

Виброметр ВМ-10
(виброанализатор-сборщик)

Руководство по эксплуатации
ВМС.100.000.000 РЭ

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Настоящее руководство по эксплуатации ВМС.100.000.000 РЭ (далее РЭ) распространяется на виброметр ВМ-10 (виброанализатор-сборщик) и содержит сведения о конструкции, устройстве, порядке работы, методах устранения неисправностей и обслуживании при эксплуатации, а так же другие указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации прибора.

Комплект эксплуатационной документации, куда входит настоящее РЭ, содержит:

- паспорт ВМС.100.000.000 ПС;
- руководство по эксплуатации ВМС.100.000.000 РЭ

Виброметр ВМ-10 (виброанализатор-сборщик) выпускается по техническим условиям ВМС.100.000.000 ТУ.

Реквизиты предприятия-изготовителя:

ООО «ИНФОРМТЕХ»

Адрес: Россия, 188540, Ленинградская область, г. Сосновый Бор, а/я 43/7

Тел.: (81369) 6-84-39

Тел./факс: (81369) 4-29-14

E-mail: inft@sbor.net

Термины и определения

Запись (Реализация) – набор измерительных данных, предназначенный для расчета мгновенных значений параметров вибрации для текущего момента времени. Запись включает в свой состав N дискретных отсчетов временного сигнала.

Измерение – набор реализаций, обеспечивающих расчет достоверных значений параметров вибрации или характеризующих изменение вибрационных параметров при измерениях.

Вибрационный параметр – параметр, характеризующий вибрационный процесс в точке измерения.

Технологический параметр – величина, характеризующая состояние механизма в целом, его отдельного узла (точки) или технологический режим работы.

Точка – место на механизме для установки датчиков

Направление – составляющая вибрации в точке (Вертикальная-Поперечная-Осевая).

Индекс направления (Индекс) – условное обозначение направления составляющей вибрации.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										3
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1. Описание и работа

1.1. Назначение

Виброметр ВМ-10 (виброанализатор-сборщик), далее прибор, предназначен для измерения параметров вибрации при оперативном контроле вибрационного состояния промышленного оборудования, выполнении вибродиагностических работ и балансировке роторов в собственных опорах.

В приборе реализованы функции записи вибрационных сигналов в запоминающее устройство в виде цифровых временных последовательностей для последующей компьютерной обработки и анализа. Обеспечивается запись сигналов при измерениях по маршруту и вне маршрута в произвольных точках оборудования по выбору Пользователя.

Прибор позволяет производить измерение среднеквадратических уровней виброперемещения, виброскорости и виброускорения, гармонических составляющих спектра вибрации, частоты вращения, фазового угла, эксцесса, пик-фактора. Имеется функция определения частоты вращения ротора по сигналу вибропреобразователя без установки датчика частоты вращения.

Значения нижней и верхней частот диапазона измерения параметров вибрации настраиваются Пользователем.

Функции расчета эксцесса и пик-фактора используются для диагностики подшипников качения и скольжения, а так же диагностирования нестабильности механических колебаний.

Для визуального контроля механических колебаний и фазовых углов прибор комплектуется светодиодным стробоскопом.

Допускается подключение измерительных датчиков кабелями-удлинителями длиной до 100м.

Основные области применения прибора – контроль механического состояния различного оборудования при эксплуатации, ремонтах и техническом обслуживании, диагностика подшипников, зубчатых передач, турбин, генераторов, вентиляторов, насосов, различных роторов, конструкций в целом и его отдельных элементов, вибрационные и ударные стендовые испытания.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.2. Технические характеристики

Характеристика	Значение
Число каналов измерения вибрации	1
Число каналов измерения частоты вращения	1
Диапазон частот измерения вибрации, Гц	3.0 - 1200
Диапазон измерения уровней вибрации виброперемещения, мкм	2 - 5000
виброскорости, мм/с	0.1 - 99
виброускорения, м/с ²	0.1 - 50
Диапазон измерения частоты вращения ротора, Гц	0.4 - 400
Относительная погрешность измерения вибрационных параметров в диапазоне частот, %	10
Время непрерывной работы от аккумулятора, ч	не менее 4
Масса прибора, кг	
вибропреобразователь 608A11 (с кабелем)	0.1
измерительный блок	0.6
Габаритные размеры, мм, не более	
вибропреобразователь 608A11 (без кабеля)	Ø14x52
измерительный блок	100x214x40

Примечание

1. Питание прибора осуществляется от четырех сменных никель-металлгидридных аккумуляторов типа АА с напряжением не менее 1,2 В и емкостью не менее 2100 мА*ч.
2. Допускается использование других типов вибропреобразователей ИСР-типа с аналогичными паспортными характеристиками по согласованию с Заказчиком.
3. Хранение и эксплуатация прибора при температуре ниже +5°C и выше +55°C **не допускается.**

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.3. Рабочие условия эксплуатации

Условия эксплуатации:	Значение
атмосферное давление окружающего воздуха, кПа	84,0 ... 106,7
температура окружающей среды, °С вибропреобразователь измерительный блок	-40 ... +120 +5 ... +55
относительная влажность воздуха при температуре +35°С, %	95
синусоидальная вибрация в диапазоне частот 10 – 120 Гц с амплитудой ускорения м/с ²	9.8
воздействие переменного магнитного поля с амплитудой, А/м	400

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
											6

1.4. Состав технических средств

Обозначение	Наименование	Кол-во
ВМС.100.100.000	Измерительный блок	1
608A11	Вибропреобразователь в сборе с магнитным кронштейном	1
ВМС.100.200.000	Кабель удлинитель вибропреобразователя	1
ВМС.400.300.010	Датчик оборотов оптико-электронный	1
ВМС.100.920.000	Стойка магнитная	1
ROBITON	Зарядное устройство	1
AA NiMH 2700	Аккумуляторы никель-металлгидридные	4
	Блок питания (сетевой адаптер)	1
ВМС.100.600.000	Кабель USB-COM для связи с компьютером	1
ВМС.100.000.000ПО	Программное обеспечение обработки и анализа данных	
ВМС.100.000.000ПС	Паспорт	1
ВМС.100.000.000РЭ	Руководство по эксплуатации	1
	Сумка транспортировочная	1

Иnv. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иnv. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВМС.100.00.0000РЭ.

Лист
7

1.5. Устройство и принцип действия

Виброметр ВМ-10 (виброанализатор-сборщик) представляет собой средство измерений, выполненное в виде малогабаритного переносного измерительного блока из ударопрочного пластика, имеющего устройство индикации, набор управляющих клавиш и датчик – измерительный однокомпонентный вибропреобразователь ICP - типа.

На лицевой панели корпуса прибора размещается окно для индикатора, клавиатура и выключатель прибора.

В верхнем торце корпуса располагается разъем типа CP-50 для подключения соединительного кабеля вибропреобразователя ICP и разъем DB-9 для подключения датчика частоты вращения и стробоскопа.

Аккумуляторы типа АА с напряжением не менее 1,2 В и емкостью не менее 2100 мА размещаются в аккумуляторном отсеке с задней стороны корпуса прибора.

С левой стороны корпуса прибора располагается разъем для подключения адаптера сетевого питания, обеспечивающего заряд аккумуляторов и работу прибора от сети.

В измерительном блоке производится преобразование сигналов в цифровой код и выполняется их обработка с целью получения необходимых параметров виброускорения, виброскорости, виброперемещения.

Управление обработкой и представлением информации производится с помощью клавиатуры на передней панели прибора.

Измеренные данные индицируются на графическом дисплее.

Регистрация измерительных сигналов производится в виде временных последовательностей виброускорения. Аналого-цифровое преобразование сигналов производится на базе 16-разрядного АЦП. Для расчета параметров вибрации перемещения, скорости и ускорения используются методы цифровой обработки данных и спектрального анализа временных последовательностей.

В качестве исходных параметров для обработки сигналов пользователем задаются:

- верхнее значение частотного диапазона $f_{в}$;
- нижнее значение частотного диапазона $f_{н}$;
- расчетное значение оборотной частоты $f_{об}$;
- число усреднений для расчета параметров вибрации.

При обработке данных пользователь имеет возможность сконфигурировать отображение следующих параметров вибрации:

- среднеквадратических значений виброскорости и виброускорения, размаха виброперемещения в заданном диапазоне частот;
- частоты вращения ротора;
- значений низкочастотной вибрации в диапазоне частот $[f_{н} - 0.75 \cdot f_{об}]$;
- составляющих вибрации на кратных оборотной частоте гармониках;
- фазовых углов вибрационных сигналов;
- эксцесса и пик-фактора сигнала виброускорения.

Конфигурирование отображаемых параметров вибрации производится в процессе измерений с клавиатуры.

Параметры обработки данных и конфигурирования сохраняются в постоянном запоминающем устройстве прибора и восстанавливаются при включении прибора.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

При разряде аккумуляторов на дисплей прибора выводится предупреждающее сообщение.

1.5.1. Вибропреобразователь

Вибропреобразователи (пьезоакселерометры) 608A11, ИСР-типа, представляют собой измерительные преобразователи (далее датчики), предназначенные для преобразования виброускорения в точке установки датчика в пропорциональный ему сигнал переменного напряжения.

Датчики комплектуются магнитными плашками для установки и закрепления на элементах контролируемого оборудования.

1.5.2. Датчик оборотов ДОС-04

Датчик оборотов (таходатчик) типа ДОС-04 представляет собой цилиндр с встроенными излучающим и приемными светодиодами инфракрасного диапазона длин волн.

Излучающий светодиод, размещаемый в торцевой части таходатчика, формирует направленное излучение светового потока на вращающуюся метку на роторе, а приемный светодиод обеспечивает прием отраженного от метки светового потока.

В составе виброметра-сборщика ВМ-10 используется для измерения частот вращения роторов (валов) и измерения фазовых углов вибрации при выполнении балансировочных работ и вибродиагностических измерений.

1.5.3. Стробоскоп светодиодный

Стробоскоп светодиодный используется для визуального контроля механических колебаний механизмов и их элементов, а также определения фазовых углов без использования датчика оборотов при выполнении балансировочных работ.

Изготавливается в виде светодиодного фонаря с соединительным кабелем для подключения к виброметру ВМ-10.

