

ООО Производственно - внедренческая фирма “Вибро-Центр”

Многоканальный синхронный регистратор

АТЛАНТ

Руководство пользователя

г. Пермь

---

## Оглавление

1. Введение.....	5
1.1. Назначение многоканального регистратора АТЛАНТ.....	5
1.2. Состав поставки регистратора АТЛАНТ.....	6
1.2.1. Варианты поставки.....	6
1.2.1.1. Стандартная поставка.....	6
1.2.1.2. Дополнительные принадлежности.....	6
1.2.1.3. Минимальная поставка.....	7
1.2.2. Требования к компьютеру.....	7
1.2.3. Блок входных усилителей, фильтров и АЦП.....	7
1.2.4. Датчики.....	7
1.3. Программные средства регистратора АТЛАНТ.....	7
1.3.1. Структура хранения информации в базе данных.....	7
1.3.2. Состав и назначение базового ПО.....	8
1.3.3. Экспертно - диагностическое ПО.....	9
1.4. Подготовка регистратора к работе.....	9
1.5. Требования к персоналу.....	9
2. Описание свойств регистратора АТЛАНТ.....	10
2.1. Работа с базой данных прибора.....	10
2.1.1. Выбор станции, агрегата, замера.....	10
2.1.2. Ввод информации по “новому” агрегату.....	14
2.1.2.1. Ввод в память нового предприятия.....	14
2.1.2.2. Ввод нового агрегата.....	14
2.1.3. Экспорт сигналов из других приборов. Маршруты.....	19
2.1.3.1. Выбор прибора для импорта.....	19
2.1.3.2. Импорт сигналов из ранних версий программ Паллада и Веста.....	20
2.1.3.3. Ручной ввод гармоник.....	21
2.1.3.4. Импорт таблицы из файла.....	21
2.1.3.5. Импорт сигналов с прибора Диана-2М.....	23
2.1.3.6. Создание и исправление маршрута обхода агрегатов.....	23
2.1.3.7. Загрузка маршрута в прибор и перекачка замеров по маршруту из прибора.....	24
2.2. Просмотр сигналов на экране.....	25
2.2.1. Выбор сигналов и раскладка сигналов на экране.....	25
2.2.1.1. Выбор сигналов для просмотра на экране.....	25
2.2.1.2. Управление сигналами на экране компьютера.....	25
2.2.1.3. Представление амплитуды спектра.....	28
2.2.2. Просмотр каскада сигналов.....	29
2.2.3. Построение трендов замера.....	30
2.2.4. Дополнительные параметры замера.....	31
2.3. Преобразования сигналов в приборе.....	31
2.3.1. Преобразования сигналов во “временном” виде.....	31
2.3.2. Преобразования в частотном виде.....	31
2.3.3. Вейвлет - преобразование вибросигналов.....	33
2.3.4. Анимация сигналов.....	36
2.4. Печать графиков сигналов.....	38
3. Работа с прибором.....	41
3.1. Регистрация сигналов.....	41
3.1.1. Подготовка прибора к работе.....	41
3.1.1.1. Развертывание прибора.....	41
3.1.1.2. Сборка схемы измерения и регистрации.....	41
3.1.2. Конфигурация прибора.....	42
3.1.2.1. Возможности гибкой конфигурации прибора.....	42
3.1.2.2. Описание параметров конфигурации прибора.....	42
3.1.2.2.1. Общие параметры конфигурации.....	42
3.1.2.2.2. Параметры регистрации.....	42
3.1.2.2.3. Дополнительные параметры регистрации.....	42
3.1.2.2.4. Протокол включения датчиков.....	43
3.1.2.3. Создание новой конфигурации прибора.....	43
3.1.3. Регистрация и просмотр сигналов.....	45
3.1.3.1. Регистрация сигналов.....	45
3.1.3.2. Просмотр сигналов на экране.....	48

3.1.4.Запись сигналов в память прибора.....	49
3.2.Циклическое чтение замеров.....	49
3.3.Разгон-Выбег.....	50
3.4.Мониторинг агрегата.....	51
3.4.1.Настройка показа окон.....	53
3.4.2.Настройка единиц измерения.....	53
3.4.3.Условия снятия замеров.....	53
3.5.Установка и подключение датчиков.....	54
3.6.Лазерный отметчик фазы.....	54
3.7.Рекомендации по настройке отметчика фазы.....	55
4.Система “Паллада+” – диагностика роторного оборудования.....	56
4.1.Назначение и возможности экспертной системы.....	56
4.1.1.Назначение экспертной системы “Паллада+”.....	56
4.1.2.Основные алгоритмические модули системы “Паллада+”.....	56
4.1.3.Особенности практического применения системы “Паллада+”.....	57
4.1.4.Математический аппарат и возможности системы “Паллада+”.....	58
4.1.5.Возможности системы “Паллада+”.....	59
4.2.Работа с «закрытой» экспертной системой «Паллада+».....	60
4.2.1.Функции диагностики состояния агрегата.....	60
4.2.2.Требования к исходным сигналам.....	61
4.2.3.Функция “Диагноз - эволюция агрегата”.....	63
4.2.4.Графическая диагностика состояния агрегата.....	65
4.2.5.Справка по состоянию агрегата.....	69
4.3.Открытая система спектральной диагностики.....	71
4.3.1.Общее описание структуры диагностического языка «Паллада».....	71
4.3.1.1.Возможности языка «Паллада».....	71
4.3.1.2.Состав открытой диагностической системы.....	71
4.3.1.2.1.Язык написания диагностических правил «Паллада».....	71
4.3.1.2.2.Интерпретатор диагностических правил.....	72
4.3.1.2.3.Диагностические параметры.....	72
4.3.1.2.4.Уровни диагностики.....	72
4.3.1.2.5.Диагностическое правило.....	73
4.3.1.2.6.Методика диагностики.....	73
4.3.1.2.7.Структура хранения файлов диагностических процедур открытой экспертной системы диагностики «Паллада» в базе данных прибора Атлант.....	74
4.3.2.Диагностический язык «Паллада».....	75
4.3.2.1.Параметры диагностического языка.....	75
4.3.2.2.Операции, операторы и переменные языка «Паллада».....	77
4.3.2.2.1.Операции.....	77
4.3.2.2.2.Операторы управления.....	78
4.3.2.2.3.Переменные.....	78
4.3.3.Формирование методики диагностики.....	79
4.3.3.1.Формирование новой методики диагностики.....	79
4.3.3.2.Требования к исходным вибросигналам.....	84
4.3.4.Диагностические правила в языке «Паллада».....	85
4.3.4.1.Создание нового диагностического правила.....	85
4.3.4.2.Подпрограмма – конструктор наименований диагностических параметров.....	87
4.3.4.3.Корректировка диагностического правила.....	88
4.4.Примеры диагностических правил.....	89
4.4.1.Проблемы агрегатного объединения механизмов.....	89
4.4.1.1.Диагностика расцентровки по спектрам вибросигналов.....	89
4.4.1.2.Диагностика расцентровки по СКЗ виброскорости.....	91
4.4.1.3.Проблемы жестких муфт.....	93
4.4.1.4.Проблемы монтажа линзовых муфт.....	96
4.4.1.5.Проблемы зубчатых (зубцовых) муфт.....	98
4.4.1.6.Проблемы пальцевых муфт.....	102
4.4.2.Проблемы отдельных механизмов.....	104
4.4.2.1.Небаланс ротора.....	104
4.4.2.2.Лопаточные вибрации насосов.....	106
5.Система “Ариадна” - диагностика подшипников качения.....	109
5.1.Назначение и возможности экспертной системы.....	109
5.1.1.Назначение экспертной системы “Ариадна”.....	109
5.1.2.Основные модули системы “Ариадна”.....	109
5.1.2.1.Обработчик вибросигналов.....	109
5.1.2.2.Диагностический процессор.....	110

