кГц	2 кГц	2 кГц	2 кГц	2 кГц
4 кГц	4 кГц	4 кГц	4 кГц	4 кГц	4 кГц	4 кГц	4 кГц
8 кГц	8 кГц	8 кГц	8 кГц	8 кГц	8 кГц	8 кГц	8 кГц
16 кГц	16 кГц	16 кГц	16 кГц	16 кГц	16 кГц	16 кГц	16 кГц
32 кГц	32 кГц	32 кГц	32 кГц	32 кГц	32 кГц	32 кГц	32 кГц
64 кГц	64 кГц	64 кГц	64 кГц	64 кГц	64 кГц	64 кГц	64 кГц
128 кГц	128 кГц	128 кГц	128 кГц				
	256 кГц		256 кГц				

Рекомендуемые частоты среза ФВЧ:

от $\frac{F_s}{30000}$ до $\frac{F_s}{500}$, где F_s – частота дискретизации.

Разрядность

24 бита (для аналоговых каналов).

16, 24, 32 бита (для цифровых входов DIN в зависимости от типа подключенного устройства).

2.3. Метрологические характеристики при измерении уровней напряжения

2.3.1. Полосы пропускания, соответствующие полосам октавных, 1/3-, 1/6-, 1/12- и 1/24-октавных фильтров по ГОСТ Р 8.714, МЭК 61260-1 с номинальными среднегеометрическими частотами:

Полосы пропускания	Модуль Мiс	Модуль IEPЕ	Модуль DIR	Модуль DIFF
октавы	1,0 Гц...63.1 кГц	0,5 Гц...63.1 кГц*	1,0 Гц...15.8 кГц	1,0 Гц...15.8 кГц
1/3-октавы	0,794 Гц...100 кГц	0,315 Гц...40* кГц	0,794 Гц...25.1 кГц	0,794 Гц...25.1 кГц
1/6-октавы	0,75 Гц...106 кГц	0,299 Гц...47,3* кГц	0,75 Гц...26.6 кГц	0,75 Гц...26.6 кГц
1/12-октавы	18,3 Гц...109 кГц	18,3 Гц...51,6* кГц	18,3 Гц...27.4 кГц	18,3 Гц...27.4 кГц
1/24-октавы	18 Гц...26.2 кГц	18 Гц...26.2 кГц	18 Гц...26.2 кГц	18 Гц...26.2 кГц

*По спецзаказу поставляется версия с модулем IEPЕ, имеющим номинальные полосы пропускания равные номинальным полосам пропускания для модуля Мiс.

2.3.2. Пределы погрешности измерения напряжения

Входной модуль	Диапазон/ коэффициент усиления	Частотный диапазон	Погрешность измерений
Микрофонный модуль (MIC)	Д1	0.2 Гц...16 Гц, 20 кГц...73 кГц	не более 3.5 %
	Д3	0.65 Гц...16 Гц, 20 кГц...65 кГц	
	Д2, Д4	0.65 Гц...16 Гц, 20 кГц...103 кГц	
	Д1...Д4	16 Гц ... 20000 Гц	не более 1%
Модуль входа преобразователей со встроенной электроникой IEPЕ /ICP	-	0.2 Гц...20000 Гц	не более 3.5 %
Модуль прямого входа по напряжению (DIR) и модуль дифференциального входа по напряжению (DIFF)	0.25...176	0.2 Гц...16 Гц, 8 кГц...17 кГц	не более 3.5 %
		16 Гц...8000 Гц	не более 1.5 %

2.3.3. Максимальный измеряемый уровень входного напряжения (дБ отн. 1 мкВ)

Входной модуль	Диапазон/ коэффициент усиления	L _{max} , дБ [отн. 1 мкВ]
Микрофонный модуль (MIC)	Д1	137
	Д2	141
	Д3	127
	Д4	113
Модуль входа преобразователей со встроенной электроникой IEPЕ /ICP	-	129
Модуль прямого входа по напряжению (DIR) и модуль дифференциального входа по напряжению (DIFF)	0.25	141
	0.3438...1.375	141+20lg(0.25/k)
	2	122
	2.75	120
	4	116
	5.5	113
	8	110
	11	108
	16	104
	22	100
	32	98
	44	96
	64	92
	88	90
128	86	
176	84	

2.3.4. Диапазон линейности:

Входной модуль	Диапазон линейности, дБ
Микрофонный модуль (MIC)	129
Модуль входа преобразователей со встроенной электроникой IEPЕ /ICP	111
Модуль прямого входа по напряжению (DIR)	155
Модуль дифференциального входа по напряжению (DIFF)	156

2.3.5. Погрешность линейности относительно опорного уровня 1 В (120 дБ отн. 1 мкВ): не более 0,4 дБ во всем диапазоне линейности; не более 0,2 дБ для уровня напряжения ниже -5 дБ от максимального предела и выше +5дБ от минимального предела диапазона линейности

2.3.6. Неравномерность АЧХ прибора (относительно значения на частоте 1000 Гц) по входу MIC в диапазоне частот 0,5 Гц ... 34 кГц при частоте дискретизации 128 кГц: $\pm 0,3$ дБ

Неравномерность АЧХ прибора (относительно значения на частоте 1000 Гц) по входам MIC, DIR, DIFF, IEPЕ в диапазоне частот 0,5 Гц ... 17 кГц при частоте дискретизации 64 кГц: $\pm 0,3$ дБ

2.3.7. Частота

2.3.7.1. Диапазон измерения частоты f : 1 Гц ... $0,49F_s$, где F_s – частота дискретизации

2.3.7.2. Пределы погрешности измерения частоты f :

Частотный диапазон	Погрешность измерений
1 Гц...10 Гц	$\pm(3,5 \cdot 10^{-2}f + 0,012 \text{ Гц})$
10 Гц... $0,49 \cdot F_s$	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2}f + 0,012 \text{ Гц})$

2.3.8. Уровень собственных шумов

		Уровни собственных шумов (дБ отн. 1 мкВ) в зависимости от частоты дискретизации и коэффициента усиления*															
		Частоты дискретизации															
Тип канала	Диапазон/ Кусил	15.6 Гц	31.3 Гц	62.5 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	16 кГц	32 кГц	64 кГц	128 кГц	256 кГц	
		MIC	D1	15,0	17,0	18,0	19,0	20,0	20,0	21,0	22,0	23,0	25,0	27,0	30,0	33,0	37,0
D2	20,0		21,0	22,0	23,0	24,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	30,0	32,0	35,0	38,0	43,0	
D3	10,0		10,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0	14,0	14,0	15,0	17,0	20,0	23,0	27,0	32,0	
D4	8,0		8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	6,0	4,0	5,0	3,0	2,0	4,0	7,0	10,0	15,0	
IEPE	-	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	13,0	17,0	21,0	
DIR	0,125	14,0	17,0	20,0	23,0	27,0	30,0	32,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	55,0	61,0	
	1	-4,0	-1,0	3,0	6,0	8,0	12,0	15,0	17,0	21,0	26,0	27,0	30,0	33,0	37,0	43,0	
	176	-24,0	-21,0	-18,0	-15,0	-12,0	-9,0	-6,0	-3,0	0,0	3,0	6,0	9,0	13,0	16,0	20,0	
DIFF	0,125	15,0	19,0	22,0	25,0	28,0	31,0	34,0	38,0	41,0	43,0	46,0	50,0	53,0	57,0	62,0	
	1	-2,0	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0	28,0	31,0	35,0	39,0	45,0	
	176	-25,0	-21,0	-18,0	-15,0	-12,0	-9,0	-6,0	-3,0	0,0	3,0	6,0	9,0	13,0	17,0	22,0	

* Собственные шумы определяются в полосе частот, ограниченной снизу частотой среза ФВЧ=1Гц, а сверху – верхней границей соответствующего диапазона измерений по п.1.3.2

2.4. Обозначение программного обеспечения (ПО):

2.4.1. Наименование встроенного ПО: E500fw

2.4.2. Наименование драйвера: Signal+BE500

2.4.3. Версия ПО:

Таблица 1

Наименование ПО	Версия ПО
E500fw	1.02.01 и выше
Signal+BE500	3.01.01 и выше

2.5. Питание прибора.

- От внешнего источника 11-14 В DC
- Через интерфейс PoE (24 В, 48 В)

2.6. Габаритные размеры и масса:

2.6.1. Габаритные размеры (ИБ): 150 мм x 56 мм x 175 мм

2.6.2. Масса прибора в собранном виде (не более): 0,95 кг.

2.7. Дополнительные принадлежности (определяются при заказе):

- Сумка наплечная.
- Предусилитель микрофонный*.
- Микрофонный капсюль*.
- Кабель микрофонный удлинительный EXCXXXXR (XXX – длина в м).
- Вибропреобразователь
- Электрический эквивалент IERE датчика ЭКВ-110.
- Электрический эквивалент микрофонного капсюля (18 пФ) ЭКМ-101.
- Акустический калибратор АК-1000 или аналогичный класса 1 по ГОСТ Р МЭК 60942.
- Виброкалибратор КВ-160 или аналогичный.

*) Прибор может комплектоваться следующими предусилителями и микрофонными капсюлями вибропреобразователями:

- Предусилители P200, P200-ВУ микрофонные капсюли ВМК-205, МК-265, МК221, МК-233, М-201, ВМК-201, МР201, ZT-333
- Предусилитель P110, P410, микрофонный капсюль МР201, ZT-333,
- Предусилитель P700, микрофонный капсюль ZT-343
- Предусилитель микрофонный низкочастотный P501, P550
- Усилитель малошумящий P301, P302
- Вибропреобразователь AP2082M, AP2038P, AP2037, AP2098, ДН-4-Э, ДН-3-Э, AV01, AP2099, AP2006, 1V151HC, 1V154HC, 1V101HB, 1V102HB, 1V103TB, 1V104HA, 1V401HS

2.8. Рабочие условия эксплуатации

2.8.1. Диапазон рабочих температур окружающей среды: от минус 10 °С до плюс 50 °С.

2.8.2. Относительная влажность: до 90 % при плюс 40 °С (без конденсата).

2.8.3. Атмосферное давление: от 85 кПа до 108 кПа (637-810 мм рт.ст.).

2.9. Требования к транспортировке и хранению

2.9.1. Прибор в транспортной таре должен удовлетворять требованиям настоящего ТУ после воздействия:

- Температуры: от минус 25 °С до плюс 55 °С.
- Относительной влажности: 95 % при 25 °С.
- Атмосферное давление: 537-800 мм рт. ст.

3. Перечень программных модулей

Наименование модуля	Описание приложения
Signal+BE500	Измерение амплитудно-частотных характеристик акустических систем

4. Использование ПО

4.1. Установка программного обеспечения

Для работы с данными измерительного блока ЭКОФИЗИКА-500 на персональном компьютере достаточно просто переписать в папку эксперимента исполняемые и служебные файлы соответствующего программного модуля (например, **Signal+BE500.exe** и **TeleDescFile.bin**). Установка различных дополнительных драйверов может потребоваться только в том случае, если блок ЭКОФИЗИКА-500 подключен по USB, либо вместе с блоком используются специализированные устройства, например, внешний генератор, адаптер телеметрии цифровых преобразователей и т.п.

Лицензионные ограничения: программные модули можно устанавливать на неограниченное число компьютеров. Каждый программный модуль может работать только с теми блоками ЭКОФИЗИКА-500, которые зарегистрированы в нем при поставке.

4.2. Организация экспериментов

После первого запуска программного модуля создается файл инициализации (расширение .ini), в котором хранится информация о настройках модуля. Файл инициализации сохраняется в ту же папку, в которой находился исполняемый файл. В эту же папку сохраняются результаты эксперимента.

Для удобства работы мы рекомендуем для разных экспериментов, предполагающих сильно различающиеся параметры настройки программы, создавать отдельные папки и сохранять в них копии исполняемого файла нужного программного модуля.