Формирование синхронизирующих импульсов виброметре в соответствии с выбранным режимом работы стробоскопа.

1.5.4. Программное обеспечение

Программное обеспечение mVIBRO предназначено для обработки, отображения и архивации вибрационных сигналов в виде временных зависимостей.

Программное обеспечение mVIBRO позволяет решать следующие задачи:

- отображение вибрационных сигналов в виде временных графиков и спектральных характеристик;
- расчет параметров вибрационных сигналов;
- формирование и ведение архива измерительных данных;
- просмотр и обработки архивных данных;
- формирование табличных и графических протоколов.

Состав программного обеспечения определяется при комплектовании прибора. Базовое программное обеспечение располагается на жестком диске компьютера в директории C:\VIBRO и включает в свой состав следующие основные программные модули:

KBD.EXE - программный модуль заполнения и редактирования списка механизмов

KBD.LNK – ярлык программного модуля заполнения и редактирования списка механизмов

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

					ВМС.100.00.0000РЭ.		Лист
							9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

кнопку Настройка. В открывшемся окне задать в качестве разделителя целой и дробной части числа точку <.> и сохранить внесенные изменения.

Внимание. Для установки драйверов поддержки системы обмена с прибором по кабелю USB-COM необходимо при первом подключении прибора к персональному компьютеру указать путь к драйверам в папке c:\Vibro\CDM 2.04.16 WHQL Certified (Прибор при этом должен быть включен).

Для удобства обращения к программным модулям необходимо перенести ярлыки для программных модулей KBD, mVIEWWS, VMS, TREND, ROTOR на Рабочий стол компьютера.

1.7. Упаковка

Упаковка должна обеспечивать сохранность комплекта прибора при транспортировании.

Состав упаковки:

- чехол из полиэтиленовой пленки для документации;
- транспортировочная сумка.

1.8. Меры обеспечения электробезопасности

Виброметр ВМ-10 (виброанализатор-сборщик) и вибропреобразователь не требуют каких-либо специальных мер по технике безопасности.

К работе с прибором допускаются лица, имеющие навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой, средствами вычислительной техники, изучившие настоящее РЭ, прошедшие инструктаж на рабочем месте по технике безопасности согласно инструкции, принятой на предприятии.

При эксплуатации виброметра-сборщика ВМ-10 необходимо:

- оберегать измерительный блок прибора от механических ударов, попадания воды и снега;
- при внесении прибора из холодного помещения или с улицы в теплое помещение выдержать его перед включением не менее часа;
- предохранять вибропреобразователь от падений и сильных ударов, а также воздействия температуры выше 120°C.

Внимание

1. **Запрещается** включение и работа с виброметром-сборщиком ВМ-10 от сетевого адаптера без аккумуляторов в аккумуляторном блоке.

2. **Запрещается** использование для питания виброметра-сборщика ВМ-10 аккумуляторов емкостью менее 2100 мА*ч, а также аккумуляторов разной емкости и типа.

3. **Запрещается** подключение-отключение кабеля USB-COM для связи с компьютером при заряде аккумуляторов прибора от адаптера сетевого питания 220В.

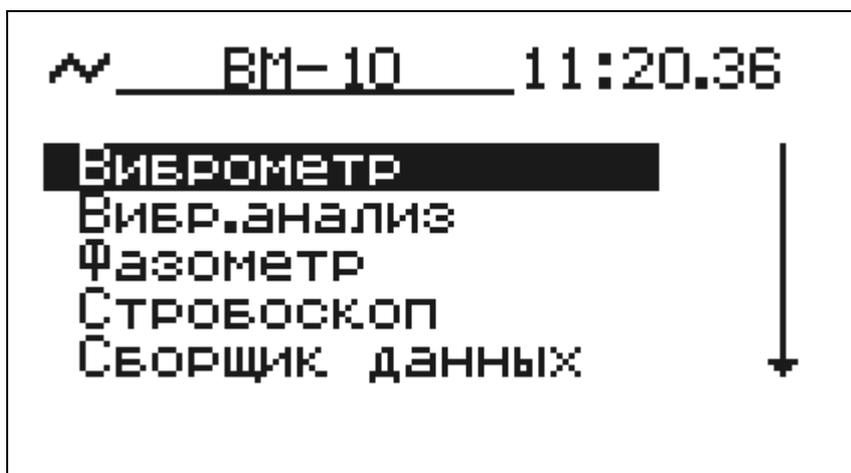
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										11
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

2. Выполнение измерений

2.1. Начало работы

Для включения прибора необходимо нажать кнопку <I> на панели и после кратковременного отображения информационной заставки и самоконтроля появится меню выбора режима работы, включающее следующие позиции:

- Виброметр
- Вибр. Анализ
- Фазометр.
- Стробоскоп
- Сборщик данных
- Настройки
- Сервис



В левом верхнем углу дисплея отображается пиктограмма заряда аккумуляторной батареи.

Перемещение по позициям меню производится с помощью навигационных клавиш: вверх <↑> вниз <↓>. Инициализация выбранной опции (пункта меню) производится при нажатии клавиши <↵> выбор.

Линия справа сбоку показывает протяженность меню и позицию в нем. Стрелка на конце линии указывает, что в данном направлении есть еще пункты меню.

Можно менять подсветку экрана прибора, находясь в меню. Клавиша «5» позволяет перебором выбрать нужную подсветку. В измерительных экранах эта же клавиша останавливает-запускает процесс измерений для экономии энергии батарей.

2.2. Установка параметров регистрации и обработки данных

Перед началом измерений необходимо установить параметры регистрации и обработки данных.

Установка параметров регистрации и обработки данных производится в разделах **Настройки** и **Сервис**.

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

										Лист
										12
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					

Раздел Настройки

В разделе **Настройки** в меню нижнего уровня задаются следующие параметры:

- Базовая Частота (Пункт меню **Фбазов,Гц**);
- Нижняя частота (Пункт меню **Фнижн,Гц**);
- Верхняя частота (Пункт меню **Фверхн,Гц**);
- Ширина полосы поиска максимальной гармоник в спектре (Пункт меню **Поиск частоты**);
- Вид отображаемого графика спектра сигнала при выполнении измерений (Пункт меню **Вид спектра**);
- Число усреднений значений фазового угла при выполнении измерений (Пункт меню **Усреднений**);
- Значение поправки фазового угла (Пункт меню **Фаз.сдвиг,град**);
- Частотный диапазон спектрального анализа (Пункт меню **Диапазон**).

Пункт меню **Датчик, мВ/м/с2** не редактируется и предоставляет справочную информацию о чувствительности используемого вибропреобразователя.

В пункте меню **Фбазов,Гц** (Базовая Частота) задается значение частоты для измерения гармонических составляющих при работе прибора только с вибропреобразователем, без датчика оборотов.

В пунктах меню **Фнижн,Гц** (НижняяЧастота) и **Фверхн,Гц** (ВерхняяЧастота) задаются нижнее f_n и верхнее f_v значения частотного диапазона для расчета интегральных параметров вибрации в полосе частот.

Изменение значений частот производится нажатием на клавишу выбора $\langle \downarrow$ и последующего ввода численных значений с клавиатуры.

Пункт меню **Поиск частоты** используется для задания ширины полосы поиска максимальной гармоник в спектре виброускорения при использовании режима формирования запускающего импульса стробоскопа сигналом вибропреобразователя. Пользователь может задать два режима поиска максимальной гармоник: узкополосный УП (+25% заданной базовой частоты) и широкополосный ШП (в заданном диапазоне от нижней f_n до верхней f_v частот)

Пункт меню **Вид спектра** используется для выбора Пользователем вида спектра (S-виброперемещение, V-виброскорость, A-виброускорение), отображаемого при выполнении измерений и построении графиков спектров сигналов.

Расчет и отображение спектров виброперемещения и виброскорости доступно для сигналов только в процессе выполнения измерений. При оперативном просмотре непосредственно на экране прибора графиков спектров сигналов, загружаемых из памяти прибора, возможно отображение только спектров виброускорений. После передачи записанных сигналов в компьютер, Пользователь может производить расширенный анализ сигналов - в том числе производить расчет и построение графиков спектров как виброускорения, так и виброскорости и виброперемещения.

Пункт меню **Число усреднений** используется для выбора Пользователем числа усреднений значений фазового угла при выполнении измерений (по одному или двум значениям).

Пункт меню **Фаз.сдвиг** используется для задания величины поправки измеряемого фазового угла для совмещения показаний приборов разных типов.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Пункт меню **Диапазон** используется для выбора частотного диапазона спектрального анализа сигналов (низкочастотный диапазон 0.6-390 Гц и высокочастотный диапазон 2.3-1580 Гц).

Выход из меню нижнего уровня **Настройка** в основное меню прибора осуществляется нажатием кнопки возврата <↵>.

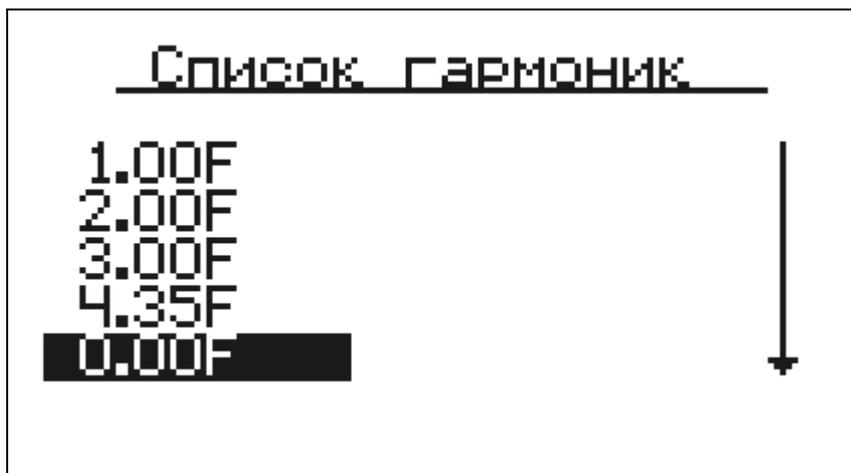
Раздел Сервис

В разделе **Сервис** в меню нижнего уровня включаются следующие пункты:

- Связь с ПК
- Список гармоник
- Заряд батарей
- Датчик
- Дата и время

В пункте меню **Связь с ПК** производится передача или прием данных из прибора в компьютер или из компьютера в прибор.