5.1.2.3.База данных по подшипникам.....	111
5.2.Работа с системой “Ариадна”.....	111
5.2.1.Выбор типа подшипника для диагностики в базе данных.....	111
5.2.2.Последовательность диагностики состояния подшипников качения.....	116
6.“Диана” - балансировка роторов в собственных подшипниках.....	122
6.1.Назначение и возможности системы.....	122
6.1.1.Назначение экспертной системы “Диана”.....	122
6.1.2.Основные алгоритмические модули и понятия системы “Диана”.....	123
6.2.Работа с системой “Диана”.....	123
6.2.1.Запуск программы “Диана”.....	123
6.2.2.Формирование протокола балансировки”.....	124
6.2.3.Подготовка к расчету параметров корректирующих грузов.....	125
6.2.4.Запуск программы балансировки в собственных подшипниках.....	126
6.2.5.Аналитический ( классический ) расчет параметров корректирующих грузов.....	130
6.2.6.Графо-аналитический подбор параметров корректирующих грузов.....	132
6.2.7.Отчет по балансировке.....	134
7.Специальные возможности прибора “Атлант”.....	135
7.1.Расчет характеристик насосных агрегатов.....	135
7.1.1.Расчет КПД насосов.....	135
7.1.2.Ввод информации.....	135
7.1.3.Расчет характеристик насосов.....	136
8.ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВКИ.....	137
8.1.Методика калибровки прибора АТЛАНТ.....	137
8.2.Протокол калибровки многоканального синхронного регистратора электрических сигналов “АТЛАНТ”.....	140
9.Приложения.....	141
9.1.Приложение 1. Описание общей структуры базы данных версии 3.03.....	141
9.2.Приложение 2. Формат хранения замеров в базе данных.....	142
9.3.Приложение 3. Дополнительные возможности настройки программы.....	147

# 1. Введение

## 1.1. Назначение многоканального регистратора АТЛАНТ

Многоканальный синхронный регистратор и спектроанализатор АТЛАНТ, далее по тексту просто "регистратор", "прибор АТЛАНТ", предназначен для:

- Синхронной регистрации, спектральной обработки и графического анализа сигналов с датчиков. Количество синхронно регистрируемых сигналов зависит от модели прибора (8, 16 или 32-канальный) и может изменяться пользователем в произвольной конфигурации.

- Решения практических проблем оперативной диагностики состояния оборудования «на месте измерения и регистрации» при помощи встроенных в компьютер экспертных систем, поиска дефектов различных механизмов и конструкций. Стандартно прибор поставляется с системами «Паллада+» спектральной диагностики вращающегося оборудования и «Ариадна» диагностики состояния подшипников качения по спектру огибающей. Для использования пользователем собственных диагностических наработок в составе ПО Атлант поставляется язык написания диагностических правил «Паллада».

- Создания и «ведения» баз данных по зарегистрированным сигналам, сосредоточенным в специальных директориях программы, соответствующих конкретным станциям (цехам) и агрегатам. При помощи этой базы данных можно контролировать техническое состояние оборудования, выявлять тенденции изменения.

- Прибор комплектуется датчиком фазы и при помощи экспертной системой «Диана» позволяет выполнять балансировку и успокоение роторов в собственных подшипниках. (Успокоение является более общим случаем балансировки, позволяющим компенсировать некоторые дефекты при помощи балансировочных грузов.). «Диана» реализует алгоритм балансировки и успокоения для агрегатов с 14 плоскостями коррекции и 42 точками контроля вибрации.

АТЛАНТ является универсальным прибором, обладает широкими возможностями и позволяет легко изменять параметры и свойства регистрации сигналов. При его помощи можно синхронно, т. е. одновременно, регистрировать, обрабатывать и просматривать на экране “временные” сигналы от многих датчиков.

Конструктивно многоканальный синхронный регистратор АТЛАНТ состоит из:

- Блока регистрации и синхронизации сигналов. Он представляет собой небольшой модуль в состав которого входят входные нормирующие усилители, перестраиваемые фильтры, интеграторы и плата быстродействующего синхронного АЦП.
- Блока обработки и хранения сигналов. Он представляет собой переносной компьютер типа “Notebook” стандартной конфигурации.
- Вибродатчиков - пьезоакселерометров с комплектом соединительных проводов и магнитами быстрого крепления.
- Стандартно блок регистрации АТЛАНТ поставляется с распайкой входных разъемов для использования вибродатчиков ВК-310А стандарта ICP производства фирмы «ВиКонт». При необходимости использования для регистрации вибродатчиков других фирм - производителей необходимо при заключении договора на поставку прибора оговаривать распайку входных разъемов.

Основные технические параметры регистратора АТЛАНТ:

Количество каналов регистрации аналоговых сигналов	8, 16, 32
Частота опроса каналов при регистрации сигналов, Гц	3 ÷ 25 000
Частотный диапазон поставляемых вибродатчиков, Гц	3 ÷ 5 000
Длительность временных выборок сигналов	0,01 сек ÷ 2 час
Частотное разрешение получаемых спектров, линий	50 ÷ 3200
Время работы от внутренних источников питания, час	2,5 ÷ 4,0
Вес прибора без датчиков, кг	7,0

АТЛАНТ создавался преимущественно как регистратор и анализатор вибросигналов, поэтому основное внимание в данной инструкции уделено регистрации и обработке сигналов с вибродатчиков - пьезоакселерометров. Дополнительно к прибору могут быть подключен датчик фазы.

Спектроанализатор АТЛАНТ, благодаря эффективному использованию свойств переносного компьютера, имеет гибкую конфигурацию, обладает большими вычислительными возможностями. Он позволяет пользователю:

Изменять конфигурацию прибора, основные параметры регистрации сигналов:

- тип и частотный диапазон применяемых датчиков;
- количество каналов регистрации и “раскладку” датчиков по каналам;
- частоту синхронного опроса датчиков;
- длительность непрерывной регистрации сигналов.

Зарегистрированную с датчиков информацию, для визуального контроля и экспресс - анализа, можно просматривать на экране компьютера, который программно разбивается на нужное количество отдельных окон просмотра и позволяет в широком диапазоне изменять параметры просмотра - масштабирование и “временное” разрешение.

Вся информация по контролируемым агрегатам, выполненным замерам и рассчитанным параметрам состояния хранится во внутренней базе данных прибора.

Исходные вибросигналы можно подвергать дополнительной обработке. Это позволяет:

- осуществлять переходы между виброускорением, виброскоростью и виброперемещением;
- контролировать изменения параметров при пуске и выбеге оборудования практически на любом интервале времени, определять критические резонансные частоты оборудования;
- учитывать влияния режимов работы оборудования, устранять тепловые расцентровки;
- преобразовывать сигналы из временной области в частотную, для чего применяются процедуры БПФ или частотной фильтрации ( для “узкого” временного интервала );
- выполнять специальные преобразования, такие, как расчет кепстров, ваевлетов и т. д.

Вычислительная мощность применяемого в синхронном регистраторе АТЛАНТ переносного компьютера достаточна для того, чтобы в нем могла работать практически любая современная диагностическая экспертная система. Из продукции нашей фирмы это могут быть системы диагностики вращающегося оборудования - «Паллада+», подшипников качения - «Ариадна», трансформаторов - «Веста» и т. д.

В такой комплектации регистратор АТЛАНТ превращается в переносную диагностическую станцию, позволяющую максимально быстро, на месте регистрации, производить оценку текущего технического состояния контролируемого оборудования. Такой подход к диагностике позволяет существенно экономить материальные ресурсы предприятия за счет снижения риска возникновения аварийных ситуаций.

Совместное использование многоканальной регистрации вибросигналов и многомерного представления сигналов на экране компьютера позволяет использовать Атлант в самых сложных случаях диагностики оборудования. Опыт применения прибора Атлант в сложных случаях сотрудниками фирмы «Вибро-Центр» показал, что с его помощью удается за несколько часов диагностировать очень сложные и комплексные дефекты, которые при помощи обычных одноканальных приборов диагностировать не удастся вообще.

## 1.2. Состав поставки регистратора АТЛАНТ

### 1.2.1. Варианты поставки

Комплектность поставки регистратора АТЛАНТ определяется договором поставки и может иметь несколько модификаций.

#### 1.2.1.1. Стандартная поставка

Она включает в себя следующее:

1. Переносный компьютер типа «ноутбук»
2. Блок регистрации и синхронизации сигналов
3. Вибродатчиков производства фирмы «ВиКонт», регистрирующих вибрацию в диапазоне 3 - 5 000 Гц.
4. Лазерный отметчик фазы для балансировки роторов в собственных подшипниках
5. Базового программного обеспечения прибора, обеспечивающего регистрацию, просмотр и хранение информации.
6. Экспертных систем “Паллада+”, “Ариадна”, «Диана» и языка написания диагностических правил «Паллада».

#### 1.2.1.2. Дополнительные принадлежности

Дополнительно к стандартной поставке прибор может комплектоваться:

1. Вибродатчики дополнительно к 8 штатным, в любом количестве по выбору Пользователя.
2. Отметчики фазы для балансировки роторов в собственных подшипниках. Это могут быть индукционный отметчик, вихретоковый, фотоэлектронный, электрический.
3. Центровочные скобы с электронными индикаторами. Применение этой добавки превращает АТЛАНТ в идеальный прибор для ремонтных служб.