Имя	Тип	Размер	Дата
[.]		<Папка>	06.06.2018 14:27
01	exp	9 485 132	06.06.2018 14:27
Eco500MeasureAFC	exe	4 034 048	01.06.2018 16:35
Eco500MeasureAFC	ini	3 630	06.06.2018 15:46
TeleDescFile	bin	699 216	06.04.2018 14:09

4.3. Подключение измерительного блока Экофизика-500 к компьютеру

Измерительный блок Экофизика-500 может подключаться к компьютеру двумя способами: напрямую через порт USB либо через локальную компьютерную сеть (Ethernet).

Подключение через порт USB

Подключение ИБ Экофизика-500 по USB – самое простое. Для этого достаточно просто соединить USB порт ИБ с USB-портом компьютера. Понятно, что это возможно только в том



Сетевой адаптер
(подключается к порту LAN)

Кабель к USB порту ПК

случае, если при измерениях блок Экофизика-500 располагается в пределах нескольких метров от ПК.

Внимание: при подключении по USB электропитание блока ЭКОФИЗИКА-500 должно осуществляться либо от какого-то внешнего источника напряжения 12В, либо через порт LAN с помощью сетевого адаптера PoE Ethernet

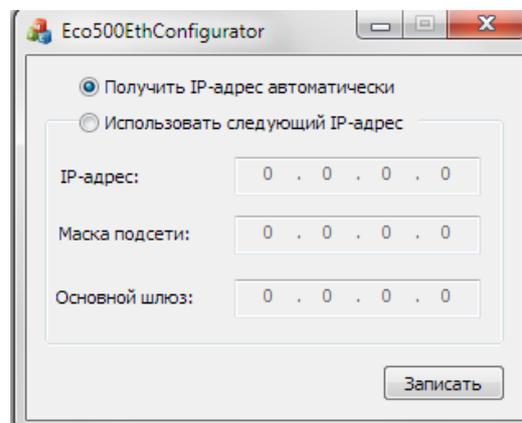
Подключение по USB используется также для того, чтобы настроить измерительный блок Экофизика-500 для работы в локальной сети (см. следующий пункт)

Подключение по локальной сети Ethernet

Для работы измерительного блока Экофизика-500 в локальной компьютерной сети необходимо предварительно сконфигурировать его в соответствии с правилами работы сети.

Для этого необходимо подключить ИБ к компьютеру по USB (см. выше) и запустить утилиту-конфигуратор **Eco500EthConfigurator**.

В появившемся окне необходимо ввести настройки, которые должен предоставить администратор сети.



После этого для подключения прибора в компьютерную сеть используется сетевой адаптер PoE-Ethernet.

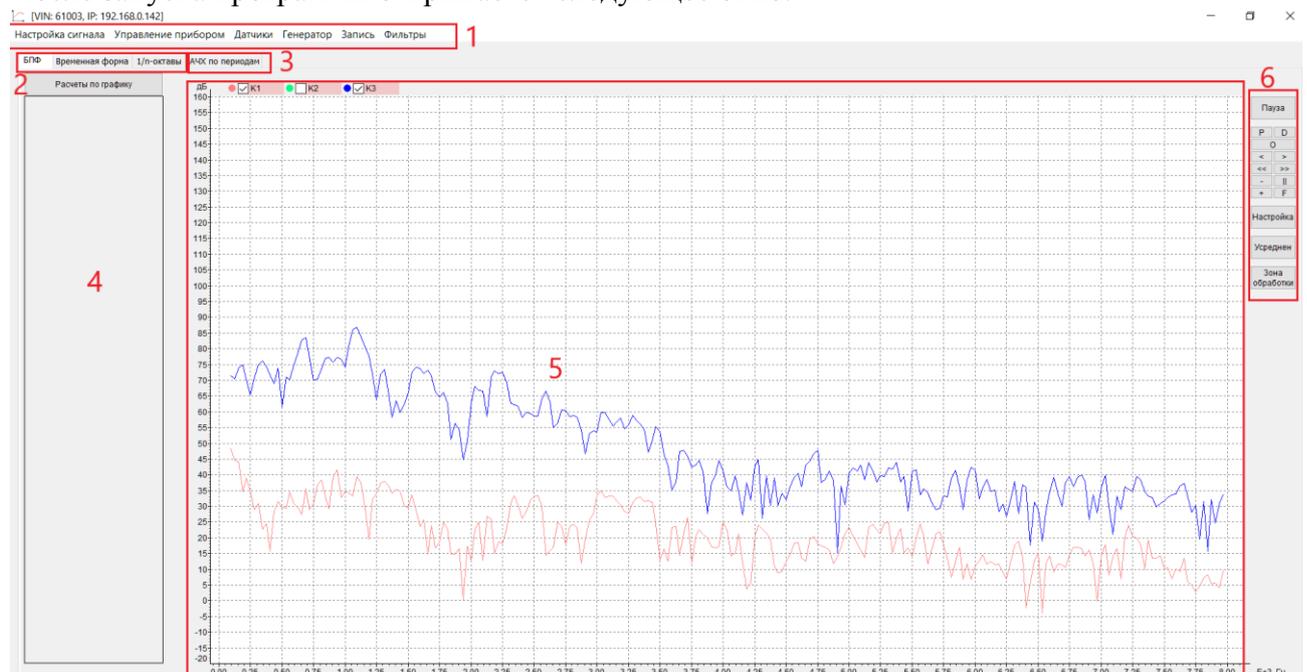


После подключения ИБ Экофизика-500 в компьютерную сеть, он становится доступен для любого компьютера в этой сети, на котором установлен соответствующий программный модуль пакета Signal+BE500.

5. Программный модуль Signal+BE500

Внешний вид и основные элементы рабочего окна программы

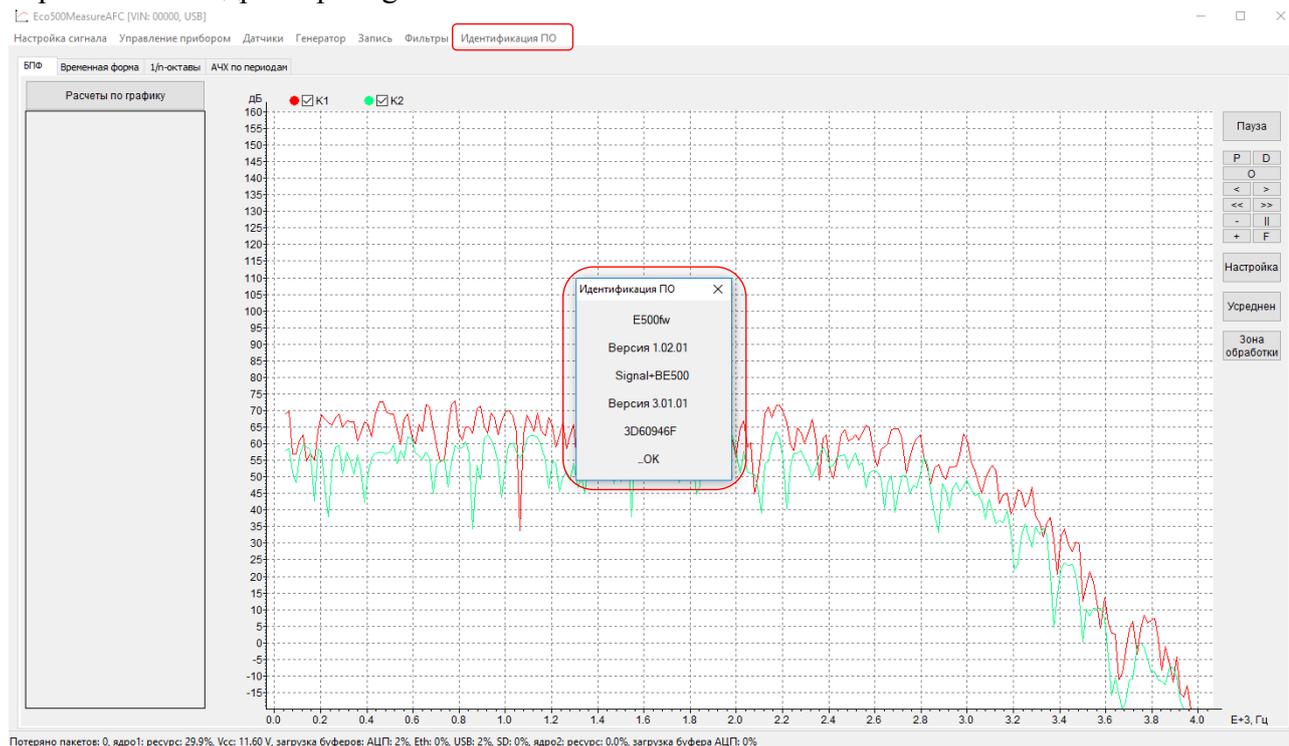
После запуска программы открывается следующее окно:



На рисунке выделены и обозначены цифрами следующие элементы рабочего окна:

- 1 → Главное меню, с помощью которого настраивают прибор и обработку сигнала
- 2 → Универсальные закладки полей визуализации данных телеметрии (спектр-БПФ, временная форма, диаграмма 1/n-октавных уровней)
- 3 → Закладки полей специализированных экспериментов (измерительных задач)
- 4 → Область результатов расчетов по графику
- 5 → Область графических данных
- 6 → Область управления графическими данными

Идентификация программного обеспечения отображается в пункте «Идентификация ПО» верхнего меню драйвера Signal+BE500.



Ниже дано описание основных элементов рабочего окна.

Меню «Настройка сигнала»

Это меню позволяет настроить до десяти независимых профилей цифровых сигналов, которые затем и будут обрабатываться программой.

The screenshot shows the «Настройки сигнала» dialog box. It contains a table with the following columns: «Канал прибора», «Частота дискретизации», «Частота среза ФВЧ, Гц», «Цвет», and «Имя». Below the table are three radio button options: «телем.», «запись», and «телем.+запись». At the bottom, there are buttons for «Сохранить настройки автом. записи», «Да», and «Отмена».

Канал прибора	Частота дискретизации	Частота среза ФВЧ, Гц	Цвет	Имя	телем.	запись	телем.+запись
K1	16 кГц		Red		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
K2	16 кГц		Green		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
K3	16 кГц		Blue		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Purple		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Dark Red		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Dark Green		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Cyan		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Black		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Orange		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
нет			Magenta		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Каждая строка таблицы «Настройки сигнала» представляет собой отдельный профиль, или виртуальный измерительный канал.

Каждому профилю соотносится конкретный физический канал измерительного блока (поле **Канал прибора**), частота дискретизации, фильтр высоких частот (ФВЧ), цвет графика,

условное наименование (имя), способ передачи данных: телем. (телеметрия), запись (запись в энергонезависимую память), телем.+запись (телеметрия и запись одновременно).

Один и тот же физический канал может быть сопоставлен разным профилям, но частоты дискретизации при этом должны быть выбраны различными.

Доступный набор частот дискретизации зависит от типа выбранного канала измерительного блока.

Для каждого канала можно выбрать следующие опции передачи цифровых сигналов:

- **телем.** сигнал передается только в канал телеметрии для выдачи на внешние устройства (компьютер и пр.)
- **запись** сигнал передается только в канал записи в память измерительного блока ЭКОФИЗИКА-500
- **телем.+запись** сигнал передается как в канал телеметрии, так и в канал записи в память прибора.

Клавиша «**Сохр.настройки автом. записи**» сохраняет в конфигурацию автоматической записи параметры настройки каналов (см. более подробно Главу 8). Если в приборе настроена функция автоматической записи в память, то сразу после включения он автоматически задействует эту конфигурацию.