В пункте меню **Список гармоник** производится формирование собственного ряда гармонических составляющих спектра сигнала для проведения вибрационного анализа.



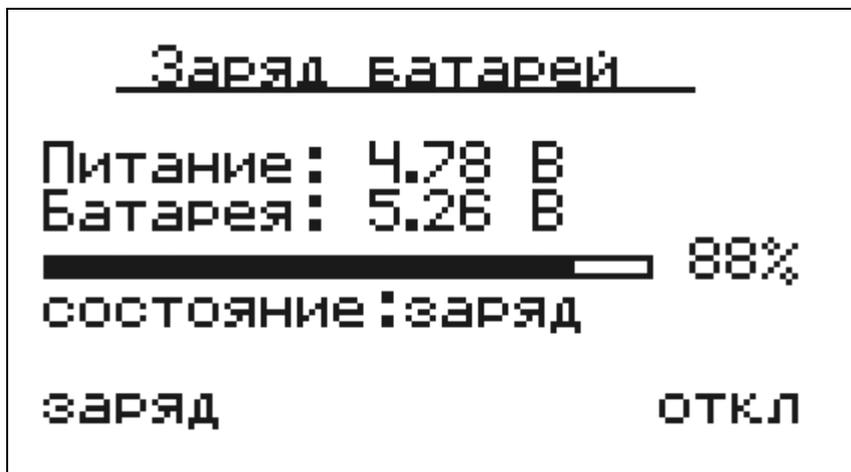
Завершать список должна гармоника «0.00F». Редактирование значений гармоник производится при нажатии клавиши «↵» на выбранной строке.

В пункте меню **Заряд батарей** производится контроль напряжения сетевого источника питания и батарей, а также задаются режимы подзарядки батарей.

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ВМС.100.00.0000РЭ.



При включении прибора с сетевым источником питания автоматически происходит подзарядка батарей.

Возможно включение-выключение заряда батарей при нажатии левой или правой клавиш под экраном.

В пункте меню **Датчик** производится ввод и коррекция чувствительности измерительного преобразователя, используемого в составе прибора.

Пользователь должен следить за соответствием указанной в приборе чувствительности фактической (паспортной) чувствительности вибропреобразователя - в противном случае прибор будет давать недостоверные значения параметров вибрации.

В пункте меню **Дата и время** задаются фактические дата и время.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Инв. № подл.	Взам. инв. №				Лист
	Подпись и дата				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.
					15

2.3. Выполнение измерений в режиме “Виброметр”

Позиция меню **Виброметр** используется для измерения интегральных значений вибрации в заданной полосе частот, а также низкочастотной и оборотной составляющих вибрации – в виде виброускорения, виброскорости или виброперемещения.

На экране дисплея отображаются следующие данные.

1 строка - значение оборотной частоты.

2 строка - интегральное значение вибрации в заданной полосе частот.

3 строка - составляющая вибрации на оборотной частоте.

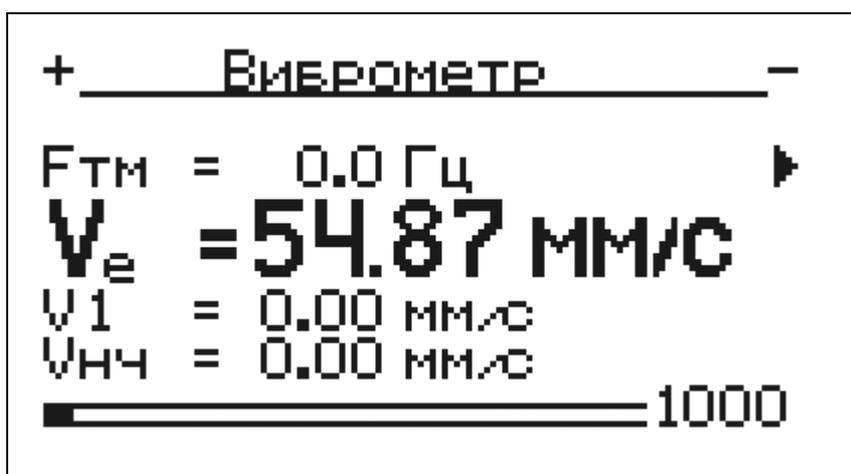
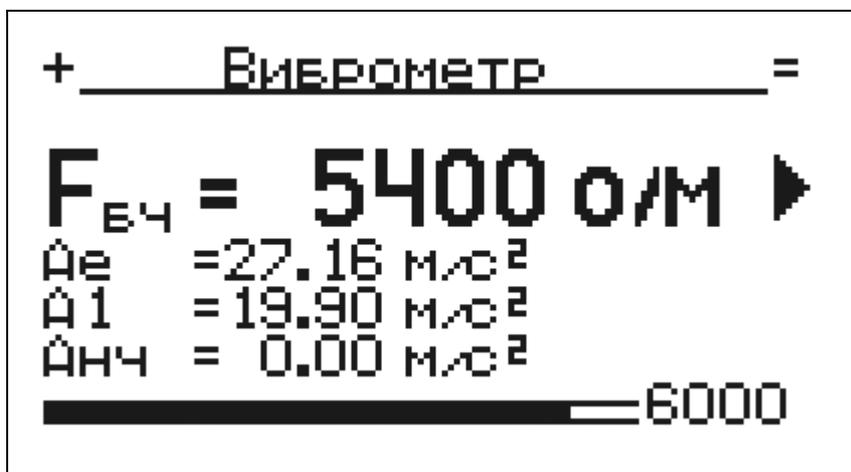
4 строка - значение низкочастотной вибрации в диапазоне частот $[f_n - 0.75 \cdot f_0]$.

В строках 2, 3 и 4 отображаются параметры вибрации: виброускорение (A), виброскорость (V) или виброперемещение (S).

Выбор необходимого набора параметров вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения) в строках 2-3-4 производится навигационными клавишами ← влево и → вправо.

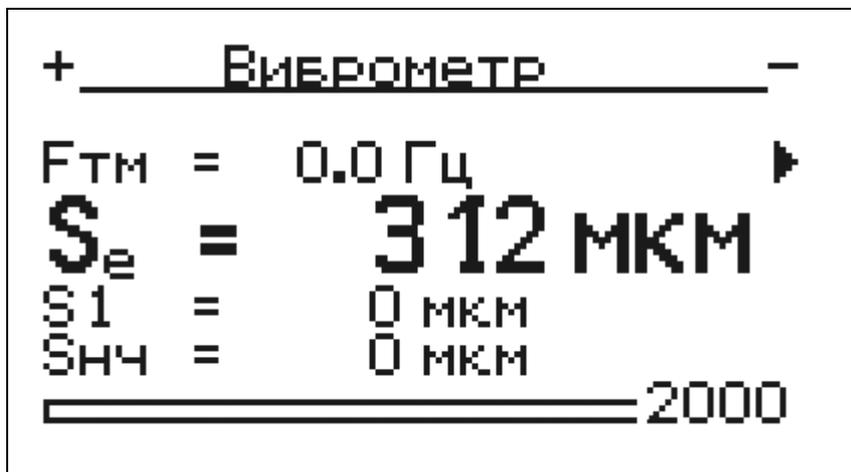
Клавишами ↑ ↓ строка выделяется увеличенным шрифтом для лучшего просмотра.

Внизу экрана отображается шкала, соответствующая значениям в выделенной строке. Масштаб шкалы может изменяться при нажатии на клавиши, расположенные прямо под экраном.



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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						16



При измерении виброперемещения (S) рассчитываются значения размаха (двойной амплитуды) в мкм, а при измерении параметров ускорения (A) или скорости (V) рассчитываются среднеквадратические значения, соответственно, в м/с² или мм/с. Индекс e используется для обозначения интегральных параметров, измеренных в полосе частот от нижней f_n до верхней f_v границ заданного частотного диапазона.

Значения оборотной (индекс **1**) и низкочастотной (индекс **нч**) составляющих вибрации рассчитываются при оборотной частоте механизма, задаваемой и редактируемой Пользователем (Базовая Частота – обозначение Fбч) или измеряемой датчиком оборотов (Тахометрическая Частота - обозначение Fтм).

Для перехода от базовой частоты к тахометрической и наоборот необходимо нажать клавишу <↵> выбор и навигационными клавишами ↑ вверх ↓ вниз выбрать для обработки данных базовую или тахометрическую частоту.



При выборе для расчета параметров вибрации тахометрической частоты к прибору должен быть подключен датчик оборотов. Измеренное значение частоты вращения вала механизма отображается в верхней строке экрана, причем питание на датчик оборотов подается только после выбора для расчетов параметров вибрации тахометрической частоты (обозначение Fтм). При выборе базовой частоты (обозначение Fбч) датчик оборотов отключается.

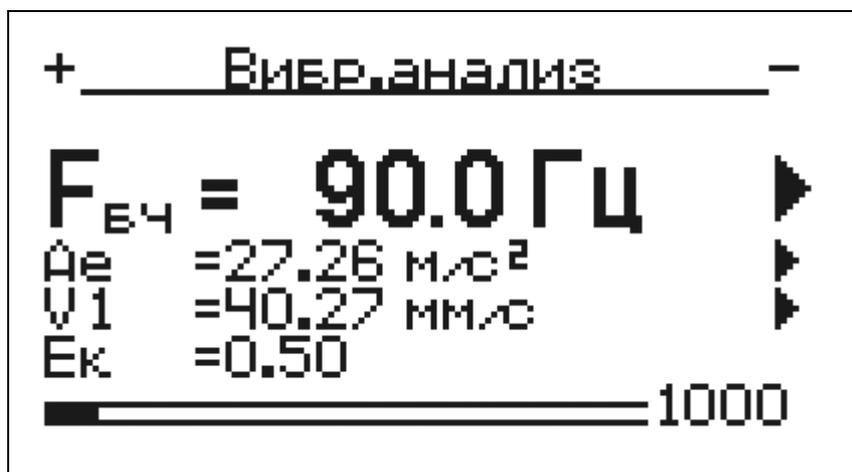
В строке 1 (Частота) клавишами ← влево ⇒ вправо можно менять размерность частоты в Гц или об/мин.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						17

2.4. Выполнение измерений в режиме “Вибр.анализ”

Позиция меню **Вибр.Анализ** используется для измерения среднеквадратических значений в заданной полосе частот, а также низкочастотной и кратных оборотной составляющих вибрации.