### 1.2.1.3. Минимальная поставка

Минимальная поставка регистратора АТЛАНТ состоит из:

1. Блок регистрации и синхронизации сигналов, рассчитанный на подключение 4 вибродатчиков.
  2. Базового программного обеспечения прибора.
- Все остальные элементы уже могут быть у пользователя и в состав поставки не будут включены.

### 1.2.2. Требования к компьютеру

В АТЛАНТ применяется переносной компьютер Notebook с процессором «Pentium 4» или выше, с операционной системой “Windows XP” и выше. Объем оперативной памяти компьютера - не менее 256Мб, желательно 512Мб. Для удобства работы с программой Ваш компьютер должен быть обязательно оснащен манипулятором “мышка”. В более современных компьютерах используются манипуляторы “trackball”, “Touch Pad” или иной конструкции. По своим функциям все они одинаковы.

Базовая версия программного обеспечения АТЛАНТ занимает на жестком диске примерно 20 Мб. На жестком диске кроме места для программы следует предусматривать место для замеров, примерно от 10 - 500 Кб памяти для каждого замера (в зависимости от параметров замера).

Регистратор АТЛАНТ прекрасно работает с обычным «офисным» компьютером, но в этом случае прибор может использоваться только стационарно.

Современные переносные компьютеры рассчитаны на работу в условиях, недопустимых для офисных ЭВМ. Это может быть лаборатория, цех, автомобиль, полевые условия. Выбирая компьютер для системы АТЛАНТ Вы должны представлять условия будущей работы и четко формулировать требования. Все остальное определяется Вашими возможностями, т. к. в настоящее время выпускаются переносные компьютеры, рассчитанные на работу в условиях боевых действий и даже в воде.

### 1.2.3. Блок входных усилителей, фильтров и АЦП

Блок состоит из следующих основных частей:

- Платы синхронного многоканального быстродействующего АЦП,
- Программно - перестраиваемых входных фильтров низких частот,
- Системы управления фильтрами и питанием,
- Блока питания активных фильтров - 4 аккумулятора типа «АА».

С целью снижения энергопотребления питание от аккумуляторов подается только в момент измерений, длительность которых составляет не более нескольких секунд. Программа АТЛАНТ контролирует заряд аккумулятора прибора, определяет его ресурс и длительность работы без подзарядки. Одной зарядки аккумулятора хватает для выполнения в среднем 4 000 замеров.

### 1.2.4. Датчики

Для регистрации вибросигналов и записи их в память прибора необходимы вибродатчики и комплект соединительных проводов

АТЛАНТ способен регистрировать и обрабатывать сигналы от датчиков - акселерометров вибрации с выходом по протоколу ICP.

## 1.3. Программные средства регистратора АТЛАНТ

Установка системы АТЛАНТ на компьютере производится стандартными средствами операционной системы. Необходимо вставить установочный диск в «CD – привод» компьютера. Для установки системы АТЛАНТ необходимо зайти в каталог ATLANT и запустить программу инсталляции ATLANT.EXE. Далее все будет происходить стандартным способом, принятым для компьютеров. При первой установке на компьютер для работы с платой АЦП необходимо установить драйверы USB. Для этого на CD поставляются драйверы фирмы L-CARD. Они расположены в каталоге LCARDUSB.

### 1.3.1. Структура хранения информации в базе данных

Основной исполняемый файл программы хранится в корневом каталоге программы ATLANT. Это файл с - “atlant.exe”. В корневом каталоге программы имеются каталоги “BASE”, ”INI” и “RULES”. Первый предназначен для хранения рабочей информации, второй содержит вспомогательные файлы программы, третий – правила для диагностики, написанные Вами.

Для каждой станции ( цеха, подразделения, завода ), на которой располагается контролируемое оборудование, в директории “BASE” программой автоматически создаются директории станций. Сколько различных станций пользователь введет в программу - столько будет создано отдельных директорий,

начинающихся с подчеркивания. Внутри каждой директории станции есть корневой файл станции “unit\_d.inf”, который хранит справочную информацию по станции. Если его просмотреть обычным текстовым редактором, то в заголовке можно увидеть путь к данной станции, ее наименование. Остальная информация является служебной для программы. Изменять ничего в этом файле нельзя !

Если директорию станции полностью скопировать и перенести на другой компьютер, то- программа будет нормально с этой станцией работать и на другом компьютере. Если директорию станции полностью удалить - вся информация по контролируемому оборудованию данной станции потеряется.

Для каждого агрегата в директории станции программой автоматически создается отдельный подкаталог агрегата, начинающийся с подчеркивания. Сколько агрегатов данной станции контролируется программой, столько будет создано подкаталогов.

Внутри каждого подкаталога агрегата есть корневой файл агрегата “unit\_a.inf”, который хранит справочную информацию по агрегату. Если его просмотреть обычным текстовым редактором, то в заголовке можно увидеть “путь к данному агрегату”, к какой станции он относится и его номер и марку. Остальная информация является служебной для программы. Изменять ничего в этом файле нельзя! Если каталог агрегата удалить - вся информация по этому агрегату потеряется. В подкаталоге агрегата также хранятся замеры по этому агрегату.

В директории агрегата могут присутствовать хотя файлы конфигурации прибора типа “3021010.fkf”. Этот файл хранит условия регистрации информации с данного агрегата при помощи прибора АТЛАНТ. Наименование файла отражает время его создания - приведенный выше файл конфигурации был создан 10 октября 2002 года. Если на данном агрегате проводились исследования в различной “конфигурации прибора”, то файлов конфигурации может быть несколько.

Все файлы замеров имеют специальные наименования типа “m3021025.001”, “m3021025.002” или “m3021026.001”. Начальная буква “m” в наименовании говорит о том, что это замер. Цифры в наименовании обозначают следующее: 3 - признак двадцать первого века в летоисчислении, 02 - две последние цифры года, 10 - месяц, 25 - дата проведения замера. Если в этот день проводился один замер, то это можно определить по расширению файла. Расширение файла “.001” или “.002” говорит о том, какой номер этого замера в дне, когда проводились измерения, что это замер.

Если просмотреть файл замера текстовым редактором, то в его начале можно обнаружить, к какому агрегату и к какой станции он принадлежит. Все это сделано для того, чтобы нельзя было перепутать замеры и для возможности работы с программой на нескольких компьютерах. Всегда легко слить две базы, если они различаются только набором файлов. Уезжая в командировку можно “взять” с собой все интересующие Вас замеры.

Благодаря этому программа легко адаптируется для работы в вычислительной сети предприятия или энергосистемы. Работа по вводу замеров и их обработке будет сосредоточена на одном компьютере, а просмотр - возможен на всех компьютерах вычислительной сети предприятия.

Стандартно организационная структура предприятия пользователя укладывается в два уровня - станция и агрегат. При этом общее количество уровней хранения сигналов составляет четыре - станция, агрегат, точка контроля, проекция сигнала. Для некоторых предприятий характерна трехуровневая организационная структура - станция, цех, агрегат. При этом общее количество уровней хранения составляет пять. Пользователь по своему усмотрению выбирает нужную ему систему хранения, причем в одном приборе эти системы могут присутствовать одновременно, не мешая друг другу. Возможно еще более глубокая структура — подразделение, участок, место

### 1.3.2. Состав и назначение базового ПО

Все программное обеспечение (ПО) регистратора АТЛАНТ подразделяется на две части - базовое ПО и экспертно диагностическое программное обеспечение.

В состав базового программного обеспечения, без которого работа прибора невозможна, входит:

- Программного обеспечения организации дружественного интерфейса для пользователя, обеспечивающего простое управление прибором при помощи стандартных устройств ЭВМ - клавиатуры и манипулятора типа “мышка”;
- Программного обеспечения организации хранения и управления хранением информации об оборудовании и замеров вибрации в базе данных;
- Программного обеспечения управления работой внешнего АЦП, управляемых фильтров, инструментальных входных усилителей и мультиплексоров;
- Программного обеспечения просмотра и масштабирования сигналов на экране в удобном для пользователя виде;
- Специального математического обеспечения, обеспечивающего проведение преобразования сигналов.

Такой набор программ является минимальным по набору и обеспечивает регистрацию, просмотр и преобразование сигналов.



### 1.3.3. Экспертно - диагностическое ПО

С регистратором АТЛАНТ стандартно поставляются три экспертные вибродиагностические программы и один алгоритмический язык написания диагностических правил. Это:

- “Паллада+”, предназначенная для оценки технического состояния и диагностики дефектов различного вращающегося оборудования по спектрам вибросигналов, прогнозирования очередных замеров вибрации и сроков ремонтов.
- “Ариадна”, предназначенная для ранней диагностики подшипников качения по спектрам огибающей вибросигнала, выявляющая до 15 различных дефектов состояния подшипников и их монтажа на ранней стадии их зарождения.
- “Диана”, предназначенная для проведения балансировки и успокоения роторов механизмов в собственных подшипниках.
- “Паллада” – язык написания диагностических правил. При помощи этого языка пользователь может записать свои наработки, полученные в результате анализа диагностических особенностей вибросигналов. Эти особенности нарабатываются пользователем в результате длительной работы с конкретным оборудованием, анализа диагнозов и результатов вскрытия оборудования в процессе ремонтов.