Меню «Управление прибором»

Это меню позволяет регулировать параметры настройки физических каналов измерительного блока

Управление прибором

K1, K2

K1,K2 диапазон: Д3

K1,K2 поляризация: вкл

K3, K4

K5, K6

K5 к.усил.: 176

K6 к.усил.: 176

K5,K6 упр.смещением: выкл

K5 смещение: выкл

K6 смещение: выкл

K7, K8

K7 к.усил.: 176

K8 к.усил.: 176

DIN1

Выкл

DIN2

Выкл

Сохранить настрой. автом. записи

Параметры настройки зависят от типа каналов.

Например, для микрофонных каналов (MIC - на примере слева – каналы K1 и K2) можно изменять коэффициент усиления (переключать диапазон шкалы), включать и отключать напряжение поляризации микрофона.

Для IERE входов регулировки не предусмотрены.

Для прямых входов по напряжению (DIR – на примере слева – каналы K5 и K6) можно регулировать коэффициент усиления (**к.усил.** от 0,125 до 176), а также смещение постоянной составляющей напряжения (не регулируется, если выбрана опция **«упр.смещением:выкл.»**)

Для дифференциальных входов (DIFF) меню предлагает выбрать коэффициент усиления (от 0,125 до 176).

Для цифровых входов DIN1 и DIN2 пользователь выбирает тип подключенного к ним внешнего устройства.

Клавиша **«Сохранить настройки автоматической записи»** сохраняет в конфигурацию автоматической записи параметры настройки каналов (см. более подробно Главу 8). Если в приборе настроена функция автоматической записи в память, то сразу после включения он автоматически задействует эту конфигурацию

Меню «Датчики»

В этом меню открывается таблица калибровочных данных измерительных каналов:

Задайте датчики для каждого канала

	Датчик	Ном.чувств.	Оп.уровень	Корр.,дБ	Ед.измер.
K1	MP201-1 6/н001	0.00050001	2e-05	0.00	Pa
K2	не задан	1	1e-06	0.00	
K3	не задан	0.050001	2e-05	2.30	Pa
K4	не задан	0.050001	2e-05	0.00	Pa
K5	не задан	1	1e-06	0.00	
K6	не задан	1	1e-06	0.00	
K7	не задан	1	1e-06	0.00	
K8	не задан	1	1e-06	0.00	

База данных датчиков

Принять Отмена

Если в поле «Датчик» выбрано значение из базы данных, то номинальная чувствительность, опорный уровень, калибровочная поправка и наименование единицы измерений загружаются из базы данных (хранится в памяти измерительного блока) и не могут быть отредактированы вручную непосредственно в таблице.

Внимание: если вы выбрали для какого-то канала датчик из базы данных, а потом отредактировали его калибровочные параметры в самой базе данных, то сделанные изменения не будут автоматически перенесены в таблицу настроек эксперимента. Чтобы обновить эти параметры в таблице, выберите повторно этот датчик в соответствующем поле нужного канала.

Если в поле «Датчик» измерительного канала выбрано «не задан», то соответствующие поля калибровочных данных можно отредактировать вручную.

В поле «Ном.чувств.» следует ввести значение номинальной чувствительности в «В/ед.величины» (например, в В/Па).

В поле «Оп.уровень» вводят значение величины, соответствующее 0 дБ (опорный уровень), например, 2e-05 Па (соответствует 20 мкПа).

В поле «Корр.,дБ» следует указать калибровочную поправку, соответствующую отклонению фактической чувствительности от номинальной в дБ, взятому с обратным знаком: $\Delta = 20 \lg \left(\frac{S_{\text{ном}}}{S_{\text{факт}}} \right)$.

Поле «Ед.измер.» - информационное (необязательно к заполнению), содержит сокращенное обозначение единицы измерения.

Для того, чтобы сделанные изменения были запомнены системой, нажмите клавишу «Принять».

База данных датчиков

Картотека датчиков хранится в памяти измерительного блока и используется для удобства вызова калибровочных настроек соответствующего преобразователя.

Доступ к картотеке обеспечивается клавишей «База данных датчиков».

Id	Имя датчика	Сер.но...	Един.изм.	Ном.чувств.	Оп.ур.	К1,дБ	К2,дБ	К3,дБ	К4,дБ	К5,дБ	К6,...	К7,дБ	К...	Дата изм.
1	test	test serN	EU	1.1	1.2		0.00			0.00				28/03/2018
2	MP201-1	6/н001	Pa	0.00050001	2e-05	0.00	0.00	0.00	0.00					09/06/2018

Чтобы завести в картотеку новый датчик, можно либо щелкнуть правой кнопкой мыши по свободному полю таблицы и выбрать «Создать», либо щелкнуть правой кнопкой мыши по строке похожего датчика и выбрать опцию «Создать копию»

В появившемся окне необходимо ввести параметры: имя датчика, серийный номер, номинальную чувствительность в В/ед., опорный уровень (значение величины, соответствующее 0 дБ) и обозначение единицы измерения, а затем нажать «Да».

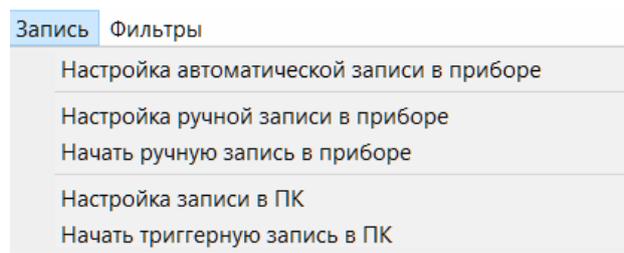
Для того, чтобы параметры датчика был доступны в таблице настроек для какого-то канала, необходимо в картотеке указать калибровочные поправки в дБ для этого канала. Для этого щелкните по нужному полю в картотеке и введите значение поправки в появившемся окне

В последнем столбце картотеки показаны даты последнего изменения калибровочных настроек каждого датчика.

Меню «Генератор»

Это меню используется для управления внешним генератором. В зависимости от типа генератора можно выбрать тип, частоту и уровень выходного сигнала генератора.

Меню «Запись»



Это меню позволяет перейти к настройкам автоматической записи в память, ручной записи в память и записи в память компьютера.

Кроме того, в процессе записи в этом меню появляется опция «**Прервать запись**».

Автоматическая запись в память предназначена для проведения измерений в отсутствии оператора. Если в приборе включена автоматическая запись (для этого в меню настройки автоматической записи надо отметить опции «сигнал» и (или) «результаты обработки»), то при включении автоматически инициируется цикл автоматической записи в память.

Цикл записи в память включает в себя три шага: готовность к запуску («взведение курка»), запуск, завершение запуска.

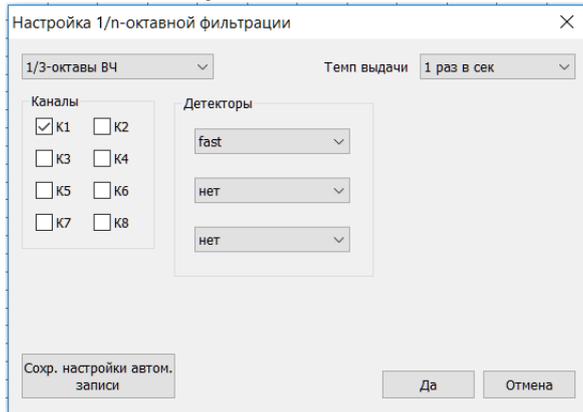
Ручная запись в память инициируется оператором командой с компьютера («**Начать ручную запись в прибор**»).

Запись в прибор (как автоматическая, так и ручная) возможна только для тех каналов, для которых в меню «**Настройка сигнала**» отмечены опции «запись» или «телем.+запись».

Запись данных телеметрии в компьютер осуществляется командой «**Начать триггерную запись в ПК**». Запись в компьютер возможна только для тех каналов, для которых в меню «**Настройка сигнала**» отмечены опции «телем.» или «телем.+запись».

Более подробно принципы настройки записи данных в прибор или компьютер рассмотрены в Главе 8.

Меню «Фильтры»



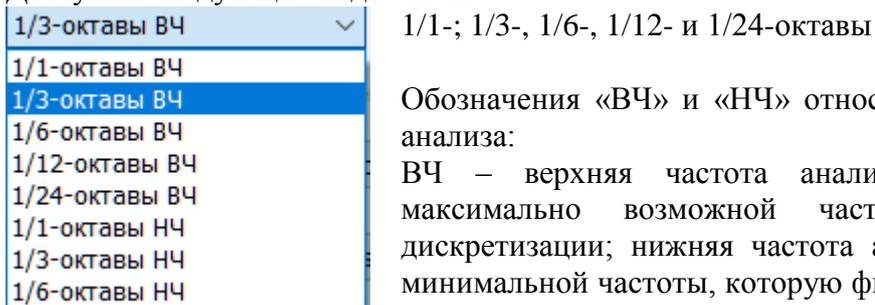
Это меню позволяет настроить параметры 1/n-октавного анализа, выполняемого самим прибором Экофизика-500 параллельно с выдачей цифровых сигналов в каналы телеметрии:

- Выбрать тип фильтрации
- Установить темп выдачи 1/n-октавных уровней в каналы телеметрии и записи в память
- Настроить параметры усреднения
- Выбрать каналы, для которых будет выполняться 1/n-октавный анализ

Для всех выбранных каналов Экофизика-500 будет выполняться 1/n-октавный анализ с одинаковыми параметрами настройки.

При выполнении 1/n-октавного анализа используется максимально-возможная частота дискретизации для каждого канала независимо от того, что выбрано меню «**Настройка сигнала**».

Доступны следующие виды анализа:



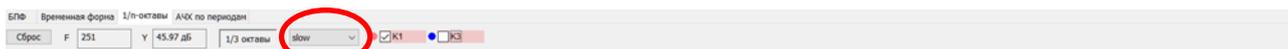
1/1-; 1/3-, 1/6-, 1/12- и 1/24-октавы

Обозначения «ВЧ» и «НЧ» относятся к частотному диапазону анализа:

ВЧ – верхняя частота анализа примерно соответствует максимально возможной частоте для данной частоте дискретизации; нижняя частота анализа при этом чуть выше минимальной частоты, которую физически обеспечивает прибор по входу

НЧ – нижняя частота анализа примерно соответствует минимально возможной частоте по входу; при этом верхняя частота анализа может быть существенно меньше максимально возможной частоты.

Пользователь может выбрать от одного до трех детекторов усреднения (набор детекторов усреднения зависит от выбранного типа анализа – ВЧ или НЧ). Спектры для всех выбранных детекторов рассчитываются одновременно, но на экран компьютера выводятся те, которые соответствуют типу детектора, отмеченному над графиком (см. ниже). При записи в память прибора сохраняются данные, полученные для всех детекторов, выбранных в меню.