На экране дисплея отображаются следующие данные.

- 1 строка - значение оборотной частоты.
- 2, 3 и 4 строки - заданные параметры вибрации.

В строках 2-4 дисплея могут быть заданы в различных комбинациях следующие параметры вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения):

- среднеквадратические значения виброскорости (V), виброускорения (A) и размах виброперемещения (S) в заданном диапазоне частот;
- значения низкочастотной вибрации (индекс нч) в диапазоне частот [fn – 0.75*fo];
- кратные оборотной частоте составляющие виброскорости (V), виброускорения (A) и размах виброперемещения (S);
- эксцесс сигнала Ek;
- пик-фактор сигнала виброускорения Pf.

Выбор параметра для отображения в каждой из строк 2-4 дисплея прибора производится следующим образом:

- навигационными клавишами ↑ вверх, ↓ вниз выбирается одна из строк;
- клавишей <┘ выбор включается режим редактирования параметра;
- в меню нижнего уровня навигационными клавишами ↑ вверх, ↓ вниз выбирается измеряемый параметр (кратные оборотной частоте составляющие вибрации, интегральное значение вибрации или значение низкочастотной вибрации)
- клавишей <┘ производится выбор требуемого параметра и возврат в основное меню;

При выборе кратных оборотной частоте составляющих вибрации клавишами ⇐ ⇒ производится выбор нужной гармоники из заданного списка. Список гармоник формируется Пользователем в пункте меню «Сервис».

Выбор вида параметра вибрации (ускорение A, скорость V, перемещение S, пик-фактор Pf, эксцесс Ek) производится клавишами ⇐ влево ⇒ вправо в основном меню раздела Вибр.анализ.

При измерении виброперемещения (S) рассчитываются значения размаха (двойной амплитуды) в мкм, а при измерении параметров ускорения (A) или скорости (V)

Ив. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист	
							18	
Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ив. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ив. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ив. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ив. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

рассчитываются среднеквадратические значения, соответственно, в м/с² или мм/с. Индекс *e* используется для обозначения интегральных параметров, измеренных в полосе частот от нижней *f_n* до верхней *f_v* границ заданного частотного диапазона.

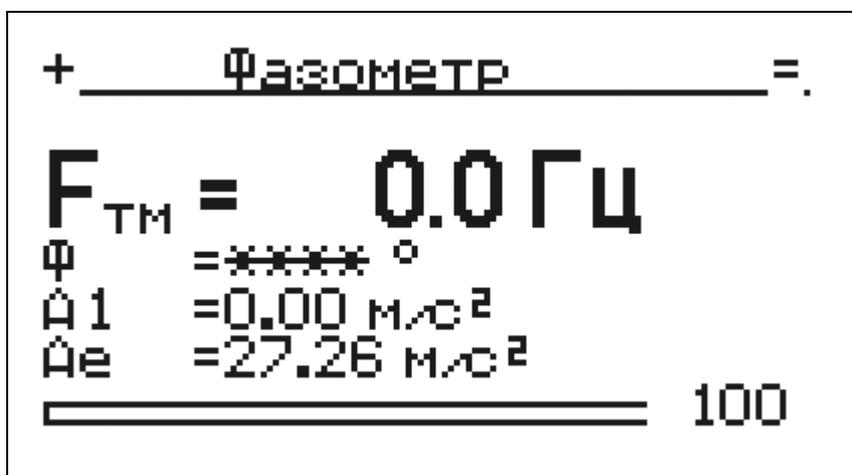
В строке 1 (Частота) клавишами \leftarrow влево \rightarrow вправо можно менять размерность частоты в Гц или об/мин.

В строке 1 (Частота) можно также изменить значение частоты, на которой производится измерение оборотной составляющей вибрации.).

Для этого необходимо нажать клавишу « \leftarrow » и в меню нижнего уровня выбрать значение *F_{базов}* (в качестве оборотной частоты используется заданное Пользователем значение) или *F_{тах0}* (в качестве оборотной частоты используется значение, измеряемое датчиком оборотов).

2.5. Выполнение измерений в режиме “Фазометр”

Позиция меню **Фазометр** используется для измерения частоты вращения, фазовых углов, оборотной составляющей и интегральных значений вибрации в заданной полосе частот.



При выполнении измерений в данном режиме обязательно должен быть подключен датчик оборотов.

Значение оборотной составляющей и интегральное значение вибрации в заданной полосе частот могут отображаться в виде виброускорения *A*, виброскорости *V* или виброперемещения *S* при нажатии клавиш \leftarrow влево \rightarrow вправо.

При измерении виброперемещения (*S*) рассчитываются значения размаха (двойной амплитуды) в мкм, а при измерении параметров ускорения (*A*) или скорости (*V*) рассчитываются среднеквадратические значения, соответственно, в м/с² или мм/с.

Индекс *e* используется для обозначения интегральных параметров, измеренных в полосе частот от нижней *f_n* до верхней *f_v* границ заданного частотного диапазона, а индекс 1 используется для обозначения оборотной составляющей вибрации.

В строке 1 (Частота) клавишами \leftarrow влево \rightarrow вправо можно менять размерность частоты в Гц или об/мин.

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						19

2.6. Выполнение измерений в режиме “Стробоскоп”

Позиция меню **Стробоскоп** используется для измерения частоты вращения, фазовых углов, оборотной составляющей вибрации и среднеквадратических значений вибрации в заданной полосе частот.

Стробоскоп может при этом быть включен в следующих режимах синхронизации:

- Ручной режим (синхронизация от собственного генератора)
- По тахосигналу (синхронизация производится по сигналу датчика оборотов)
- По вибросигналу (синхронизация производится по сигналу вибропреобразователя)

Выбор режима работы производится при начале работы со стробоскопом.

При работе в **Ручном режиме** производится визуальный контроль механических колебаний объекта.

Для изменения частоты вспышек стробоскопа необходимо при выделенной первой строке (Гбч - Частота) нажать клавишу «↵» и далее возможно изменение значения частоты клавишами ↑ вверх ↓ вниз (перемещение по разрядам частоты производится клавишами ← влево → вправо). Частота стробоскопа будет меняться при каждом изменении значений. Выбор частоты как базовой производится клавишей «↵».

В данном режиме при помощи стробоскопа можно определять частоту вращения ротора, для чего производится плавное изменение значение частоты вспышек стробоскопа до тех пор, пока освещаемая стробоскопом метка не перестанет вращаться – значение частоты стробоскопа при этом будет соответствовать частоте вращения ротора.

При работе в режиме **По тахосигналу** частота вспышек стробоскопа задается сигналом датчика оборотов и изменяться Пользователем не может.

При работе в режиме **По вибросигналу** частота вспышек стробоскопа задается сигналом вибропреобразователя.

Данный режим работы используется для измерения фазовых углов в тех случаях, когда невозможно использование датчика оборотов (оптического, вихретокового и др.). Для синхронизации вспышек стробоскопа используется составляющая сигнала вибропреобразователя на оборотной частоте ротора.

Перед выполнением измерений необходимо:

- нанести метку на ротор;
- нанести на неподвижную часть подшипника лимб с угловыми метками (0-360) град.;
- установить вибропреобразователь в точке, обеспечивающей устойчивое измерение оборотной составляющей вибрации;
- подключить стробоскоп к прибору
- в режиме **Настройки** установить в качестве базовой частоты **Гбазов** значение, близкое к оборотной частоте ротора (с погрешностью до 10%);
- в режиме **Настройки** в разделе **Поиск частоты** установить опцию поиска максимальной гармонической составляющей вибрации в узкой полосе (**УП**) частот (Опция **ШП** применяется для поиска максимальной гармонической составляющей вибрации в полном диапазоне частот)
- при входе в режим работы со стробоскопом выбрать раздел **По вибросигналу**, при этом произойдет автоматический поиск максимальной составляющей спектра сигнала в области заданной базовой частоты **Гбазов** (При опции **УП** поиск производится в узкой полосе частот, а при опции **ШП** поиск производится в полном диапазоне частот);
- направляя луч стробоскопа на место расположения метки на роторе определить фазовый угол, соответствующий положению метки относительно лимба с угловыми метками.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	20

Примечание

Метка может плавно перемещаться в процессе измерений относительно среднего положения, отсчет угла положения метки в этом случае производится в момент скачка (1 раз в 1.5 секунды).

Рекомендуется освещать метку с расстояния 15-20 см.

Причины возможных отказов

1. Большое отклонение значения базовой частоты, введенного перед измерениями, от фактического значения оборотной частоты ротора (более 10%). В этом случае необходимо ввести новое значение базовой частоты и повторить измерения.

2. Низкий уровень сигнала оборотной составляющей вибрации (на уровне шумов). В этом случае измерение фазового угла при помощи стробоскопа с синхронизацией вспышек от сигнала вибропреобразователя невозможно.

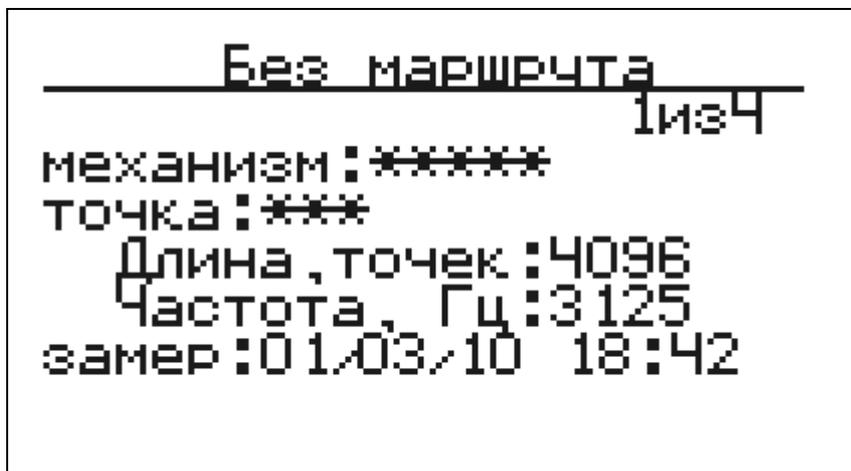
2.7. Позиция меню “Сборщик данных”

При работе в данном режиме производится выполнение измерений по маршруту и осуществляется контроль проведенных измерений.