При помощи этих встроенных экспертных систем АТЛАНТ приобретает свойства вибродиагностического комплекса, соединяющего в себе регистрацию, хранение, обработку сигналов, экспертную оценку технического состояния и диагностику контролируемого оборудования. Он превращается в вибродиагностический компьютер, обладающий большими возможностями.

### 1.4. Подготовка регистратора к работе

- Откройте транспортный кейс, достаньте из него компьютер и внешний коммутационный блок. Установите их на месте работы.
- Подключите к компьютеру внешний блок при помощи соединительных кабелей.
- Включите компьютер и, при помощи средств стандартной операционной системы, запустите программу “Атлант”.
- Подключите к внешнему блоку необходимые датчики.
- Убедитесь, что аккумуляторы внешнего блока заряжены, для чего нажмите на экране компьютера клавишу “Ресурс питания”.
- Прибор готов к работе.

### 1.5. Требования к персоналу

Измерения вибросигналов проводятся двумя сотрудниками при условии выполнения всех правил техники безопасности, принятых на Вашем предприятии. Вибросигналы регистрируются переносными техническими средствами системы АТЛАНТ. Порядок проведения замеров определяется инструкцией к проведению замеров при помощи системы АТЛАНТ.

Обучение работе с программой АТЛАНТ производится при ее продаже. С программой передается данное Руководство Пользователя. В программу встроена функция помощи и поэтому обычно проблем при работе с программой не возникает. От обслуживающего персонала требуется только знакомство с работой на ЭВМ и методикой проведения замеров, изложенной в Инструкции на проведение замеров, поставляемой вместе с Руководством по экспертным системам при поставке системы АТЛАНТ на предприятие Пользователя.

“Вибро-Центр” поддерживает годовую гарантию на работоспособность прибора и программы АТЛАНТ. В дальнейшем поддержка программы проводится по дополнительным соглашениям.

В течении гарантийного срока бесплатно поставляются новые версии программы.

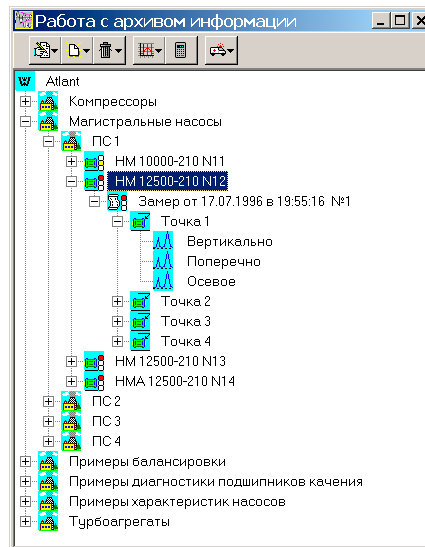
## 2. Описание свойств регистратора АТЛАНТ

### 2.1. Работа с базой данных прибора

#### 2.1.1. Выбор станции, агрегата, замера

Запуск в работу регистратора АТЛАНТ начинается с включения компьютера и запуска программы АТЛАНТ. На экране появляются клавиши управления, описание которых будет дано ниже.

При запуске основной программы прибора в левой части экрана компьютера появляется графическое окно, при помощи которого удобно просматривать имеющуюся в памяти информацию - работать с базой данных прибора. Первоначально в этом окне слева сверху имеется фирменный знак фирмы “Вибро-Центр” и наименование прибора АТЛАНТ.



В верхней строке окна работы с базой данных расположены 6 клавиш управления. Они называются:

1 - “Исправить”. При помощи этой клавиши вносятся изменения в уже имеющуюся в базе данных информацию, чаще всего это исправление наименований станций и агрегатов. Быстрая клавиша – Alt+Enter.

2 - “Новый”. При помощи этой клавиши можно вносить в базу данных новую информацию, создать директорию для новой станции, цеха, агрегата и т. д.

3 - “Удалить”. При помощи этой клавиши можно удалить замер, агрегат, цех или станцию из памяти. Вид уровня удаления информации зависит от положения активной строки курсора на экране. Быстрая клавиша – Del.

4 - “Просмотр”. Чаще всего это просмотр сигналов на экране.

5 - “Импорт, чтение сигналов”. Это клавиша управления вводом сигналов в прибор и формирования в базе данных новых файлов замеров. При помощи этой клавиши можно импортировать информацию в базу данных из других приборов.

6 - “Вызов”. При помощи этой клавиши вызывается перечень подключенных в данном приборе экспертных систем и производится запуск выбранной системы.

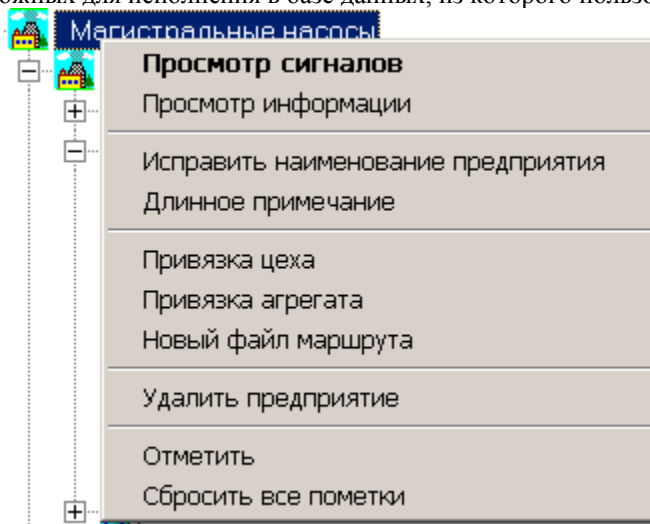
Функциональные возможности этих клавиш управления изменяются в процессе работы программ прибора. В зависимости от того, какой уровень базы данных является активным, в каком режиме работает прибор, клавиши могут изменять назначение и название. Например, клавиша “новый” может относиться или к станции, или к цеху или к агрегату, в зависимости от положения “активного курсора” в поле базы данных.

Клавиши управления информацией базы данных в программе дополнительно дублированы в меню, вызываемом правой кнопкой мыши.

Для первоначального выбора в базе данных нужного предприятия (станции), в котором находится диагностируемое пользователем оборудование, необходимо установить указатель мыши на стилизованное изображение здания предприятия и подтвердить выбор нажатием левой клавиши. Наименование выбранного предприятия будет выделено курсором - будет помещено в прямоугольник синего цвета.

Пример представления информации по структуре базы данных на экране компьютера, показывающий уровни станции, цеха, агрегата, замера, точки контроля и сигнала, показан на рисунке, приведенном выше. На нем показана часть информации, которая была заведена пользователем на предыдущих этапах своей работы с базой данных.

Название выбранной станции можно откорректировать. Для этого отмечается нужная станция, на нее устанавливается указатель мышки и нажимается правая клавиша мышки. На экране появляется перечень доступных операций, возможных для исполнения в базе данных, из которого пользователь выбирает нужную.



“Просмотр сигналов” - при помощи этой функции на экран вызываются все сигналы, имеющиеся в памяти по всем агрегатам и замерам, относящимся к выбранной станции. Если этих сигналов много, а это обычная ситуация, то на экране они будут очень мелкими и разглядеть на них что - либо невозможно. Лучше выбирать меньшие объемы информации для просмотра на экране.

“Просмотр информации” - при помощи этой функции программы можно просмотреть на экране, какие экспертные вибродиагностические системы подключены к данной версии программного обеспечения АТЛАНТ.

“Исправить наименование предприятия” - при помощи этой функции корректируется название станции.

"Длинное примечание" — данная функция позволяет добавить примечание к объекту

“Привязка агрегата” - данная функция позволяет ввести в память программы информацию по новому агрегату, расположенному на данной станции.

“Привязка цеха” - ввод наименования нового цеха. Такая градация хранения оборудования применяется там, где организационная структура предприятия, с оборудованием которого работает система АТЛАНТ, имеет несколько уровней. Обычно это станция, цех, агрегат, или же цех, установка, агрегат и т. д.

“Новый файл маршрута” – создание маршрута обхода агрегатов для приборов, поддерживающих маршрутную технологию.

“Удалить предприятие” - после дополнительного запроса программа удаляет всю информацию по данной станции и ее уже нельзя восстановить. Будьте осторожны!