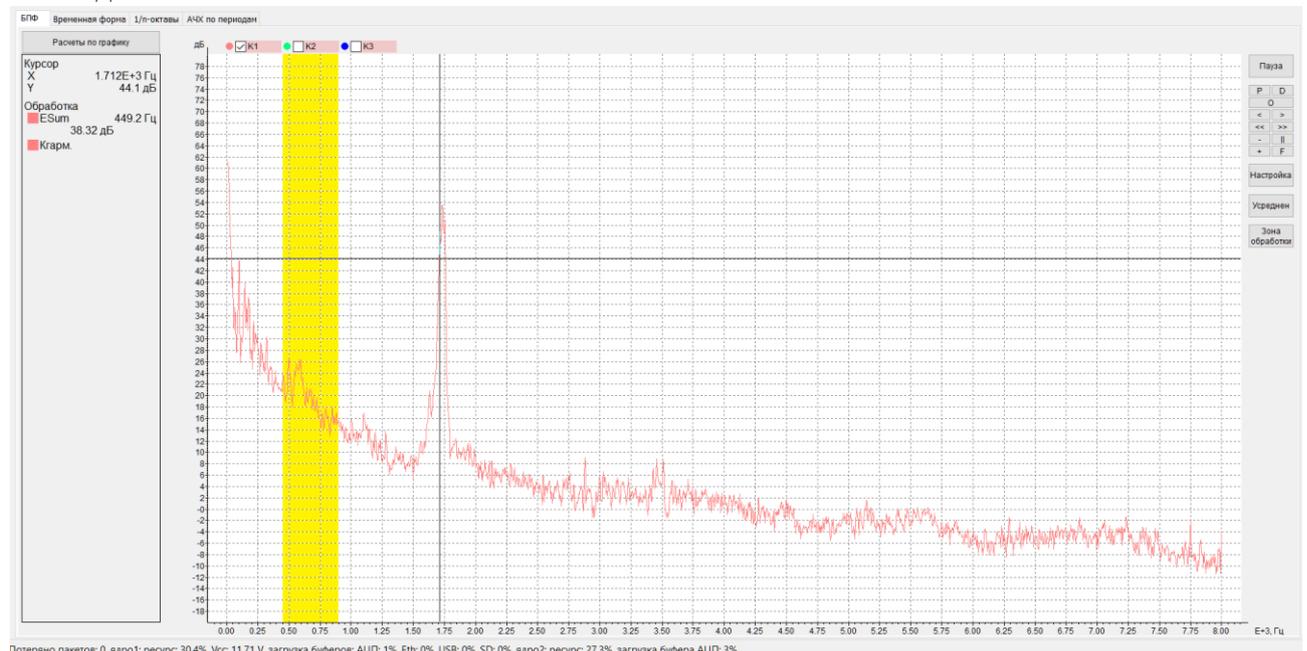


Клавиша «**Сохранить настройки автоматической записи**» сохраняет в конфигурацию автоматической записи параметры обработки сигналов.

Универсальные закладки «БПФ», «Временная форма»

Закладки полей «БПФ», «Временная форма» предоставляют средства экспресс-анализа сигналов.

Закладки поля «БПФ»



В поле «БПФ» можно изучить БПФ-спектры сигналов.

<input checked="" type="checkbox"/>	32000 Гц
<input type="checkbox"/>	128000 Гц
<input type="checkbox"/>	0.032 сек (1024)
<input type="checkbox"/>	0.064 сек (2048)
<input type="checkbox"/>	0.128 сек (4096)
<input checked="" type="checkbox"/>	0.256 сек (8192)

На графике показаны спектры тех профилей, частота дискретизация которых совпадает со значением, которое выбрано в меню клавиши

Настройка

(справа от графика).

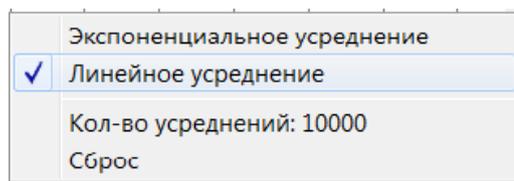
В этом же меню можно выбрать длину окна БПФ (в секундах или в количестве точек). Чем больше количество точек, тем лучше разрешение по частоте (тем уже ширина спектральной линии), но тем больше времени необходимо для накопления данных для расчета спектра.

Клавиша «Усреднение» позволяет настроить тип и параметры усреднения спектров:

<input checked="" type="checkbox"/>	Экспоненциальное усреднение	<input type="button" value="Усреднен"/>
<input type="checkbox"/>	Линейное усреднение	<input type="button" value="Зона обработки"/>
<input type="checkbox"/>	Постоянная времени нарастания	
<input type="checkbox"/>	0 sec	
<input type="checkbox"/>	1/32 sec	
<input type="checkbox"/>	1/16 sec	
<input type="checkbox"/>	1/8 sec	
<input type="checkbox"/>	1/4 sec	
<input type="checkbox"/>	1/2 sec	
<input checked="" type="checkbox"/>	1 sec	
<input type="checkbox"/>	Постоянная времени спада	
<input type="checkbox"/>	0 sec	
<input type="checkbox"/>	1/32 sec	
<input type="checkbox"/>	1/16 sec	
<input type="checkbox"/>	1/8 sec	
<input type="checkbox"/>	1/4 sec	
<input type="checkbox"/>	1/2 sec	
<input checked="" type="checkbox"/>	1 sec	

Доступные типы усреднения: экспоненциальное (временная коррекция с заданными константами нарастания и спада; константа «1 sec» соответствует стандартной временной коррекции шумомера S (медленно), а константа «1/8 sec» - временной коррекции F (быстро); и линейное (по количеству «мгновенных» спектров).

Если выбрана опция «Линейное усреднение», то появляется окно ввода количества усредняемых спектров:



Функция «**Сброс**» осуществляет обнуление текущего процесса усреднения и автоматический запуск нового усреднения, а также индикаторов «**Over**» и «**Under**» для всех каналов.

Клавиша «**Пауза**» приостанавливает и повторно запускает обновление графиков спектра.

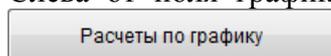
Кнопки управления графиками

Кнопка

Описание

	Копирует графическое изображение в отдельный файл формата JPEG или BMP.
	Сохраняет данные, представленные на графике, в текстовый файл.
	Удаляет с графика курсоры.
	Включает режим увеличения; область между основным и дополнительным курсорами растянется до размеров всего графического поля.
	Перемещают зону увеличенного изображения в пределах диапазона графических данных.
	Перемещают зону увеличенного изображения в пределах диапазона графических данных с увеличенным шагом.
	Изменяют масштаб увеличения зоны изображения.
	Отмена режима увеличения.

Слева от поля графика расположена область расчетных данных. Щелкните по клавише



и выберите, какие параметры показывать в этом окне:

Расчеты по графику		Параметры для отображения	
Курсор		<input checked="" type="checkbox"/>	Положение курсора по оси X
X	7.70E+3 Гц	<input checked="" type="checkbox"/>	Положение курсора по оси Y
Y	26.2 дБ	<input checked="" type="checkbox"/>	Смещение от курсора по оси X
Смещение		<input checked="" type="checkbox"/>	Смещение от курсора по оси Y
X	-2.60E+3 Гц	<input checked="" type="checkbox"/>	Количество отсчетов
Y	22.5 дБ	<input checked="" type="checkbox"/>	Энергетическая сумма
Обработка		<input checked="" type="checkbox"/>	Максимум
Отсчетов	137	<input checked="" type="checkbox"/>	Второй максимум
ESum	1070.3 Гц	<input checked="" type="checkbox"/>	Третий максимум
	35.34 дБ		
Max	1976.6 Гц		
	21.18 дБ		
Max2	1031.3 Гц		
	21.17 дБ		
Max3	1867.2 Гц		
	20.88 дБ		

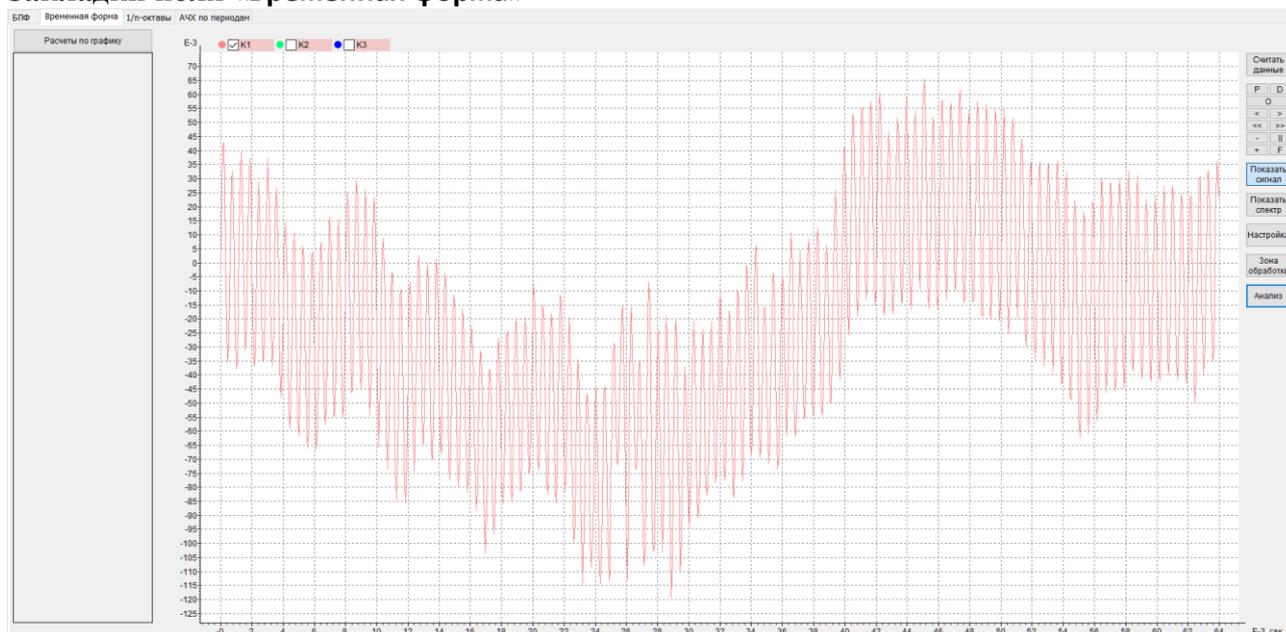
Основной курсор обозначается на графике в виде крестика. Его положения изменяются щелчком левой кнопки мыши по графическому полю.

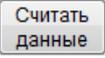
Дополнительный курсор обозначается на графике в виде кружочка. Его положение изменяется щелчком правой кнопки мыши.

Клавиша «**Зона обработки**» позволяет ограничить расчеты только той областью спектра, которая на момент задания была расположена между основным и дополнительным курсорами. Зона обработки выделяется на графике желтой вертикальной полосой. Если зона обработки не назначена, расчеты проводятся по всей спектральной области, отображенной на экране.

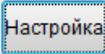
При использовании функции измерения частоты дискретной составляющей («определение частоты») и коэффициента гармоник во вкладке «**БПФ**» следует учесть, что эти виды анализа проводятся при выбранной зоне обработки из ряда: 1/6-, 1/12-, 1/24 и 1/48-октава.

Закладки поля «**Временная форма**»



В поле «**Временная форма**» можно изучить формы временной реализации сигналов. Данные в этом окне не обновляются автоматически. Чтобы их обновить, необходимо нажать кнопку .

<input checked="" type="checkbox"/>	32000 Гц 128000 Гц
<input checked="" type="checkbox"/>	Время в секундах относительно начала записи Время в минутах относительно начала записи Время в часах относительно начала записи Календарное время
<input type="checkbox"/>	Окно 0.032 сек (1024 точек)
<input type="checkbox"/>	Окно 0.064 сек (2048 точек)
<input type="checkbox"/>	Окно 0.128 сек (4096 точек)
<input type="checkbox"/>	Окно 0.256 сек (8192 точек)
<input type="checkbox"/>	Окно 0.512 сек (16384 точек)
<input type="checkbox"/>	Окно 1.02 сек (32768 точек)
<input checked="" type="checkbox"/>	Окно 2.05 сек (65536 точек)

На графике показаны данные тех профилей, частота дискретизации которых совпадает со значением, которое выбрано в меню клавиши  (справа от графика).

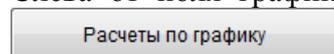
В этом же меню можно выбрать длину окна (в секундах или в количестве точек).

Кнопки «**Показать спектр**» и «**Показать сигнал**» переключают между режимами отображения данных в спектральном виде и в виде временной реализации сигнала.