В режиме Сборщик данных доступны следующие позиции меню:

- Без маршрута
- Маршрут
- Статистика

В позиции меню **Без маршрута** осуществляется просмотр информации о проведенных измерениях, выполненных вне маршрута.



На экране прибора отображается информация о текущей записи и общем количестве выполненных записей для внемаршрутных измерений.

Название механизма и точки отмечено «***», т.к. эти данные передаются только в маршруте. Длина реализации – 4096 точек, Частота сбора данных – 3125 Гц.

Для каждой текущей записи также отражается дата и время выполнения записи.

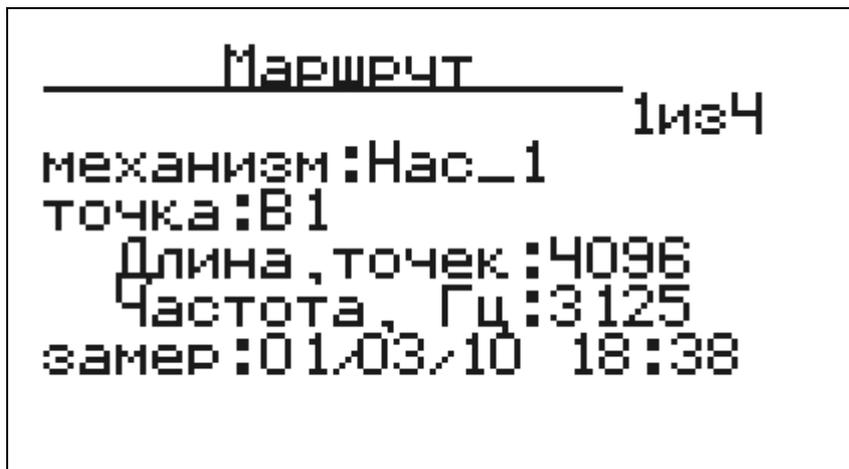
Перемещение по номерам выполненных записей производится клавишами ← влево ⇒ вправо.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						21

В позиции меню **Маршрут** осуществляется просмотр информации о записях, выполненных по маршруту и производится запись (перезапись) новых данных в точках механизма.

Данные о названии механизма и индексах точек измерений должны быть предварительно переданы в прибор.



В строке «Замер» отображается время измерения или слово «нет», если запись данных в точке механизма не производилась.

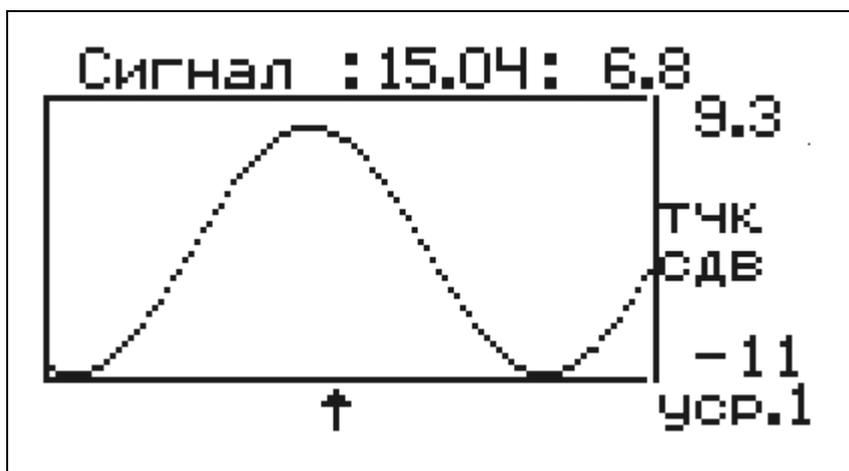
Перемещение по номерам выполненных записей производится клавишами ← влево ⇒ вправо.

Запись или перезапись данных производится по нажатию клавиши «√», при этом заполняется шкала внизу экрана и в строке «Замер» появляется время измерения.

В позиции меню **Статистика** отображаются данные о количестве выполненных записей для маршрутных и внемаршрутных измерений.

2.8. Просмотр графиков сигналов и спектров

В выбранном окне экрана «Маршрут» и «Без маршрута» можно просмотреть сохраненный сигнал и его спектр. Для этого необходимо нажать клавишу «1» или «3» соответственно.



В верхней строке отображается значение амплитуды сигнала (6.8 мм/с²) в точке (15.04 мсек), указанной стрелкой под графиком (курсор).

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						22

Можно просмотреть первые 2048 точек сигнала. При размере экрана 100 точек это 20 экранов.

Выбор режима отображения графика производится клавишей «0». Возможно отображение графика в виде точек (тчк) или линий (лин).

Выбор режима управления графиком сдвиг(сдв) или сжатие(сжат) производится клавишей «5».

Информирование пользователя о выбранных режимах (тчк-лин) (сдв-сжат) производится выводом сообщения в левой части графика.

Клавиши, расположенные непосредственно под экраном позволяют двигать курсор.

При одновременном нажатии с клавишей «F» каждое движение производится на размер экрана (100 точек). Текущие координаты курсора и соответствующая его положению амплитуда сигнала отображаются в верхней части экрана, непосредственно над графиком.

При просмотре спектров клавиша **■.■** позволяет отображать (не отображать) в левом верхнем углу экрана значение амплитуды спектра в точке положения курсора.

В режиме сдвига навигационные клавиши влево \leftarrow вправо \Rightarrow позволяют сдвигать график влево или вправо, а клавиши вверх \Uparrow вниз \Downarrow - сдвигать график вверх-вниз.

В режиме сжатия навигационные клавиши влево \leftarrow вправо \Rightarrow позволяют сжимать-разжимать график в окне, а клавиши вверх \Uparrow вниз \Downarrow - сжимать-разжимать график по вертикали.

Внимание.

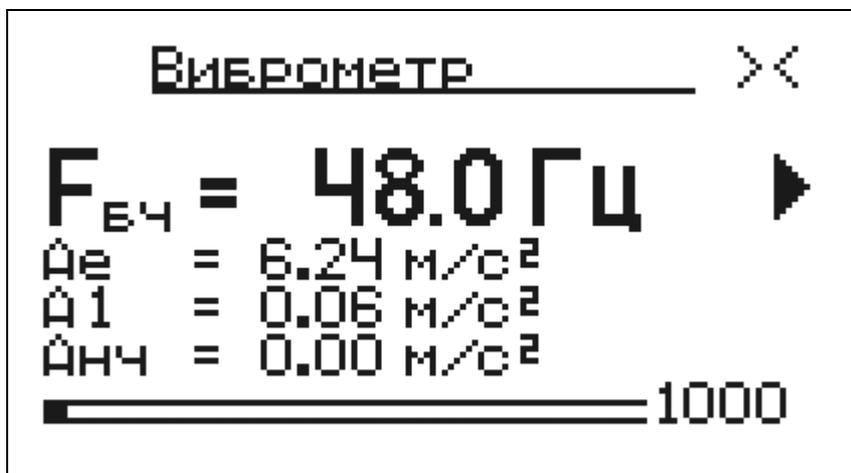
При просмотре данных получаемых непосредственно при измерениях возможен просмотр спектров ускорения, скорости или перемещения. Вид спектра (ускорение, скорость или перемещение) задается в позиции меню **Настройка**.

При просмотре данных из памяти прибора возможен просмотр только спектров виброускорения.

2.9. Общие свойства измерительных экранов

Управление измерениями.

Клавиша «5» позволяет остановить процесс измерений и зафиксировать результат. При этом в правом верхнем углу экрана появится значек «><».



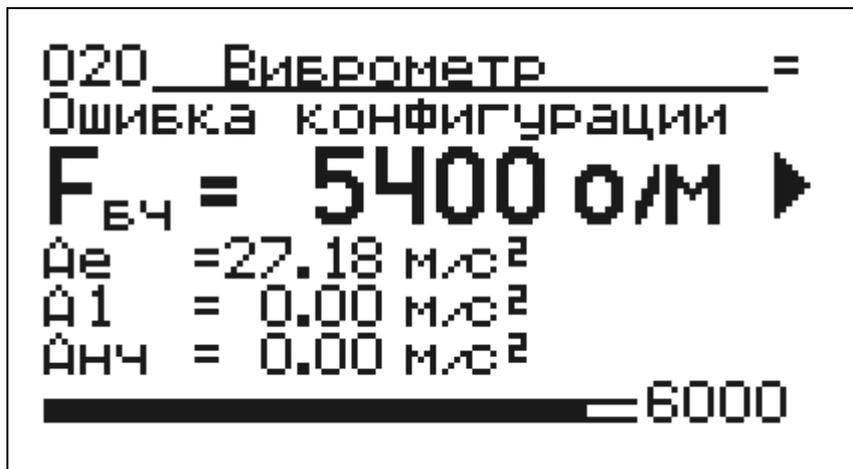
Запустить измерения снова можно нажатием той же клавиши.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						23

Контроль достоверности измерений.

В случае задания недопустимых параметров или выхода частоты за границы диапазонов измерений В левом верхнем углу экрана показывается код ошибки, а во второй строке появляется надпись «Ошибка конфигурации».