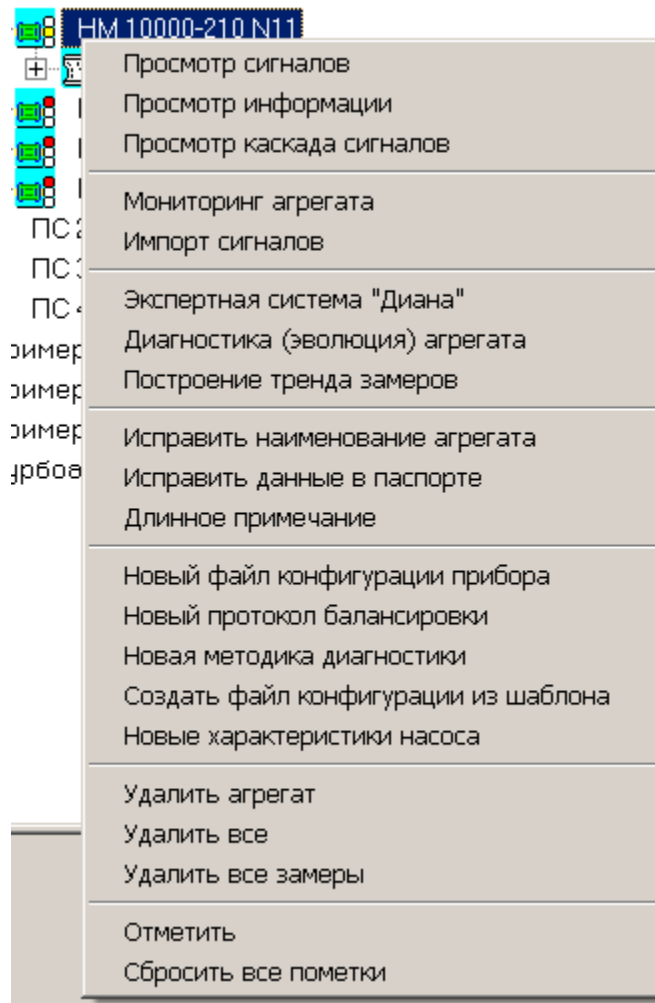
“Отметить” - в каталоге помечается данная станция, что может понадобиться для каких - либо диагностических операций.

“Сбросить пометки” - отменяет пометки.

Для дальнейшего раскрытия узлов, например списка агрегатов, можно нажать на изображение плюса слева или клавишу “Стрелка влево”.

Для выбора в базе данных нужного агрегата необходимо установить указатель манипулятора “мышка” на значок нужной станции (или цеха) и подтвердить выбор левой клавишей. На экране развернется перечень агрегатов станции или цеха, контроль состояния которых ведется (или планируется вести) при помощи системы АТЛАНТ. Рядом с наименованием каждого агрегата стоит значок, изображающий “условный агрегат” и вертикальный светофор состояния агрегата. Если в составе программного обеспечения вашего прибора работает экспертная система “Паллада+” и имеется диагностический паспорт агрегата данной марки, то “активный” цвет на светофоре состояния, зеленый, желтый или красный, показывает, в каком состоянии находится агрегат - в хорошем, удовлетворительном или аварийном.

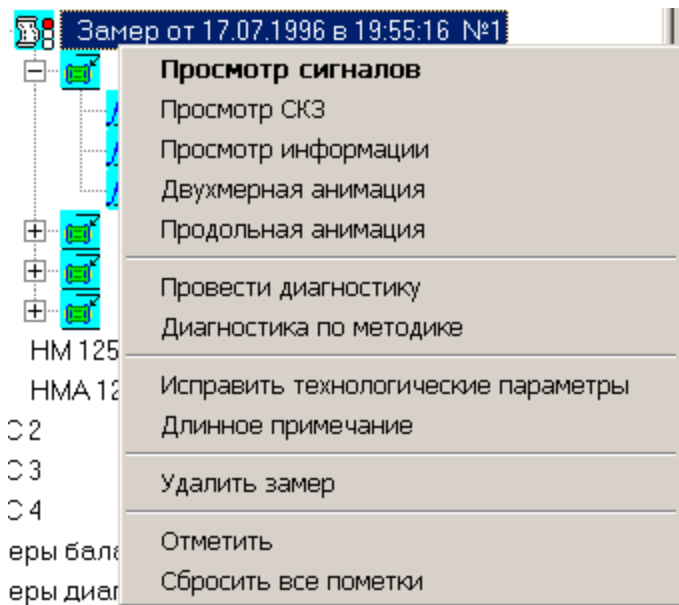
Если, при активном агрегате, нажать на правую клавишу мышки, то на экране появляется перечень доступных функций программы, использование которых возможно для данного агрегата. Вид окна показан на рисунке.



Следует сказать, что все алгоритмы процедур работы с базой данных прибора на экране компьютера соответствуют аналогичным процедурам управления в операционной системе компьютера, поэтому описывать их подробно нет необходимости. Имея навыки работы с компьютером, можно легко освоиться с программой АТЛАНТ. Следует просто помнить, что практически всегда активны левая и правая клавиши мышки и оперативные клавиши основной клавиатуры компьютера.

Выбор необходимого для диагностики или просмотра замера из памяти прибора производится аналогично выбору станции и агрегата. Представленная на экране информация по замеру достаточна для правильного выбора интересующего замера. Это и дата проведения замера и точное время проведения регистрации.

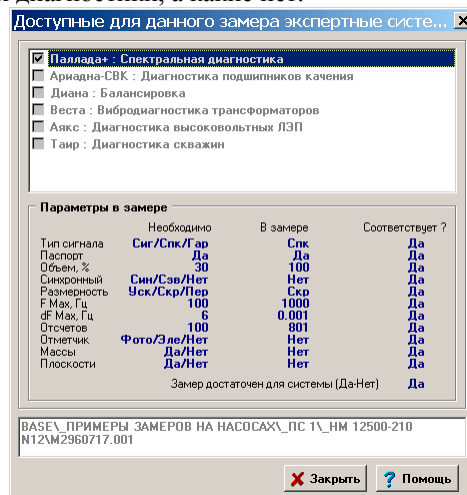
Перечень доступных функций для работы с замерами, появляющийся на экране при нажатии на правую клавишу мышки, отличается от предыдущего. Здесь появляются строки “Просмотр СКЗ”, “Просмотр информации”, “Двухмерная анимация” и “Продольная анимация”. Это окно функций показано ниже.



При нажатии на клавишу “Просмотр СКЗ” на экране появляется таблица, в которой приведены значения СКЗ виброскорости по всем точкам и проекциям контроля вибрации на данном агрегате, рассчитанные по всем сигналам, имеющимся в данном замере. Формат таблицы представления СКЗ определяется диагностическим паспортом данного агрегата. Если в таблице СКЗ в какой-либо точке нет значения, значит по ней регистрация не проводилась, и такой сигнал в данном замере отсутствует.

Особого внимания заслуживает строка в окне активных функций “Просмотр информации”. При нажатии на нее на экране появляется окно “Доступные для данного замера экспертные системы”. В нем происходит определение общих параметров замера и показывается, для каких целей пригоден данный замер. В окне показываются общие и частные параметры сигналов в замере, которые практически полностью характеризуют информативность данного замера.

Пользователь, перемещая указатель активной строки по наименованиям имеющихся в приборе экспертных систем, отмечая их в квадратах слева от названия, видит, какие параметры сигналов в данном замере являются достаточными для диагностики, а какие нет.



Нижняя строка этого окна дает общее итоговое заключение о пригодности информации из данного замера для проведения общей диагностики состояния агрегата, диагностики подшипников качения, для проведения балансировки в собственных подшипниках.

Функции работы с сигналами в базе данных с наименованиями “Двухмерная анимация” и “Продольная анимация” предназначены для графического анализа состояния агрегата. Они могут быть использованы только для просмотра на экране вибросигналов, синхронно зарегистрированных с использованием диагностического паспорта агрегата.

При необходимости любой замер в базе данных можно “раскрыть” до уровня контролируемой точки и проекции контроля. При этом рядом с каждым сигналом будет значок, показывающий тип хранимой информации - временной сигнал или спектр.