Кнопки управления графиками

Кнопка	Описание
	Копирует графическое изображение в отдельный файл формата JPEG или BMP.
	Сохраняет данные, представленные на графике, в текстовый файл.
	Удаляет с графика курсоры.
	Включает режим увеличения; область между основным и дополнительным курсорами растянется до размеров всего графического поля.
	Перемещают зону увеличенного изображения в пределах диапазона графических данных.
	Перемещают зону увеличенного изображения в пределах диапазона графических данных с увеличенным шагом.
	Изменяют масштаб увеличения зоны изображения.
	Отмена режима увеличения.

Слева от поля графика расположена область расчетных данных. Щелкните по клавише



и выберите, какие параметры показывать в этом окне:

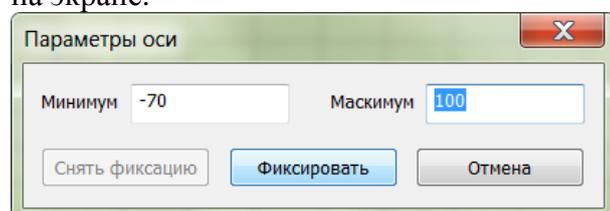
Расчеты по графику		
Курсор		<input checked="" type="checkbox"/> Положение курсора по оси X
X	0.00 сек	<input checked="" type="checkbox"/> Положение курсора по оси Y
Y	0.0E-3	<input checked="" type="checkbox"/> Смещение от курсора по оси X
Смещение		<input checked="" type="checkbox"/> Смещение от курсора по оси Y
X	0.00 сек	<input checked="" type="checkbox"/> Количество отсчетов
Y	0.0E-3	<input checked="" type="checkbox"/> Среднее значение
Обработка		<input checked="" type="checkbox"/> СКЗ
Отсчетов	65536	<input checked="" type="checkbox"/> Peak-to-peak
Mean	7.88E-3	<input checked="" type="checkbox"/> Peak+
RMS	58.0E-3	<input checked="" type="checkbox"/> Peak-
Pk-Pk	762E-3 Pa	
Pk+	484E-3 Pa	
Pk-	-279E-3 Pa	

Для просмотра всех выбранных параметров в окне под клавишей «Расчеты по графику» необходимо воспользоваться прокруткой с помощью скролла мыши, наведя указатель на это окно.

Основной курсор обозначается на графике в виде крестика. Его положения изменяются щелчком левой кнопки мыши по графическому полю.

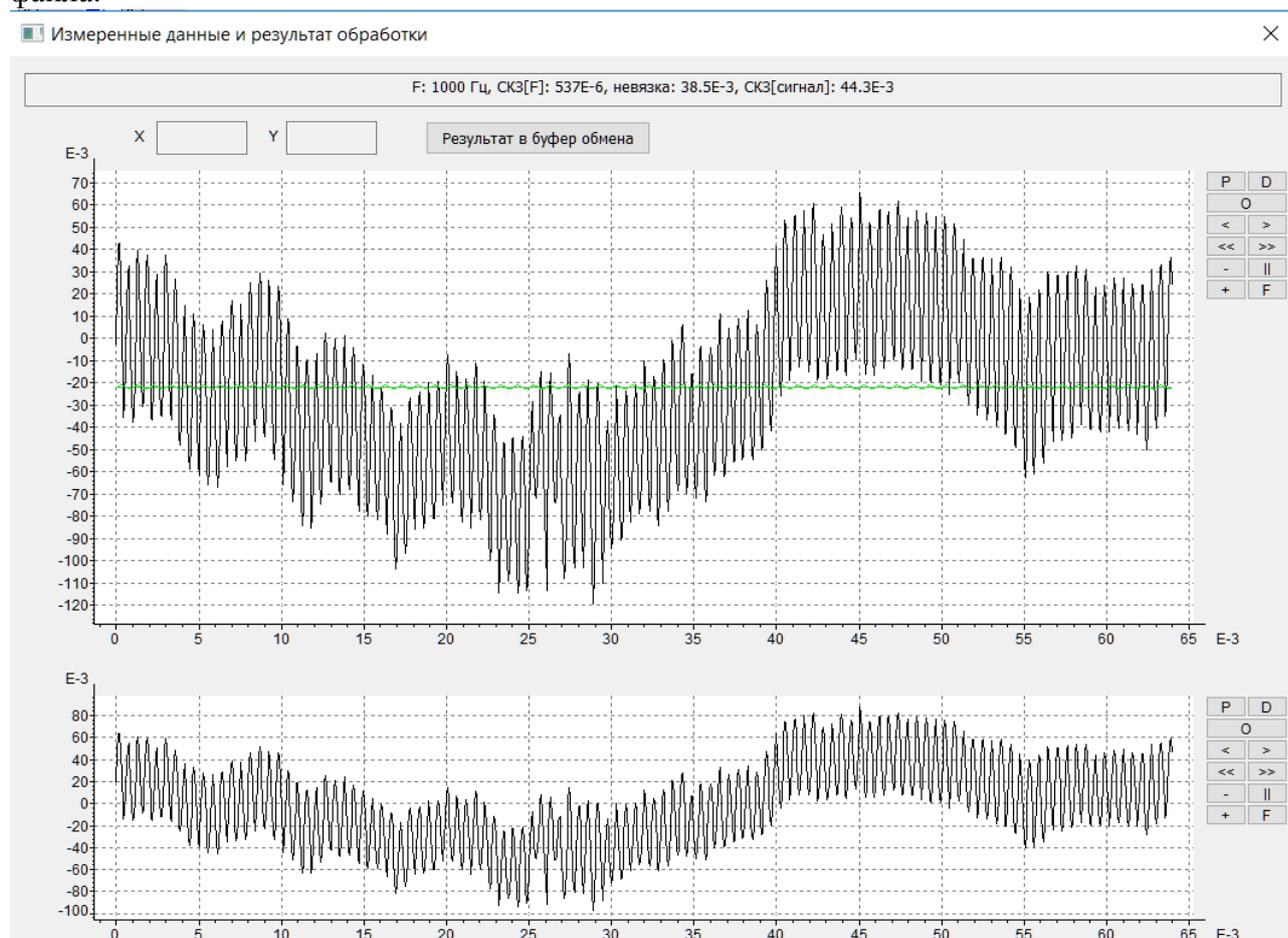
Дополнительный курсор обозначается на графике в виде кружочка. Его положение изменяется щелчком правой кнопки мыши.

Клавиша «**Зона обработки**» позволяет ограничить расчеты только той областью временной формы, которая на момент задания была расположена между основным и дополнительным курсорами. Зона обработки выделяется на графике желтой вертикальной полосой. Если зона обработки не назначена, расчеты проводятся по всей спектральной области, отображенной на экране.



Двойной щелчок левой кнопкой мыши по верхнему или нижнему пределу оси ординат переводит в режим редактирования масштаба шкалы оси ординат

Клавиша «Анализ» позволяет выполнить экспресс анализ АЧХ, аналогичный тому, который описан в п.6, но с использованием текущей временной формы, а не заранее сохраненного файла:



6. Измерение АЧХ программным модулем Signal+BE500

6.1. Подготовка эксперимента

Создание папки эксперимента

Программа *Signal+BE500* сохраняет текущую конфигурацию настроек и результаты экспериментов (измерений) в ту папку, в которой лежит исполняемый файл *Signal+BE500.exe*. Поэтому мы рекомендуем для каждого вида измерений или серии экспериментов создавать отдельную папку и переносить в неё исполняемый файл.

Краткое пояснение типов файлов, ассоциированных с программой *Signal+BE500*:

Signal+BE500.exe	Исполняемый файл программного модуля	Переносится в папку эксперимента пользователем вручную
TeleDescFile.bin	Служебный файл	
Eco500MeasureAFC.ini	Файл последней конфигурации настроек программного модуля	Автоматически создается программным модулем или копируется пользователем
*.exp	Файлы с результатами экспериментов	Создаются программным модулем по команде пользователя

Настройка каналов и измерительных профилей

С помощью меню «Датчики» убедитесь, что для каждого активного канала выбраны правильные калибровочные параметры (см. предыдущий раздел).

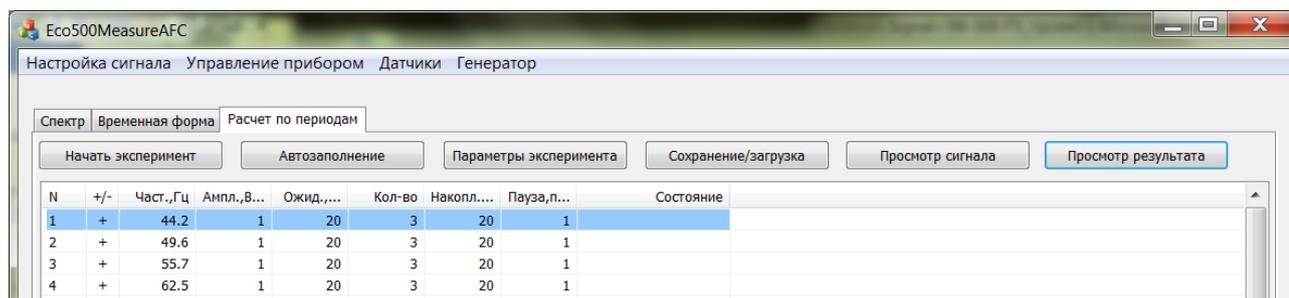
С помощью меню «Настройка сигнала» проверьте и при необходимости измените частоты дискретизации и среза ФВЧ для измерительных профилей.

Проверьте в меню «Управление прибором» коэффициенты усиления, а также (для соответствующих каналов) параметры управления смещения постоянной составляющей.

С помощью закладок «Спектр» и «Временная форма» вы можете выполнить экспресс-анализ сигналов различных измерительных профилей (см. предыдущий раздел)

6.2. Анализ АЧХ

Для измерения амплитудно-частотной характеристики войдите в поле закладки «Расчет по периодам» (или «АЧХ по периодам»)



На экране появится таблица эксперимента, которая соответствует последнему сеансу работы с программой, и дополнительные клавиши управления. На первом сеансе работы таблица отсутствует, и для её создания необходимо воспользоваться функцией «Автозаполнение».

Клавиша управления	Описание функции
Начать эксперимент	Запуск эксперимента
Автозаполнение	Настройка параметров автоматического создания таблицы эксперимента
Параметры эксперимента	Настройка параметров и модели эксперимента (выбор каналов, настройка аппроксимирующей модели и пр.)
Сохранение/загрузка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сохранение таблицы эксперимента в файл (формат .csv) 2. Вызов таблицы эксперимента из сохраненного ранее файла 3. Сохранение всех результатов эксперимента
Просмотр сигнала	Просмотр временных форм сигнала, аппроксимированных первых гармоник и дрейфа для каждого шага эксперимента (доступно только после успешного завершения измерения для соответствующей частоты)
Просмотр результата	Представление измеренной амплитудно-частотной характеристики в табличном и графическом видах

Измерение амплитудно-частотной характеристики во временной области методом расчета по периодам

Программный модуль осуществляет следующую процедуру измерения амплитудно-частотной характеристики

Шаг 1. Сбор данных - накопление временных реализаций сигналов по основному и контрольному каналу, а также каналу измерения фона для каждой частоты испытания (частоты и уровни генератора указаны в таблице эксперимента).

Шаг 2. Расчет аппроксимирующих моделей сигналов для основного и контрольного каналов - для каждой частоты испытания рассчитываются приближенные временные формы сигналов, которые определяются соотношением:

$$\tilde{s}(t) = \sum_{n=1}^M [a_n \sin(2\pi nft) + b_n \cos(2\pi nft)] + P_k(t),$$

где f – частота сигнала, P_k – полином степени k , M – количество гармоник. Если в параметрах эксперимента выбрана опция определения частоты «**по номиналу**», то значение f принимается равным значению частоты номинальной частоты генератора из таблицы эксперимента. Возможно также определение частоты по сигналу контрольного канала. Коэффициенты для аппроксимирующих форм сигналов основного и контрольного канала вычисляются из условия минимизации невязки

$$\varepsilon = \|\tilde{s} - S\|, \quad \text{где } \|y(t)\| = \sqrt{\sum_i y(t_i)^2} \text{ (суммирование по выборке сигнала } y).$$

Если в параметрах настройки эксперимента выбрана опция измерения частоты по сигналу контрольного канала, то тогда сначала по описанной выше процедуре рассчитывается аппроксимирующая модель сигнала в контрольном канале, и по ней определяется амплитуда и частота первой гармоники. А затем полученное значение частоты используют в аппроксимирующей модели основного канала и находят амплитуды первой и последующей гармоник сигнала по основному каналу.