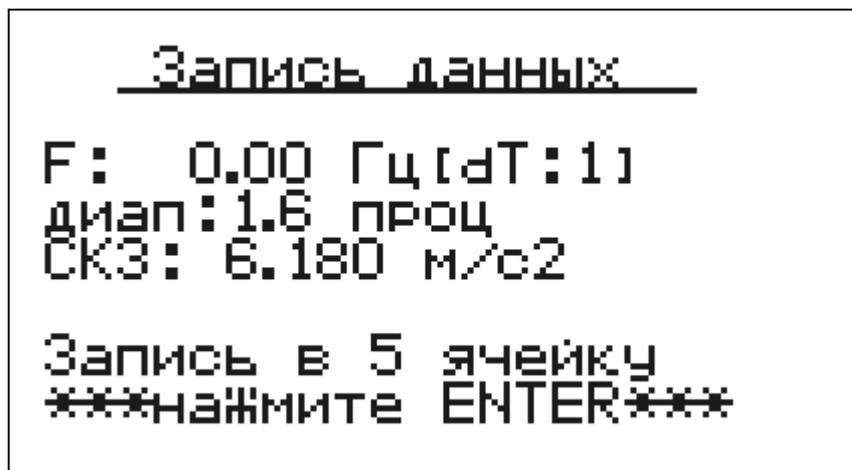


Для устранения проблем следует правильно задать конфигурацию прибора (см. раздел «Настройки»).

В правом верхнем углу экрана в нормальном режиме отображается знак «=>» или «->», показывающий периодичность измерений. При проблемах в измерениях знак меняется на «?».

Запись временных реализаций.

В каждом из измерительных экранов возможно проведение записи временного сигнала. Для этого следует нажать кнопку «√». Появится экран вида



После выполнения записи возобновляется процесс проведения измерений.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ВМС.100.00.0000РЭ.

Лист
24

Визуальный контроль временного сигнала или спектра.

Во всех измерительных экранах возможен просмотр реального сигнала или его спектра. Для этого этого следует нажать клавишу «1» или «3» соответственно. Появится экран ожидания



а затем экран временного сигнала или спектра

Методы навигации по экранам просмотра сигналов описаны в разделе **Просмотр графиков сигналов и спектров**. Возврат в окно измерений осуществляется по клавише 

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВМС.100.00.0000РЭ.

Лист
25

3. Коммуникационный программный модуль VMS

Программный модуль VMS используется для передачи маршрутов в прибор и приема измерительных данных.

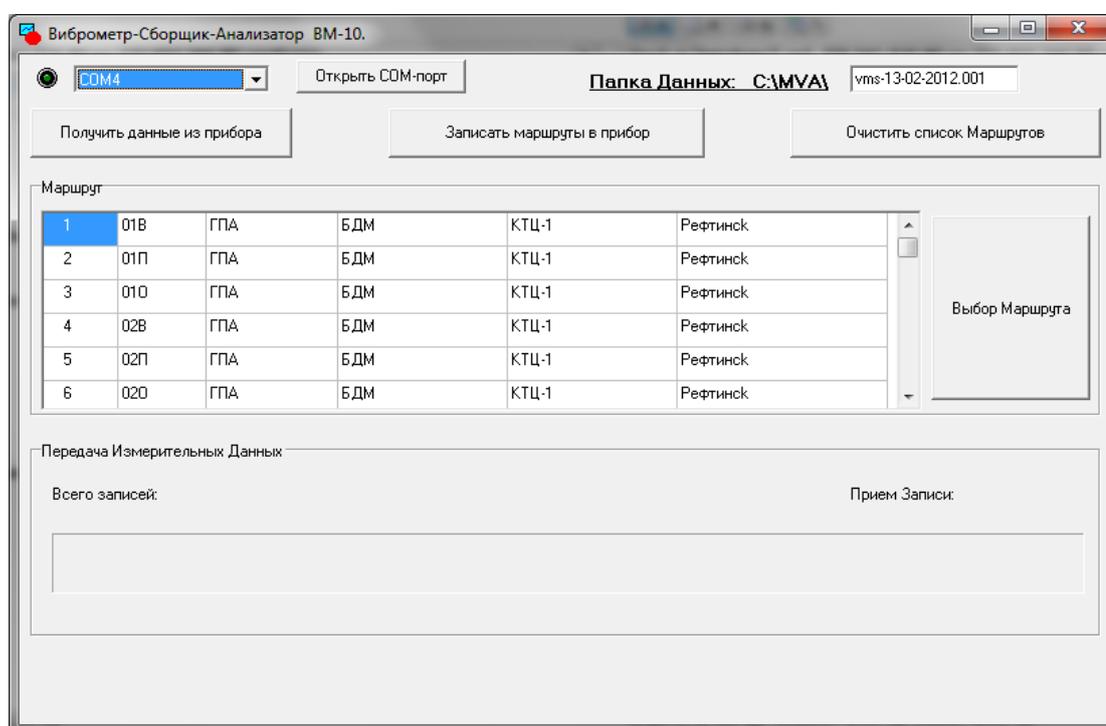
При работе с коммуникационным модулем VMS прибор подключается кабелем USB-COM к компьютеру.

Внимание.

Запрещается подключение-отключение кабеля USB-COM для связи с компьютером при заряде аккумуляторов прибора от адаптера сетевого питания 220В.

В приборе должна необходимо установить режим обмена данными с компьютером – пункты меню **Сервис-Связь с ПК.**

После загрузки программного модуля VMS открывается окно для управления процедурами приема-передачи данных.



Для установления связи с прибором необходимо в списке доступных портов выбрать номер порта к которому подключен прибор (COM1.....). После выбора номера порта из списка необходимо нажать кнопку **Открыть COM-порт**. При установлении связи с прибором должен загореться индикатор зеленого цвета слева от списка портов.

Далее Пользователь может выполнить следующие действия – получить данные из прибора, записать маршрут в прибор, очистить в приборе список механизмов в маршруте или создать маршрут измерений (кнопки **Получить данные из прибора, Записать маршрут в прибор, Очистить список маршрутов, Выбор маршрута**).

Для создания списка механизмов в маршруте необходимо нажать кнопку **Выбор маршрута** и внести в маршрут механизмы из списка.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Создание Маршрута.

Точки

 001
 002
 003
 004

NO	Механизм	Оборудование	Подразделение	Предприятие	Комментарий
7	ТГ-3	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
8	ТГ-4	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
9	ТГ-5	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
10	ТГ-6	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
11	ТГ-7	Турбогенераторы	КТЦ-2	Рефтинская	РедКомм

Функции

Добавить В Маршрут

Очистить Маршрут

Сохранить Маршрут

Выход

NO	Механизм	Оборудование	Подразделение	Предприятие	Комментарий
3	ТГ-4	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
7	ТГ-3	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм
10	ТГ-6	Турбогенераторы	КТЦ-1	Рефтинская	РедКомм

Список механизмов создается при использовании программного модуля KBD.

Внимание.

Данные из прибора по умолчанию принимаются и записываются в папку C:\MVA\vms-дд-мм-гггг.xxx, где дд-мм-гггг – текущая дата, а xxx – порядковый номер. Наименование папки нижнего уровня vms-дд-мм-гггг.xxx может редактироваться Пользователем в окне редактирования.

Для обработки и просмотра данных используется программный модуль mViewVS.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

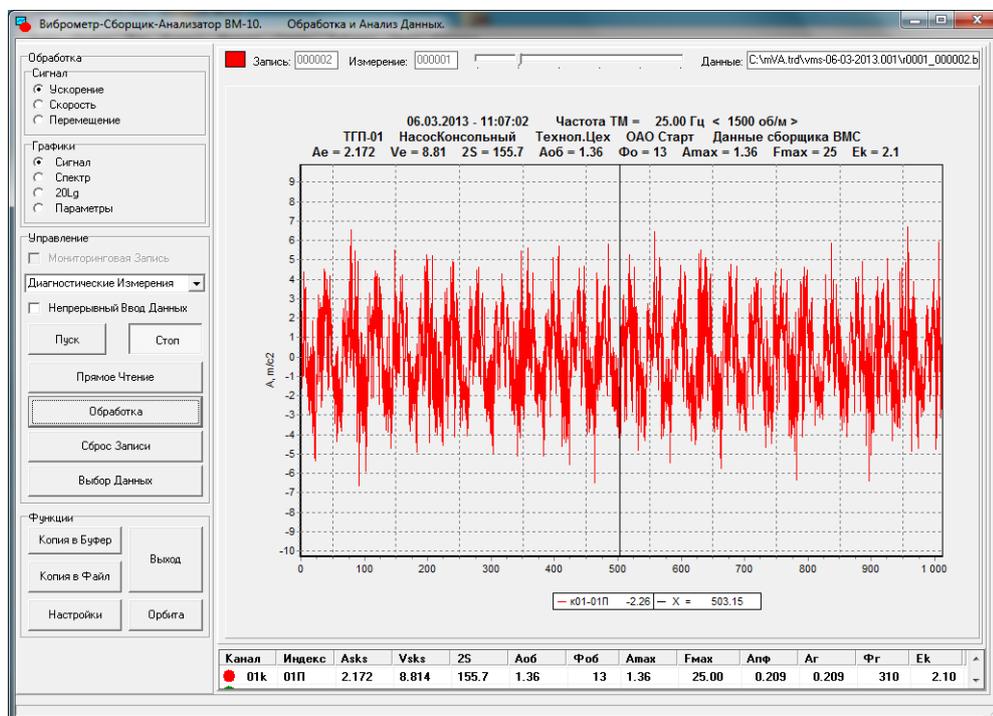
ВМС.100.00.0000РЭ.

Лист
27

4. Программный модуль просмотра архива измерений mViewVS

Программный модуль просмотра архива измерений **mViewVS** используется для отображения и обработки измерительных данных.

Выполнение отображения и обработки измерительных данных может также производиться и с помощью программного модуля **mView8**, входящего в комплект программного обеспечения обработки и анализа данных виброанализатора многофункционального **МВК**.



На информационной панели в нижней части окна отображаются следующие данные:

- номер канала регистрации данных и цвет соответствующего ему графика со значком визуализации графика;
 - среднеквадратические значения виброускорения A_{sks} , виброскорости V_{sks} и размах виброперемещения $2S$;
 - амплитудное значение и фазовый угол на оборотной частоте в виде виброускорения, виброскорости или виброперемещения (по установленному флагу панели **Сигнал**);
 - амплитудное значение и частота максимальной гармоники в спектре сигнала в виде виброускорения, виброскорости или виброперемещения (по установленному флагу панели **Сигнал**);
 - амплитудное значение сигнала на частоте полосового фильтра в виде виброускорения, виброскорости или виброперемещения (по установленному флагу панели **Сигнал**);
 - амплитудное значение и фазовый угол гармонической составляющей сигнала в виде виброускорения, виброскорости или виброперемещения (по установленному флагу панели **Сигнал**);
 - эксцесс сигнала виброускорения.
- Значения кратности гармоники и частота полосового фильтра задаются Пользователем в соответствующих полях на панели **Параметры** (кнопка **Конфигурация**).