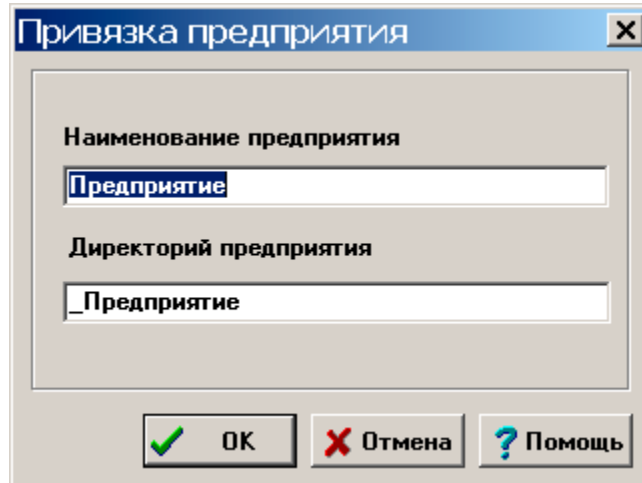
Возможные функции просмотра графиков описаны в руководстве ниже.

## 2.1.2. Ввод информации по “новому” агрегату

### 2.1.2.1. Ввод в память нового предприятия

Это нужно делать тогда, когда пользователь только начинает работать с оборудованием “новой” станции, с агрегатами которой раньше он еще не работал.

При этом на экране активным должен быть уровень “Атлант”, т. е. верхний уровень базы данных по агрегатам. Для ввода новой станции нажимается правая клавиша мышки, на экране появляется окно доступных функций, в котором выбирается “Привязка предприятия”. На экране компьютера появляется окно, внешний вид которого показан ниже.



В верхней строке ввода информации в окне ввода новой станции пользователь должен ввести наименование станции, а в нижней строке, при желании, откорректировать служебное название директории станции в памяти программы, начинающееся с подчеркивания. Второе можно и не делать, т. к. программа сама автоматически предлагает несовпадающие между собой названия для директорий различных станций.

После подтверждения ввода наименования станции на экране, в окне “Работа с базой данных”, в общем перечне станций, сразу же появляется и вновь введенная станция, причем показывается ее “русское” название из верхней строки.

Ввод нового цеха проводится аналогично вводу новой станции, но в окне базы данных активным должен быть не строка “Атлант”, а название той станции, в которой планируется определить новый цех с контролируемым оборудованием.

### 2.1.2.2. Ввод нового агрегата

Эта процедура является более сложной, чем ввод в память “новых” станции и цеха. При вводе нового агрегата в базу данных программе необходимо решать вопрос о форме и размерности хранимой в базе данных информации по сигналам. Необходимо заранее решить вопрос о максимально возможном объеме и формате хранения сигналов. Правильность выбора параметров хранения обеспечит нормальную работу программы в дальнейшем, не потребует проведения каких-либо корректировок.

Очевидно, что решение этого вопроса связано с большим количеством индивидуальных конструктивных и иных параметров агрегата - его типа и марки, количества точек контроля вибрации, доступных и необходимых проекций для установки вибродатчиков, необходимости регистрации сигналов другого типа, необходимости учета “дискретных” технологических параметров и т. д.

С целью определения максимально возможного, но в то же время достаточного по объему формата хранения информации, при вводе нового агрегата программа системы АТЛАНТ предлагает три варианта привязки:

- Агрегаты наиболее часто встречающейся конфигурации привязываются с использованием диагностического паспорта от экспертной системы диагностики оборудования по спектрам вибросигналов “Паллада+”, в котором каждый регистрируемый параметр связан с конкретной конструкцией агрегата. Так обычно привязываются насосы, вентиляторы и т. д.

- Подшипники качения привязываются по общему количеству, имеющемуся в данном агрегате. Допустимое количество в одном агрегате - 14.

- Допускается привязка агрегата, информация о котором недостаточна для составления диагностического паспорта, с использованием свободного формата регистрации и хранения информации, в котором определяется только количество регистрируемых параметров без связи с конструкцией агрегата.

Все три способа привязки равнозначны для хранения информации, но имеют отличия по возможностям применения экспертных диагностических систем.

При привязке по диагностическому паспорту и правильно выбранных параметрах конфигурации прибора при регистрации пользователь может использовать экспертные системы “Паллада” для общей диагностики агрегата и “Ариадна” для диагностики состояния подшипников качения.

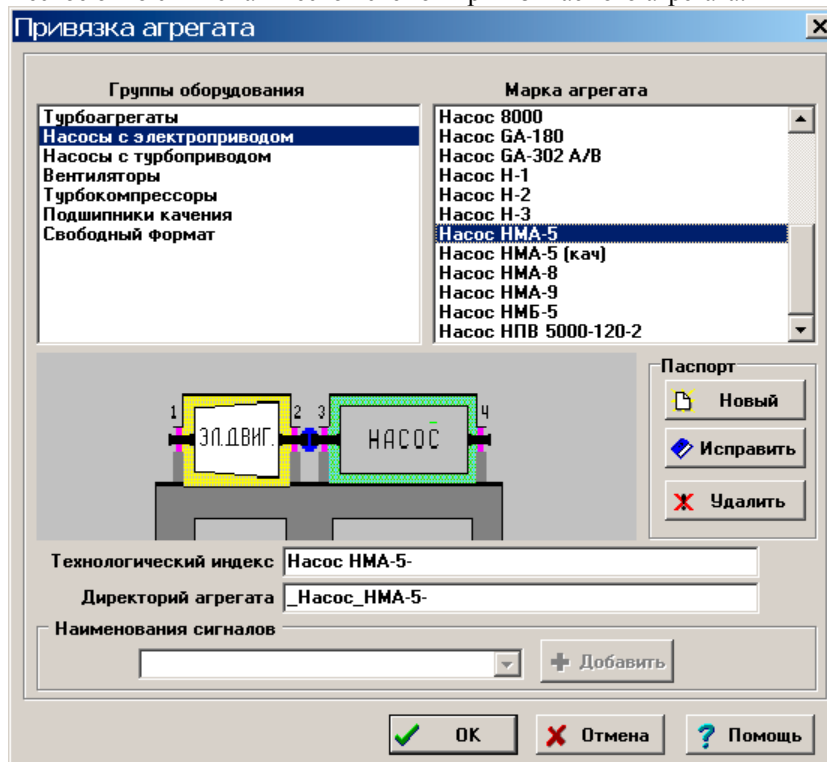
При привязке информации в свободном формате возможно применение только системы диагностики подшипников качения.

При проведении привязки оборудования к базе данных прибора на экране компьютера появляется окно с наименованием “Привязка нового агрегата”. В нем имеются три отдельных окна выбора, которые называются:

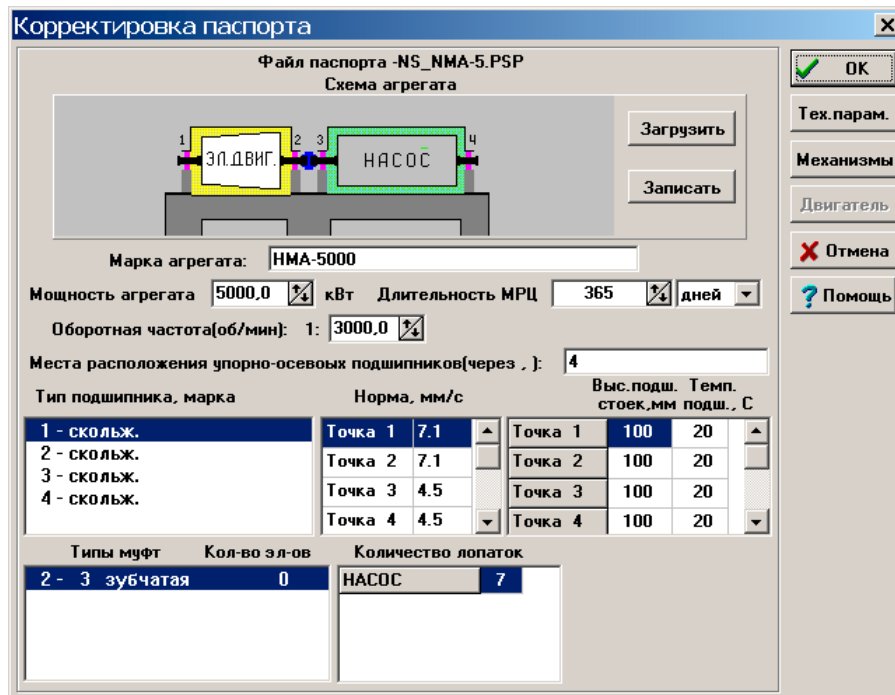
- Группы оборудования;
- Марка агрегата;
- Кинематическая схема агрегата.

Такое разделение процесса ввода информации при выборе нужного агрегата позволяет максимально упростить процесс привязки новых агрегатов.

В этих трех окнах сосредоточена вся информация по имеющимся в памяти программы диагностическим паспортам оборудования, которые были переданы совместно с программным обеспечением АТЛАНТ. Кроме того, имеется графическое окно с кинематической схемой привязываемого агрегата.