Полиномиальная функция позволяет аппроксимировать низкочастотный дрейф сигнала. Порядок полиномиального дрейфа в настройках эксперимента может быть от нуля до пяти. Если временная выборка сигнала захватывает только один период, то следует выбирать нулевой или первый порядок полинома. Если временная выборка содержит более 4-5 периодов интересующего сигнала, то разумно выбрать полином вплоть до пятого порядка.

Параметры эксперимента

Основной канал измерения	Выбор канала, который будет использоваться для измерения амплитудно-частотной характеристики
Контрольный канал	Выбор дополнительного канала, который можно использовать для более точного определения частоты сигнала генератора
Канал измерения фона	Выбор канала, который будет интерпретироваться в качестве контрольной точки остаточного шума
Определение частоты	Выбор способа определения частоты основной гармоники
<ul style="list-style-type: none"> • по номиналу 	Частота принимается равной значению частоты генератора по таблице эксперимента
<ul style="list-style-type: none"> • по сигналу за N итераций 	Частота основной гармоники рассчитывается по аппроксимирующей временной форме сигнала в этом же канале. N – количество итераций расчета аппроксимирующей формы (по умолчанию 10); минимально достаточное количество итераций подбирается так, чтобы дальнейшее увеличение N не приводило к уменьшению невязки.
<ul style="list-style-type: none"> • по контр.каналу 	Частота основной гармоники будет рассчитана в соответствии с настройками контрольного канала (по номиналу или аппроксимирующей временной форме сигнала в контрольном канале)
Количество гармоник	Максимальное количество гармоник, использующихся в аппроксимирующей модели
Степень полинома дрейфа	Степень полиномиального члена аппроксимирующей функции сигнала
Накапливать не более N точек	Максимально допустимое количество точек накопления временной выборки. Для эффективной работы программы выборка сигнала должна охватывать от одного до нескольких десятков периодов основной гармоники. Например, выборка, охватывающая сто периодов сигнала частоты 1кГц, должна иметь продолжительность не менее 0,1 с, что соответствует 3200 точкам выборки для частоты дискретизации 32кГц.

Таблица эксперимента

N	+/-	Част., Гц	Ампл., Вскз	Ожид., пер.	Кол-во	Накопл., пер.	Пауза, пер.	Состояние
1	+	44.2	1	20	3	20	1	
2	+	49.6	1	20	3	20	1	
3	+	55.7	1	20	3	20	1	
4	+	62.5	1	20	3	20	1	
5	+	70.2	1	20	3	20	1	
6	+	78.7	1	20	3	20	1	
7	+	88.4	1	20	3	20	1	

Каждая строка таблицы соответствует процедуре определения одной точки амплитудно-частотной характеристики

N	Номер точки (строки) АЧХ
+/-	Проводить / не проводить накопление данных для этой строки
Част., Гц	Номинальная частота генератора в герцах
Ожид., пер.	Количество полных периодов ожидания перед первым накоплением выборки
Ожид., сек	Дополнительное время ожидания в секундах (добавляется к ожиданию в полных периодах)
Кол-во	Количество измерений АЧХ для этой частоты, итоговым результатом будут усредненные по всем измерениям значения амплитуды и частоты.
Накопл., пер	Время накопления выборки, в периодах номинальной частоты
Пауза., пер	Пауза между отдельными измерениями АЧХ для этой частоты, в периодах номинальной частоты
Состояние	

Таблица эксперимента формируется автоматически в соответствии с параметрами настройки формы «**Автоматическое заполнение**». Пользователь имеет возможность непосредственно в таблице вручную отредактировать параметры для отдельно взятой строки.

Автоматическое заполнение

Частота

Начало диапазона, Гц

Конец диапазона, Гц

сортировка по убыванию

дробность

1/1 1/3 1/6

1/12 1/24 1/48

основание

2 10 10^{0.3}

единица измерения

мГц Гц кГц

знаков после запятой

1 2 3

Генератор

Амплитуда, Вскз

Эксперимент

Ожидание перед первым накоплением

периодов + сек

Количество циклов накопления

Время накопления, периодов

Пауза между накоплениями, периодов

В форме автоматического заполнения таблицы следует указать границы частотного диапазона (начало и конец диапазона в герцах), а также уровень выходного напряжения генератора в вольтах.

Значения номинальных частот генератора (в герцах) рассчитываются модулем в соответствии с формулами:

$$f_m = 1000G^{x/b} \quad (1)$$

$$f_m = 1000G^{(2x+1)/(2b)} \quad (2)$$

Здесь G – выбранное значение основания ($10^{3/10}$; 2; 10), $1/b$ – выбранное значение дроби, x – целые числа, которые выбирают так, чтобы все значения частот попадали внутрь выбранного частотного диапазона. Формула (1) используется для нечётных b , а формула (2) – для чётных.

В форме автозаполнения следует также указать продолжительность единичного измерения (время накопления выборки в периодах номинальной частоты генератора), количество измерений (количество циклов накопления выборки), задержку перед первым измерением (целое число периодов номинальной частоты плюс несколько секунд), паузу между измерениями.

В н и м а н и е : продолжительность измерения (время накопления в периодах) не может быть больше величины, равной

$$\frac{[\text{максимальное количество точек}]}{[\text{частота дискретизации, Гц}]} \times [\text{номинальная частота, Гц}].$$

Запуск эксперимента

Для запуска эксперимента (то есть процедуры измерения амплитудно-частотной характеристики) следует нажать клавишу «Начать эксперимент». При этом в той строке таблицы, которая соответствует текущему шагу по частоте, появляется обозначение «Ожидание» в графе «Состояние», а клавиша управления запуском эксперимента изменяется на «Прервать эксперимент». Если измерение для какой-то частоты выполнено, то в соответствующей строке появляется отметка «выполнено».

N	+/-	Част., Гц	Ампл., В...	Ожид., ...	Кол-во	Накопл....	Пауза, п...	Состояние
1	+	44.2	1	20	3	20	1	выполнено
2	+	49.6	1	20	3	20	1	выполнено
3	+	55.7	1	20	3	20	1	выполнено
4	+	62.5	1	20	3	20	1	выполнено
5	+	70.2	1	20	3	20	1	выполнено

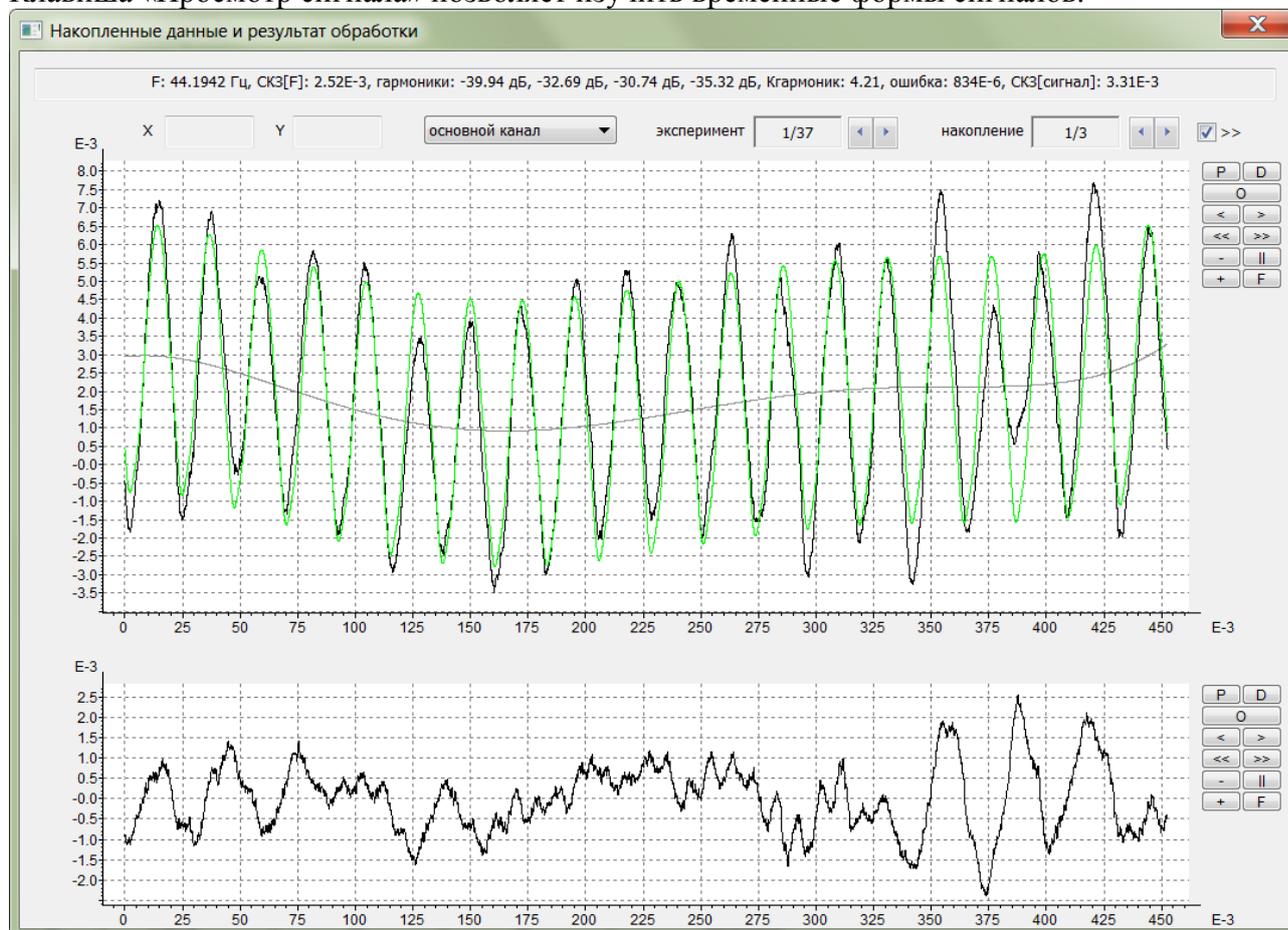
Нажатие клавиши «Прервать эксперимент» останавливает измерения. При этом все полученные результаты (сигналы по основному, контрольному и фоновому каналам, а также рассчитанные величины) остаются доступными для просмотра и сохранения в файл. Повторное нажатие клавиши «Начать эксперимент» перезапускает процедуру измерения АЧХ, при этом, если Вы не сохранили полученные перед этим результаты в файл, то они будут перезаписаны.

Результаты эксперимента

Если в графе «Состояние» строки таблицы эксперимента стоит обозначение «выполнено», то пользователь может изучить результаты. Программа позволяет также изучить сохраненные ранее данные из файла с расширением .exp. Для этого необходимо запустить программный модуль, набрав в командной строке **Signal+BE500.exe [имя_файла].exp**, или используя процедуру *drag-and-drop*, «бросить» с помощью левой кнопки мыши нужный файл на исполняемый файл программы в проводнике Windows.

Просмотр сигнала

Клавиша «Просмотр сигнала» позволяет изучить временные формы сигналов.



Графическое поле разделено на две части: верхняя часть показывает временную форму исходного сигнала (черная кривая) и аппроксимирующую временную форму (зеленая кривая); нижний график показывает разность между исходной и аппроксимирующей временными формами, то есть составляющие невязки.