По щелчку мыши на номере канала (столбец **Каналы**) Пользователь может оперативно убрать или отобразить график соответствующего канала в окне графиков (для удаленного графика устанавливается значок визуализации --).

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						28

Измерительные данные содержатся в файлах измерительных данных. Имя файла с данными формируется по следующей схеме **dxxxxx_qqqqqq.bin**, где xxxx – четыре символа для номера измерения, а qqqqqq – шесть символов для обозначения номера записи.

Загрузка записи для обработки данных производится при инициализации кнопки **ВыборДанных**.

Загрузка последующих записей в пределах текущего измерения производится при инициализации кнопки **Пуск**.

Изменение направления чтения записей в пределах выбранного измерения производится при нажатии на кнопку **Прямое-Обратное Чтение**

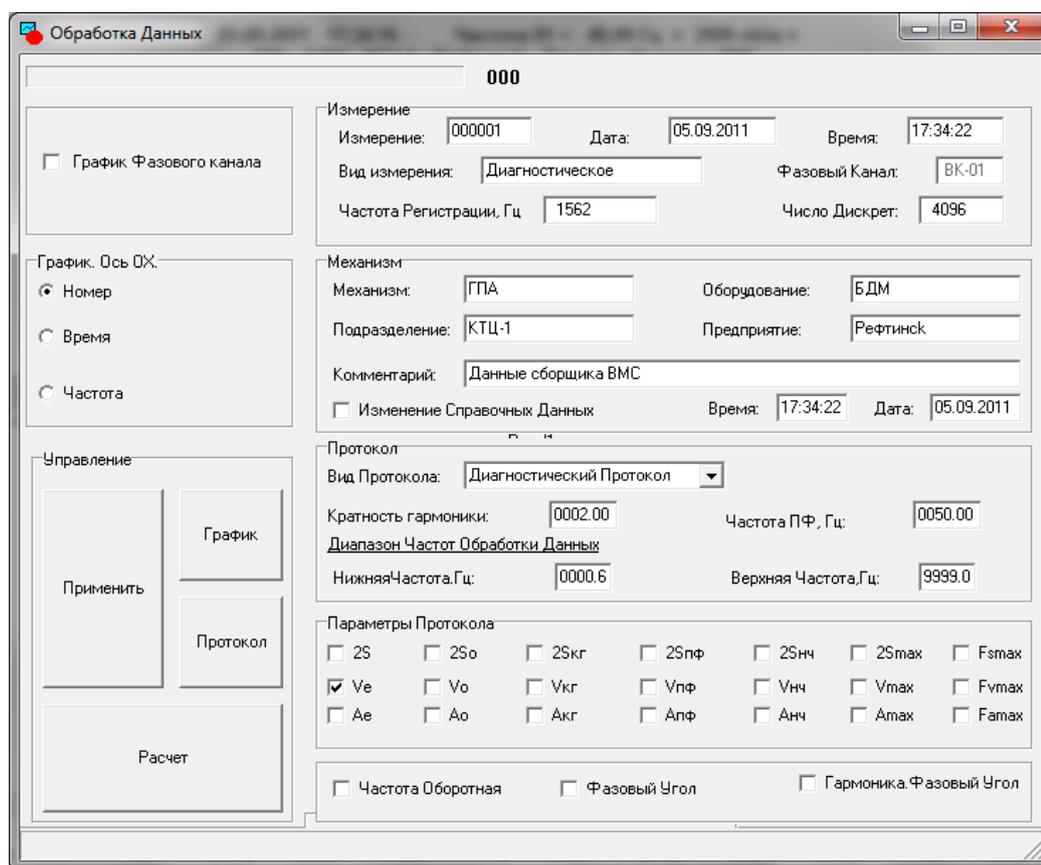
Оперативный выбор записи в пределах выбранного измерения может также производиться при перемещении ползунка в верхней части основного окна.

Кнопка **Сброс Записи** используется для загрузки первой записи в пределах текущего измерения.

Кнопка **Обработка** используется для перехода к меню конфигурирования обработки данных и формирования отчетных протоколов.

В окне **Обработка Данных** Пользователю доступны следующие действия.

1. Включение-выключение каналов отображения данных при установке соответствующих флагов на панели **Линия**.
2. Включения-выключения режима отображения графика фазового тахометрического сигнала при обработке измерительных данных.



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

3. На панели **Протокол** Пользователь может установить требуемые частоты кратности гармоник и полосового фильтра для включения в отчетный протокол, а также выбрать вид протокола (Диагностический или Маршрутный).

4. На панели **Параметры Протокола** Пользователь выбирает при установке соответствующих флагов параметры для включения в отчетные протоколы

- среднеквадратические значения ускорения, скорости, перемещения ($A_e, V_e, 2S$);
- обратные составляющие ускорения, скорости, перемещения ($A_o, V_o, 2S_o$);
- ускорение, скорость, перемещение на частоте кратной гармоники ($A_{кг}, V_{кг}, 2S_{кг}$);
- ускорение, скорость, перемещение на частоте полосового фильтра ($A_{пф}, V_{пф}, 2S_{пф}$);
- ускорение, скорость, перемещение низкочастотной вибрации ($A_{нч}, V_{нч}, 2S_{нч}$);
- ускорение, скорость, перемещение максимальной гармоники в спектре сигнала ($A_{max}, V_{max}, 2S_{max}$);
- частоты максимальной гармоники ускорения, скорости, перемещения в спектр сигнала ($F_{amax}, F_{vmax}, F_{smax}$);

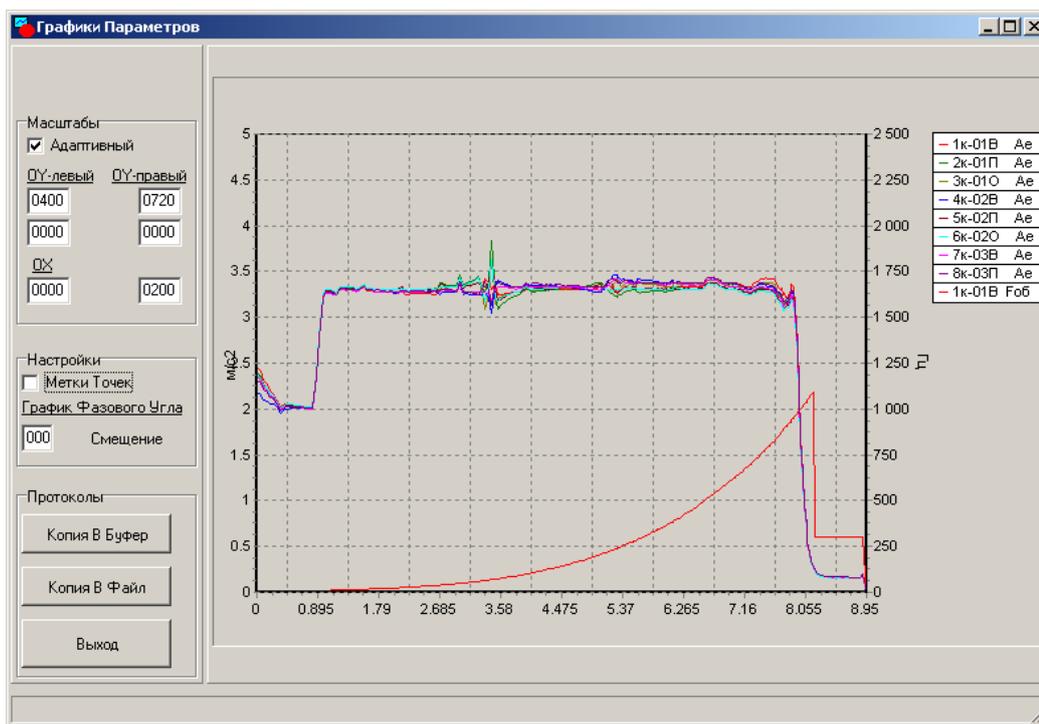
После формирования набора необходимых параметров для включения в отчетный протокол необходимо нажать кнопку **Расчет**, после чего производится обработка данных и формирование протоколов с выбранными параметрами.

5. Формирование табличных протоколов производится после обработки при нажатии на кнопку **Протокол**. Вид протокола (Маршрутный или Диагностический) выбирается пользователем в поле Вид Протокола

Для табличных протоколов (Маршрутного и Диагностического) кнопку **Расчет** требуется нажимать при каждом обновлении набора параметров.

Табличные протоколы формируются в текстовом виде, в форме допускающей транзит табличных данных в редактор MS-Word.

6. Формирование графических протоколов производится после обработки при нажатии на кнопку **График**. В качестве значений для оси абсцисс OX выбирается номер измерения, время или частота фазового канала.



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

7. Обновление программного обеспечения прибора ВМ-10

Пользователю предоставляется возможность самостоятельной установки последних версий программного обеспечения прибора.

Требуемые файлы:

- **app.hex** - файл прошивки.
- **Vload.bat** – командный файл
- **Loader.exe** – исполняемый файл загрузчика
- **Pcomm.dll** – библиотека работы с СОМ-портом

Можно запускать файл **vload.bat**, для этого в нем должен быть указан корректный номер СОМ-порта. Или набрать строку:

Loader <номер_порта> <скорость_связи> <имя_файла_прошивки>

Например: **Loader 3 230400 app.hex**

В файле **vload.bat** для прошивки используется сом-порт №3.

Можно менять порт в файле vload.bat на присвоенный кабелю USB-COM, а можно задать для кабеля USB-COM порт №3.

Для настройки кабеля USB-COM на данный номер порта следует сделать следующее.

1. Зайти в «Диспетчер устройств»
 - а. ПУСК->панель управл.->система->оборудование->диспетчер устройств.
2. Выбрать «Порты (COM и LPT) ->USB serial port
3. Правой кнопкой мыши выбрать Свойства->Port settings->Advanced
4. В поле “COM port number” выбрать COM3
5. Сохранить настройки, нажав ОК.