Просмотреть и откорректировать состав диагностических паспортов можно при помощи клавиши “паспорт” в нижней части окна привязки. При нажатии на нее появляется окно корректировки диагностических паспортов.



При помощи этого окна пользователь может изменять большинство параметров диагностического паспорта, которые учитывают все конструктивные особенности данного агрегата, влияющие на его диагностику.

Непосредственно в главном окне корректировки диагностического паспорта можно, по желанию пользователя, изменять:

- Мощность агрегата.
- Обратную частоту вращения ротора. Система допускает наличие в механизме до трех разнооборотных валов, частоты которых между собой не связаны жестко, как, например, валы в газотурбинном двигателе. Число валов, частоты вращения которых связаны между собой жестко, как, например, валы в редукторе, может быть большим.

- Длительность межремонтного цикла. Это нужно при организации на базе прибора АТЛАНТ системы обслуживания оборудования по техническому состоянию.

- Указываются типы всех подшипников, с указанием типа подшипников качения, их марки, нормы на вибрацию в данной точке. Для изменения или ввода этих параметров необходимо установить курсор на нужное место и дважды нажать на левую клавишу мышки. При этом в паспорт будут автоматически вписаны геометрические размеры данного подшипника из базы данных программы. Это позволит в дальнейшем проводить диагностику по спектру огибающей вибросигнала.

- Для устранения тепловых и технологических расцентровок в специальном окне указываются высоты подшипниковых стоек и температуры, при которой проводилась центровка валов между собой. Непосредственно процедура расчета первичных смещений валов друг относительно друга проводится в программе “Паллада” в функции “эволюция”.

- Указываются типы муфт, при помощи которых производится соединение отдельных механизмов в агрегат. Для муфт, которые имеют в своем составе периодические элементы, например, количество пальцев, зубьев и т. д. указывается необходимый параметр.

- Для насосов указываются количество лопаток.

- В верхней части окна располагается кинематическая схема агрегата. При помощи клавиши “записать” данную картинку можно записать в виде обычного файла в формате “\*.bmp” и отредактировать при помощи любого графического редактора. При помощи клавиши “загрузить” можно использовать для диагностического паспорта любой рисунок размером 100 x 400 точек, созданный в графическом редакторе.

В правой части окна расположены клавиши управления с названиями “Технические параметры”, “Механизмы”, “Двигатель”.

При помощи клавиши “Технологические параметры” на экран вызывается окно, в котором пользователь может вводит те параметры работы агрегата, которые он планирует в дальнейшем использовать для выявления тенденций и зависимостей. Наиболее удобно это делать при помощи функции “эволюция” экспертной системы “Паллада”.

В окне вводится наименование технологического параметра, его обозначение, маска для ввода, которая ограничивает количество вводимых знаков в цифровом значении и единица измерения данного технологического параметра. Всего в окне может быть предусмотрена возможность ввода до 14



технологических параметров. Часть параметров введена в это окно постоянно и не может быть изменена пользователем.

При вводе замеров в память прибора программа будет спрашивать пользователя, что бы он вводил определенные ранее технологические параметры. Пользователь может их вводить все, может вводить выборочно, а может и не вводить.

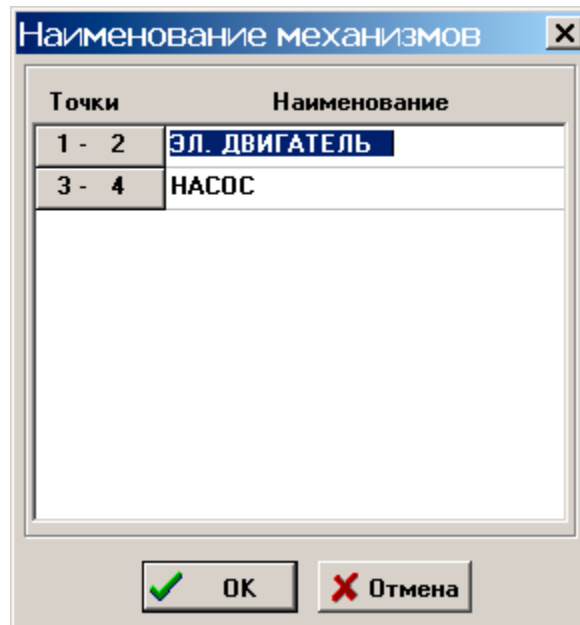
Все введенные пользователем значения технологических параметров приписываются к данному замеру и будут всегда храниться вместе с ним в базе данных. Если какой либо технологический параметр, определенный ранее для ввода, в данном замере не вводился, то такой замер не может быть применен для выявления тенденций в изменении состояния контролируемого агрегата.

Наименование	Обозн.	Маска	Ед.изм.
ОБОРОТЫ	NT	000000	ОБ/М
ПОДАЧА НЕФТИ	PN	000000	МЗ/ЧАС
НАПОР	NN	000000	М
ТЕМПЕРАТ.ПОДШ.1	T1	000000	С
ТЕМПЕРАТ.ПОДШ.2	T2	000000	С
ТЕМПЕРАТ.ПОДШ.3	T3	000000	С
ТЕМПЕРАТ.ПОДШ.4	T4	000000	С

Для справки: значения технологических параметров могут быть приписаны к любому замеру и на более поздних этапах работы с базой данных прибора. Это возможно в функциях просмотра замера. После этого замер пригоден для применения в функции “эволюция” экспертной системы “Паллада”.

В окне ввода технологических параметров, определяемом при корректировке диагностического паспорта, можно предусмотреть ввод такой информации, которая используется справочно. Это удобно для использования в качестве пометок к технологии проведения замера и для описания особенностей работы контролируемого агрегата.

При помощи клавиши “механизмы” в окне “корректировка паспортов пользователь имеет возможность изменять названия механизмов в агрегате. При нажатии на эту клавишу появляется окно просмотра ввода наименований механизмов.



При установке курсора на нужную позицию необходимо дважды нажать левую кнопку мышки и на экране появляется возможность ввода и корректировки.

Это бывает необходимо для того, чтобы в отчетных документах соблюдалась принятая для агрегатов данного типа терминология в наименованиях. Для примера, ступень компрессора может называться цилиндром, воздуходувкой, нагнетателем и т. д.

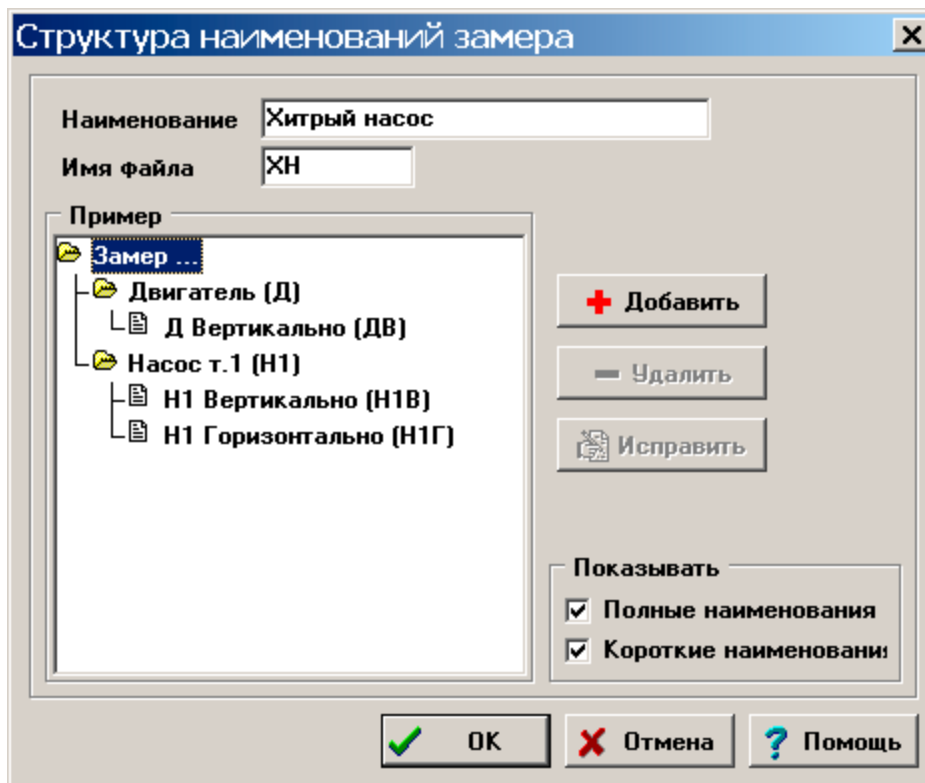
Если в диагностическом паспорте предусмотрен контроль электродвигателей, то при помощи клавиши “двигатель” в окне корректировки можно уточнить параметры электродвигателя - зубцово-пазовую структуру и т. д.