В текстовое поле над графиком выведено значение частоты и СКЗ основной гармоники (СКЗ[F]), уровни второй и последующих гармоник в децибелах относительно уровня основной гармоники, коэффициент гармоник, невязка и СКЗ полного сигнала (СКЗ сигнала включает в себя низкочастотную составляющую дрейфа, поэтому его не следует использования для оценки нелинейных искажений).

Непосредственно над графиком расположены элементы управления:

X <input type="text"/> Y <input type="text"/>	основной канал основной канал контрольный канал канал измерения фона	эксперимент 1/37	накопление 1/3
Координаты курсора мыши	Выбор канала для изучения сигнала	Переходы по строкам таблицы эксперимента	Переходы по измерениям для одной частоты

Просмотр результата

Клавиша «Просмотр результатов» открывает таблицу с результатами рассчитанных величин.

Начать эксперимент Автозаполнение Параметры эксперимента Сохранение/загрузка Просмотр сигнала **Просмотр результата**

N	+/-	Част.,Гц	Ампл.,В...	Ожид.,...	Кол-во	Накопл....	Пауза,п...	Состояние
1	+	44.2	1	20	3	20	1	выполнено
2	+	49.6	1	20	3	20	1	выполнено
3	+	55.7	1	20	3	20	1	выполнено

Результаты эксперимента

Настройка отображения В буфер обмена График

N	Част.ге...	Ампл.ге...	СКЗосн....	СКЗ[ош...	СКЗ[1 г...	СКЗкон...	СКЗ[ош...	СКЗ[1 г...
1	44.2	1	3.09E-3	744E-6	2.47E-3	3.96E-3	1.01E-3	3.69E-3
2	49.6	1	3.87E-3	584E-6	3.25E-3	4.88E-3	800E-6	4.56E-3
3	55.7	1	4.41E-3	499E-6	3.16E-3	5.69E-3	721E-6	3.99E-3
4	62.5	1	2.76E-3	468E-6	1.99E-3	2.64E-3	627E-6	1.97E-3
5	70.2	1	3.84E-3	358E-6	3.25E-3	6.25E-3	459E-6	5.98E-3
6	78.7	1	7.93E-3	412E-6	7.66E-3	13.5E-3	583E-6	13.4E-3
7	88.4	1	18.0E-3	284E-6	17.9E-3	27.0E-3	383E-6	27.0E-3
8	99.2	1	10.4E-3	388E-6	10.2E-3	14.2E-3	506E-6	14.1E-3
9	111.4	1	11.0E-3	244E-6	10.7E-3	14.8E-3	325E-6	14.5E-3
10	125.0	1	12.2E-3	250E-6	11.7E-3	13.9E-3	323E-6	13.2E-3
11	140.3	1	2.58E-3	317E-6	1.54E-3	17.7E-3	398E-6	17.6E-3
12	157.5	1	19.8E-3	599E-6	19.7E-3	50.5E-3	763E-6	50.5E-3
13	176.8	1	92.4E-3	438E-6	92.3E-3	138E-3	567E-6	138E-3
14	198.4	1	67.7E-3	404E-6	67.7E-3	59.7E-3	533E-6	59.6E-3
15	222.7	1	25.9E-3	353E-6	25.9E-3	36.4E-3	507E-6	36.3E-3
16	250.0	1	16.8E-3	282E-6	16.7E-3	38.1E-3	372E-6	38.1E-3
17	280.6	1	5.38E-3	308E-6	3.94E-3	28.8E-3	394E-6	28.5E-3
18	315.0	1	20.1E-3	183E-6	19.9E-3	14.1E-3	234E-6	13.3E-3
19	353.6	1	11.2E-3	185E-6	11.0E-3	14.8E-3	241E-6	14.7E-3
20	396.9	1	7.99E-3	165E-6	7.72E-3	21.4E-3	232E-6	21.4E-3

Вид этой таблицы пользователь может настроить с помощью клавиши «**Настройка отображения**»:

Выберите параметры для отображения

Название параметра	>	Название параметра
Название параметра		Название параметра
Номер эксперимента		Частота генератора,
Частота генератора,		Амплитуда генератора, Вскз
Амплитуда генератора, Вскз		СКЗ сигнала в основном канале измерения, Вскз
Частота, использованная в расчетах для основного канала изм...		СКЗ ошибки в основном канале измерения, Вскз
СКЗ сигнала в основном канале измерения, Вскз		СКЗ 1 гармоники в основном канале измерения, Вскз
Коэффициент гармонических искажений в основном канале изм...		СКЗ сигнала в контрольном канале измерения, Вскз
СКЗ ошибки в основном канале измерения, Вскз		СКЗ ошибки в контрольном канале измерения, Вскз
СКЗ 1 гармоники в основном канале измерения, Вскз		СКЗ 1 гармоники в контрольном канале измерения, Вскз
Отношение СКЗ 2 гармоники к СКЗ на заданной частоте в основ...		
Отношение СКЗ 3 гармоники к СКЗ на заданной частоте в основ...		
Отношение СКЗ 4 гармоники к СКЗ на заданной частоте в основ...		
Отношение СКЗ 5 гармоники к СКЗ на заданной частоте в основ...		
Частота, использованная в расчетах для контрольного канала ...		
СКЗ сигнала в контрольном канале измерения, Вскз		
СКЗ 1 гармоники в контрольном канале измерения, Вскз		
Отношение СКЗ 2 гармоники к СКЗ на заданной частоте в контр...		
Отношение СКЗ 3 гармоники к СКЗ на заданной частоте в контр...		
Отношение СКЗ 4 гармоники к СКЗ на заданной частоте в контр...		
Отношение СКЗ 5 гармоники к СКЗ на заданной частоте в контр...		
Коэффициент гармонических искажений в контрольном канале ...		
СКЗ ошибки в контрольном канале измерения, Вскз		
СКЗ сигнала в канале измерения фона, Вскз		

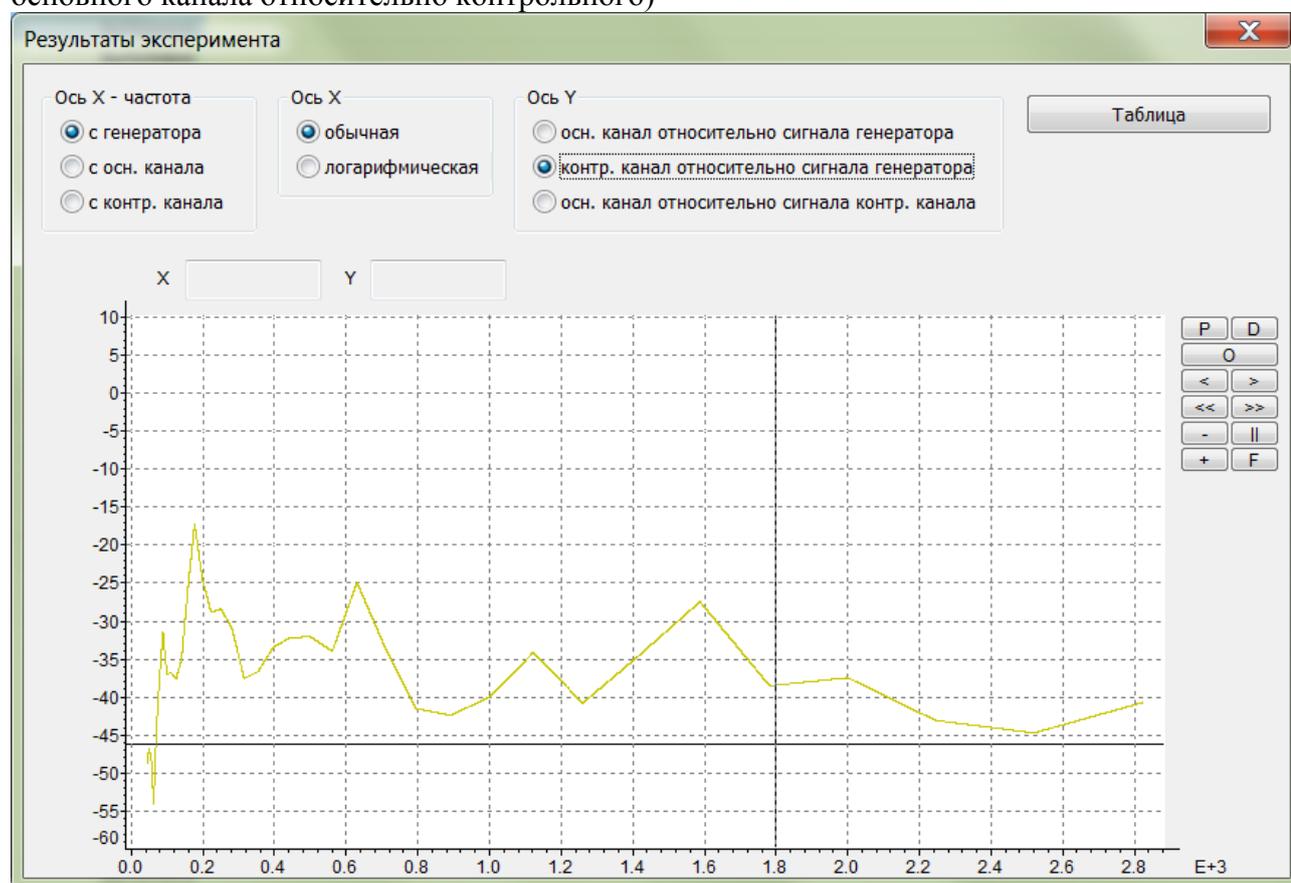
Вверх Вниз

Да Отмена

Клавиша «**В буфер обмена**» позволяет скопировать данные таблицы результатов в текстовом виде в буфер обмена для последующей вставки в текстовый файл или документ. При этом

данные отдельных ячеек отделяются друг от друга знаком табуляции, а строки – знаком абзаца.

Клавиша «График» позволяет представить АЧХ в графическом виде (в виде уровней основного / контрольного канала относительно напряжения генератора или в виде уровней основного канала относительно контрольного)

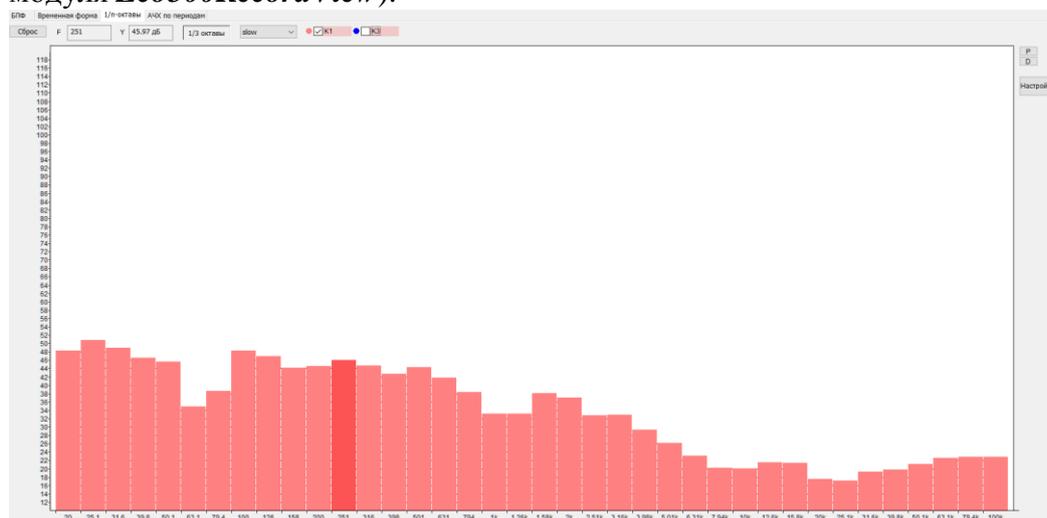


Клавиша «Таблица» возвращает отображение результатов расчета в табличную форму.