Для загрузки обновления

1. Запустить файл “vload.bat” на ПК или “Loader <params>”, как описано выше.
2. Подключить выключенный прибор кабелем USB-COM к СОМ-порту ПК.
3. Включить прибор при нажатой кнопке «-/». На экране прибора появятся широкие полосы. На экране ПК высветится служебная информация.
4. Нажать на приборе кнопку «0». Пойдет программирование, о чем будет выводиться информация на экране ПК
5. После окончания программирования прибор перезагрузится.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВМС.100.00.0000РЭ.					Лист
										36
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Моделирование механических колебаний валопровода

1. Программный модуль **ROTOR** моделирования механических колебаний валопровода обеспечивает визуальное отображение на экране монитора пространственных механических колебаний и деформаций элементов валопроводов роторных машин.

Использование программного модуля **ROTOR** позволяет получать специалистам вибродиагностических служб наглядное визуальное представление о формах механических колебаний валопроводов роторных машин в процессе эксплуатации и предоставляет дополнительную информацию при распознавании возможных дефектов.

В качестве исходной информации для работы программного модуля **ROTOR** используются оборотные составляющие виброперемещения и соответствующие им фазовые углы на подшипниковых опорах валопровода для вертикального, поперечного и осевого направлений, полученные при вибродиагностических измерениях на работающей роторной машине.

2. Роторной машиной будем называть машины вращательного действия, состоящие из ряда последовательно соединенных роторов, например, турбогенераторы, вентиляторы, насосы. Роторная машина может включать в свой состав привод (источник вращательного движения элементов валопровода) и исполнительный механизм (нагрузка). Валопровод роторной машины может состоять из ряда роторов, соединяемых между собой муфтами. Роторы устанавливаются на подшипниковых опорах, обеспечивающих сборку роторов в единый валопровод, сцентрированность его отдельных элементов и вращение в процессе эксплуатации. Для каждой подшипниковой опоры определены по отношению к оси вращения ротора значения перемещений на оборотной частоте и соответствующие им фазовые углы для трех направлений измерения вибрации

- вертикальное (В)
- поперечное (П)
- осевое (О)

Перемещения в каждом из направлений определяются выражением

$$Q_n(t) = A_n \cdot \sin(2\pi \cdot F_{об} \cdot t + \varphi_n),$$

где $F_{об}$ – оборотная частота вращения ротора; A_n - амплитуда виброперемещения на оборотной частоте; φ_n - фазовый угол виброперемещения; t - текущий момент времени; $Q_n(t)$ - текущее значение виброперемещени, n - индекс направления (В-П-О).

Значения A_n , φ_n - регистрируются при вибродиагностических измерениях, индивидуальны для каждого направления и подшипниковой опоры.

Суммарное значение перемещения $Q(t)$ в текущий момент времени определяется векторной суммой составляющих по направлениям В-П-О

$$Q(t) = \sqrt{Q_v^{**2} + Q_p^{**2} + Q_o^{**2}}.$$

Следовательно, для левого и правого концов каждого ротора, имеющего исходную длину L определены для текущего момента времени смещения $Q_l(t)$ и $Q_r(t)$, что приводит к деформациям ротора по его длине - растяжению или сжатию по отношению к исходной длине L .

В программном модуле моделирования механических колебаний осуществляется отображение на экране монитора картины перемещений концов роторов при механических

Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и
-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	----------------	--------------	-------------	----------------	-------------	----------------	-------------	-----------

колебаниях и производится оценка возникающих при этом деформации элементов валопровода.

3. Программный модуль **ROTOR.EXE** размещается в директории C:\Vibro.

Исходные данные загружаются по умолчанию из файла C:\Vibro\MODE.MDK.

Справочная информация о работе программного модуля **ROTOR** содержится в файле C:\VIBRO\HELP.TXT.

На рисунке представлено главное окно программного модуля **ROTOR** с элементами управления.

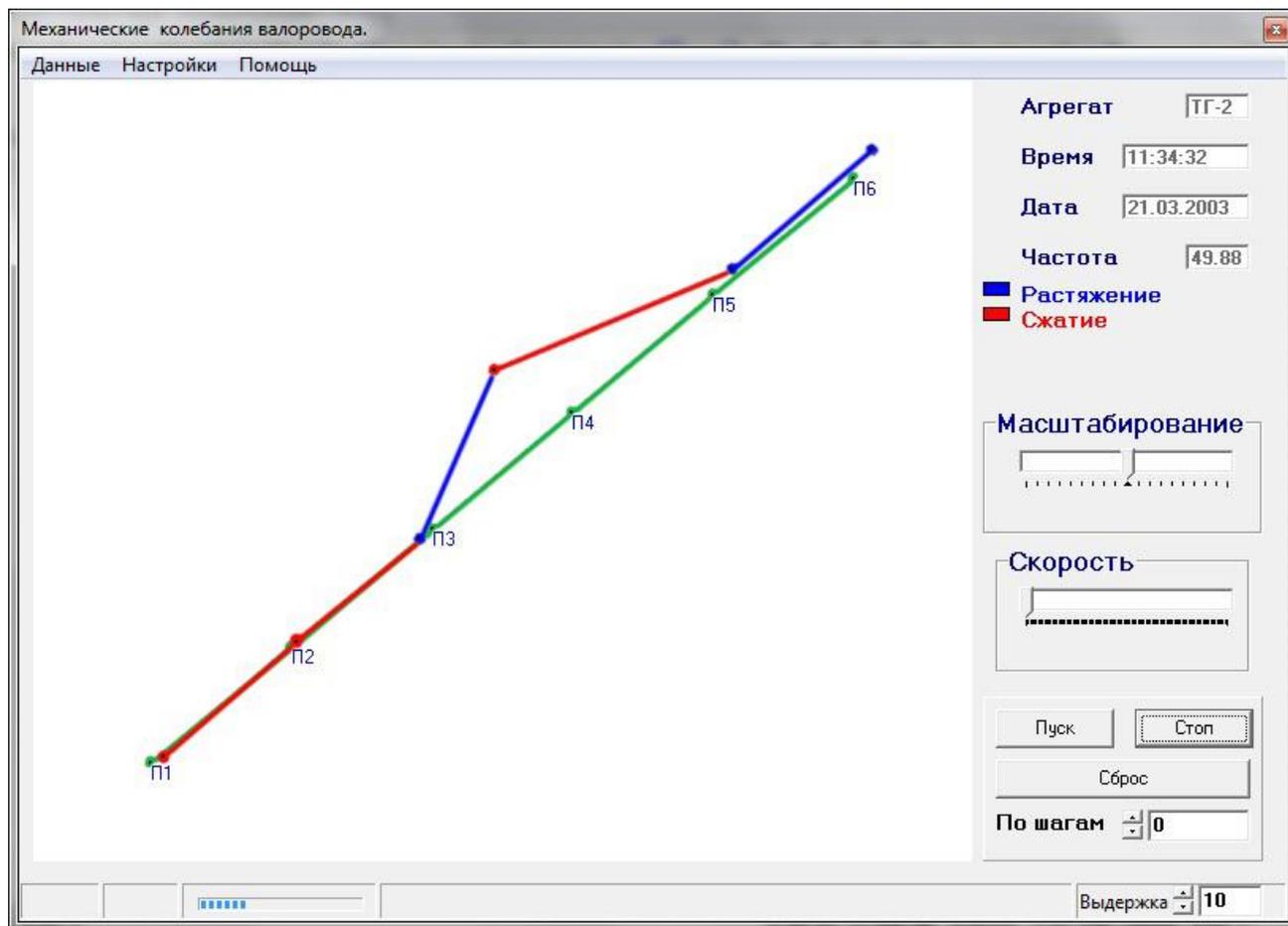


Рис.П1.1. Главное окно программного модуля моделирования механических колебаний

В окне отображается линия вала в пространстве при механических колебаниях валопровода в соответствии с приведенными выше соотношениями.

Диагональ зеленого цвета показывает расположение линии вала при отсутствии перемещений.

Ломаная линия с участками красного и синего цветов соответствует текущему положению линии вала при механических колебаниях, где участки синего цвета соответствуют растяжению соответствующего ротора, а участки красного цвета – сжатию.

Для управления работой программного модуля **ROTOR** используются кнопки **Пуск** и **Стоп** при инициализации которых производится, соответственно, пуск и останов процедуры моделирования механических колебаний валопровода. Кнопка **Сброс** используется для

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

перехода в начальное положение. Кнопки **По Шагам** используются для пошагового отображения данных в прямом и обратном направлениях.

Ползунки **Масштабирование** и **Скорость** используются для выбора оптимального представления отображаемой информации.

Пункты главного меню в верхней части главного меню **Данные, Настройки, Помощь** используются соответственно для обновления данных (загрузка обновленной измерительной информации), получения информации о путях к файлам исходных данных и справочной информации о программе.

Примечание:

Копия рисунка.

Рисунок положения вала в процессе колебаний может быть занесен в буфер обмена при нажатии клавиш <Ctrl-PrtSc>. Далее, из буфера обмена рисунок может быть вставлен в документ MS-Word при нажатии клавиш <Shift-Ins>.

Файл MODE.MDK.

Файл исходных данных MODE.MDK может корректироваться пользователем в текстовом редакторе (например, в редакторе Блокнот).

При редактировании не допускается внесение изменений в структуру файла MODE.MDK.

Файл MODE.MDK					Примечание	
11:34:32	21.03.2003				Дата	Время
ТГ-2					Марка Механизма (без пробелов)	
6					Число опор	
49.89					Оборотная частота в Гц	
1 0	3.1~332	14.9~041	2.0~015		НомерОпоры – КоординатаОпоры-	
2 1200	1.5~143	10.2~060	1.2~350		АмплитудаОборотная~ФазовыйУгол	
3 2400	2.7~264	10.1~187	1.4~106		(без пробелов, через знак ~	
4 3600	19.0~145	23.0~039	62.4~183		по Вертикальному-Поперечному-	
5 4800	10.0~203	12.4~006	6.8~293		Осевому направлениям для заданного	
6 6000	10.2~183	12.5~357	6.6~278		числа опор)	

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВМС.100.00.0000РЭ.	Лист
						39