7. Представление результатов измерений 1/п-октавных спектров в реальном времени

1/п-октавные спектры измеряются в измерительном блоке ЭКОФИЗИКА-500 и передаются в канал телеметрии одновременно с телеметрией сигналов. Эти спектры рассчитываются и передаются для тех каналов, которые выбраны в меню «Фильтры» (см. выше).

Параллельно с выдачей в канал телеметрии 1/п-октавные спектры могут быть записаны в память самого прибора (Вызов из памяти прибора осуществляется с помощью программного модуля *Eco500RecordView*).



Клавиша **Сброс** осуществляет обнуление буферов фильтров в приборе Экофизика-500.

В полях **F** и **Y** показываются данные о частоте и уровне:

- Если на графике представлены данные только одного канала, то в этих полях будут показаны центральная частота (**F**) выбранного 1/п-октавного фильтра (на графике выделена более жирным оттенком) и среднеквадратичный уровень (**Y**) в децибелах
- Если на графике представлены данные для нескольких каналов, то в этих полях будут показаны координаты курсора мыши. Поэтому чтобы узнать уровень и частоту какой-то точки на графике спектра, надо просто навести на ней курсор мыши.

Над графиком также расположены следующие информационные поля

1/3 октавы	slow	<input checked="" type="checkbox"/> K1 <input type="checkbox"/> K3
Тип 1/п-октавного анализа (выбирается в меню «Фильтры»)	Детектор усреднений для графика на экране (один из выбранных в меню «Фильтры»)	Каналы, для которых проводится 1/п-октавный анализ. «Галочкой» отмечаются каналы, спектры которых показаны на экране.

Клавиша «Пауза» позволяет остановить изменения спектра на экране (при этом измерения внутри прибора продолжают). При возобновлении изменений на экране будут показываться новые текущие данные, поступающие из прибора в режиме реального времени (то есть те данные, которые были рассчитаны в промежутке времени действия паузы, на экран выводятся не будут; однако эти данные будут сохранены в памяти самого прибора, если это предусмотрено настройками функции «Запись»).

- P** Копирует графическое изображение в отдельный файл формата JPEG.
- D** Сохраняет данные, представленные на графике, в текстовый файл.

Клавиша «Настройка» позволяет изменить диапазон шкалы уровней для графика.

К управлению шкалой вертикальной оси графика можно также быстро перейти двойным щелчком мыши по верхнему или нижнему концам оси. На экране появится окно

Здесь можно вручную ввести значения нижнего и верхнего пределов шкалы вертикальной оси. Для подтверждения изменений нажмите клавишу «**Фиксировать**»

8. Работа с записью

8.1. Запись в прибор

Настройки автоматической записи в память:

В левой части окна приведены условия выполнения отдельных шагов автоматической записи (готовность запуска, запуск, завершение записи).

В правом верхнем углу – поля выбора типа записываемых данных: сигнал (оцифрованная временная форма) и результаты обработки (например, 1/n-октавные уровни).

Текущие настройки конфигурации автоматической записи соответствующих данных приведены в информационном окне в нижнем правом углу. На приведенном примере (см. рисунок) при выборе опции «сигнал» будет осуществляться автоматическая запись временной формы по каналу K1 с частотой дискретизации 32 кГц без ФВЧ; а при выборе опции «результат обработки» будут записаны 1/3-уровни для детектора усреднения «1 сек» и темпом выдачи 5 раз в сек.

Опция «**Количество циклов**» позволяет регулировать количество циклов автоматической записи в память.

Готовность запуска автозаписи:

- **Немедленно** – прибор готов к записи сразу после включения или после завершения предыдущего цикла
- **Отложить на... сек** – прибор готов к записи через заданное количество секунд после включения или завершения предыдущего цикла.
- **По времени** – прибор готов к записи в заданное время
- **По событию** – прибор готов к записи по внешней команде (сигнал на логическом порту)

Запуск автозаписи:

- **Автоматически** – запуск начинается сразу после достижения готовности
- **Отложить на ... сек** – запуск начинается через заданное количество секунд после достижения готовности
- **По времени** – запуск начинается в заданное время
- **По событию** – запуск начинается по внешней команде

Завершение

- Ручная остановка – (временно не доступно)
- По истечении ... - запись прекратится через заданное количество секунд
- По времени – запись прекратится в заданное время
- По событию – запись прекратится в по внешней команде

Чтобы сохранить настройки автоматической записи в память нажмите клавишу «**Записать настройки**».

Первый цикл автоматической записи в память с выбранными настройками начнется при следующем включении прибора.

Автоматическая запись в память прибора может быть завершена по условию настройки «**Завершение**» либо вручную по команде «**Прервать запись в прибор**» меню «**Запись**».

Если прибор осуществляет запись в собственную память (при любом варианте запуска - автоматическом или ручном), то на задней панели мигает оранжевый светодиод (расположен рядом с портом LAN).

Настройка ручной записи

Первый цикл ручной записи в память прибора инициируется выбором опции «**Начать триггерную запись в приборе**» в меню «**Запись**».

Цикл ручной записи включает в себя три шага: готовность к записи, запуск записи, завершение записи.

Условия выполнения каждого шага цикла настраиваются с помощью опций в левой части окна. Принципы выполнения этих опций аналогичны принципам работы автоматической записи, описанным выше.

Если в поле «**Запись**» отметить опцию «сигнал», то в память прибора будут записаны оцифрованные временные формы сигналов тех каналов, для которых в меню «**Настройка сигнала**» при инициации цикла отмечены опции «**запись**» или «**телем.+запись**».

Если в поле «**Запись**» отметить опцию «**результаты обработки**», то в память будут записаны данные с текущими настройками меню «**Фильтры**»

Чтобы сохранить изменения настроек ручной записи, нажмите клавишу «**Записать настройки**»

Запись в память прибора может быть завершена по условию настройки «**Завершение**» либо вручную по команде «**Прервать запись в прибор**» меню «**Запись**»

Настройка записи в компьютер

Оцифрованные временные формы и результаты обработки (например, 1/n-октавные спектральные уровни), которые передаются по телеметрии в компьютер (доступные для этого канала отмечены в меню «Настройка сигнала» опциями «телем.» и «телем.+запись»), могут сохранены в компьютерные файлы. Цикл записи в компьютер также состоит из трех шагов

Готовность запуска:

- **Немедленно** – прибор готов к записи в компьютер сразу после инициации цикла записи (опция «**Начать триггерную запись в ПК**» меню **Запись**) или после завершения предыдущего цикла
- **Отложить на... сек** – прибор готов к записи через заданное количество секунд после инициации цикла записи или завершения предыдущего цикла.
- **По времени** – прибор готов к записи в заданное время
-

Запуск записи в компьютер:

- **Автоматически** – запуск начинается сразу после достижения готовности
- **Отложить на ... сек** – запуск начинается через заданное количество секунд после достижения готовности
- **По времени** – запуск начинается в заданное время

Завершение

- **Ручная остановка**
- **По истечении ...** - запись прекратится через заданное количество секунд
- **По времени** – запись прекратится в заданное время

Чтобы сохранить настройки записи в память нажмите клавишу «**Записать настройки**».

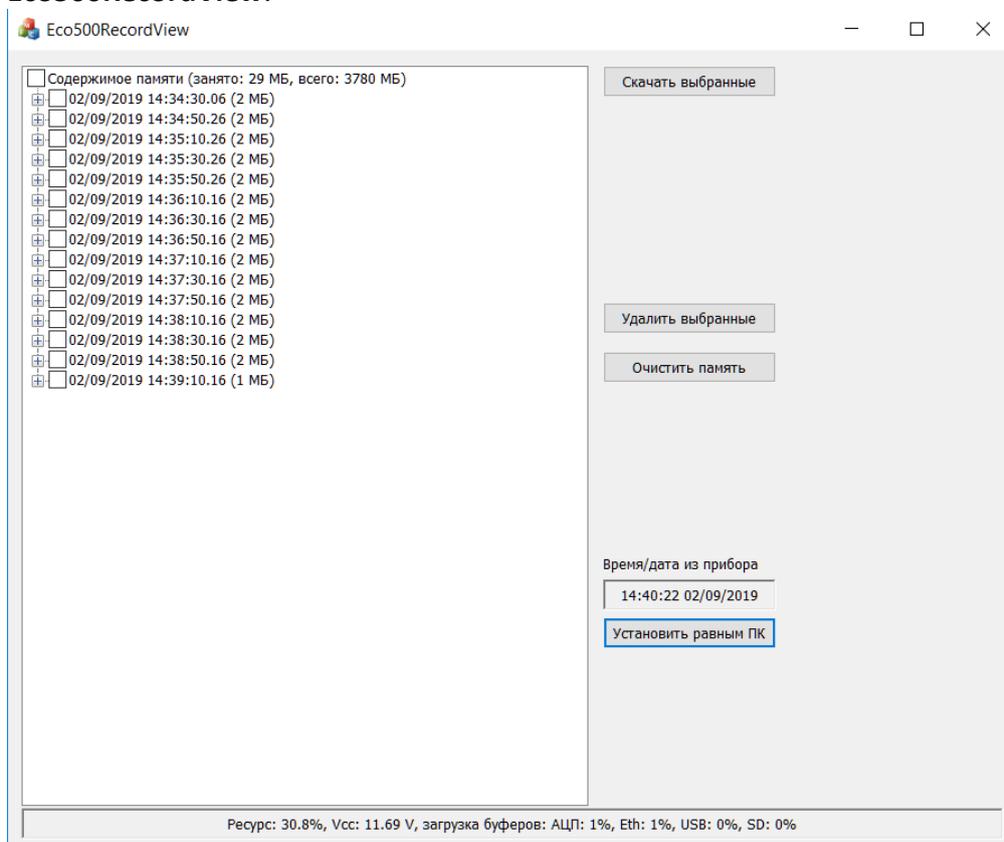
Чтобы запустить первый цикл записи в память компьютера, выберите в меню «**Запись**» опцию «**Начать триггерную запись в ПК**» и укажите в стандартном окне Windows имя и расположение файла для сохранения.

Процедуру записи данных в память компьютера можно также принудительно прервать с помощью команды «**Прекратить запись в ПК**».

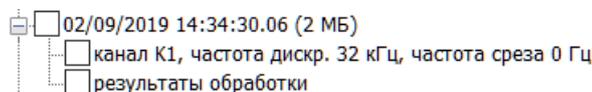
8.2. Чтение данных из прибора

Доступ к файлам памяти прибора Экофизика-500 возможен, если прибор в данный момент не находится в состоянии записи в память (см.п.8.1), факт которой можно установить по миганию оранжевого светодиода рядом с портом LAN.

Чтобы получить доступ к к данным, хранящимся в памяти прибора, запустите программу **Eco500RecordView**.



В левой части окна показан список доступных записей в памяти. Каждая строка соответствует одному циклу записи, которая может включать в себя оцифрованную временную форму (сигнал) и результаты обработки. Если щелкнуть мышью по значку «+», откроется перечень данных, записанных в выбранном цикле:



Чтобы выгрузить нужные данные в компьютер, отметьте мышью соответствующие поля и нажмите клавишу «**Скачать выбранные**».

Клавиша «**Удалить выбранные**» позволяет удалить из памяти отмеченные записи.

Клавиша «**Очистить память**» безвозвратно удаляет из памяти прибора все записи.

Клавиша «**Установить равным ПК**» позволяет установить в приборе дату и время, равные дате и времени компьютера.

8.3. Работа с файлами записей измерений

Файлы данных, которые сохранены в компьютер в режиме телеметрии или переписаны из памяти самого прибора, могут визуализированы и подвергнуты обработке с помощью программного обеспечения Signal+ (поставляется по отдельному заказу).