При использовании диагностических паспортов описание точек контроля, мест установки датчиков, типов сигналов и т. д. берется из диагностического паспорта агрегата и в уточнении при создании конфигурации прибора не нуждается.

Для привязки малознакомого и редко диагностируемого оборудования в группах оборудования выбирается строка “Свободный формат”. При этом в окне выбора марки агрегата появляется несколько строк, отличающихся количеством каналов регистрации. Необходимо выбрать строку с нужным числом каналов. Оно может быть больше, чем количество входных каналов Вашего прибора, т. к. имеется возможность проводить регистрацию в несколько циклов (см. раздел регистрация сигналов). При таком способе привязки пользователь будет сам вносить описательную информацию по регистрируемым сигналам - место установки датчика, направление, тип сигнала и т. д. во время создания конфигурации прибора.

Привязка агрегата по “диагностическому паспорту” или в режиме “свободного формата” для регистрации, обработки сигналов, просмотра и хранения информации между собой равноценны. Отличие состоит в том, что при помощи замеров, выполненных с использованием диагностических паспортов, возможна автоматическая диагностика состояния, а свободный формат этого не допускает.

При создании агрегата со свободным форматом можно выбрать структуру замера. Для этого служит меню “Наименования сигналов”. Можно выбрать существующие структуры замера, например наименования “По умолчанию” соответствует нашей структуре замера, или добавить новые. На рисунке приведен пример новой структуры замера. Для нее нужно выбирать число точек контроля не менее количества точек в новой структуре. Для данного примера – не менее 5, то есть Свободный формат-6, -9, -12 и т.д. Файлы со структурами замера хранятся в каталоге BASE\PSP и имеют расширение \*.NAM. При переносе таких замеров на другой компьютер не забывайте переносить и этот файл.



Программой автоматически предлагаются “заготовки” для технологического индекса контролируемого агрегата и “внутреннего” наименования директории агрегата. Информацию в этих окнах можно корректировать, а можно просто согласиться с предложенными наименованиями.

После завершения процедуры ввода информации по новому агрегату программа автоматически создает необходимые директории и служебные файлы, готовит соответствующую структуру хранения информации, которая будет использована при проведении конфигурирования прибора под конкретную регистрацию сигналов.

### 2.1.3. Экспорт сигналов из других приборов. Маршруты

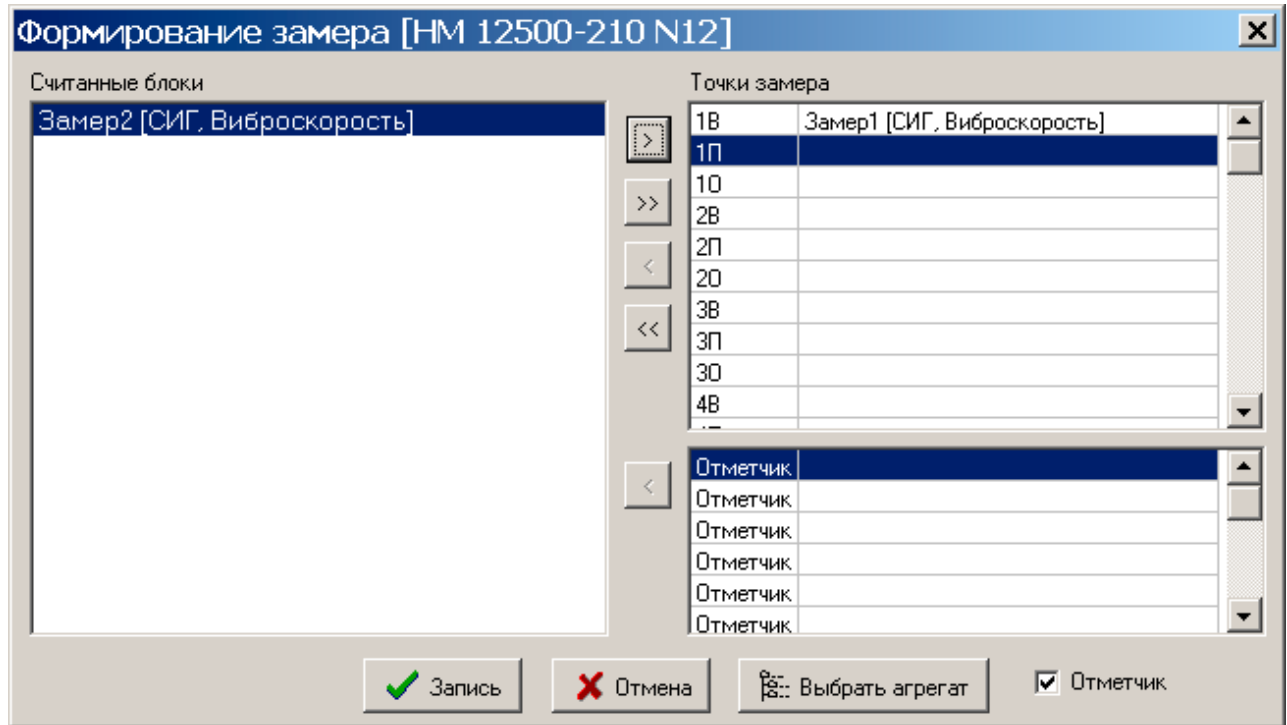
#### 2.1.3.1. Выбор прибора для импорта

В окне выводится список приборов, для которых в программу включены протоколы импорта сигналов. Выберите прибор и нажмите кнопку "ОК".

Дальнейшие действия зависят от выбранного прибора. В большинстве из них требуется указать номер СОМ-порта (Serial) и номера блоков для перекачки. Затем включите прибор в режим связи и нажмите “Старт”.

Ручной ввод гармоник позволяет вручную ввести значения частоты и амплитуды гармоник сигнала.

После перекачки блоков с прибора требуется разложить их по составляющим замера. В окне слева показываются перекачанные блоки, а справа – замер. Можно переносить блоки по одному или сразу все. Можно удалять блоки из замера. Разложенные блоки удаляются из левого окна.

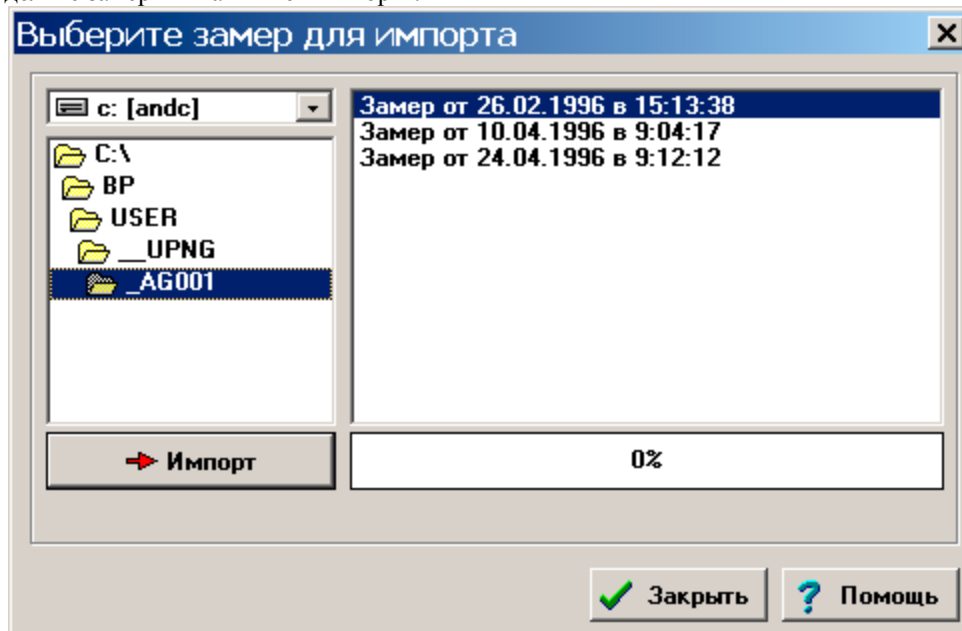


После раскладки нажмите “Запись” – замер будет записан на диск. Если не все блоки разложены, программа вернется в окно формирования замера для продолжения работы.

Можно выбрать другой агрегат для создания замера. Для этого нажмите кнопку “Выбрать агрегат”.

#### 2.1.3.2. Импорт сигналов из ранних версий программ Паллада и Веста

Для этого выберите прибор “Паллада/Веста”. В появившемся окне выберите каталог со старыми замерами, выделите замеры и нажмите “Импорт”.



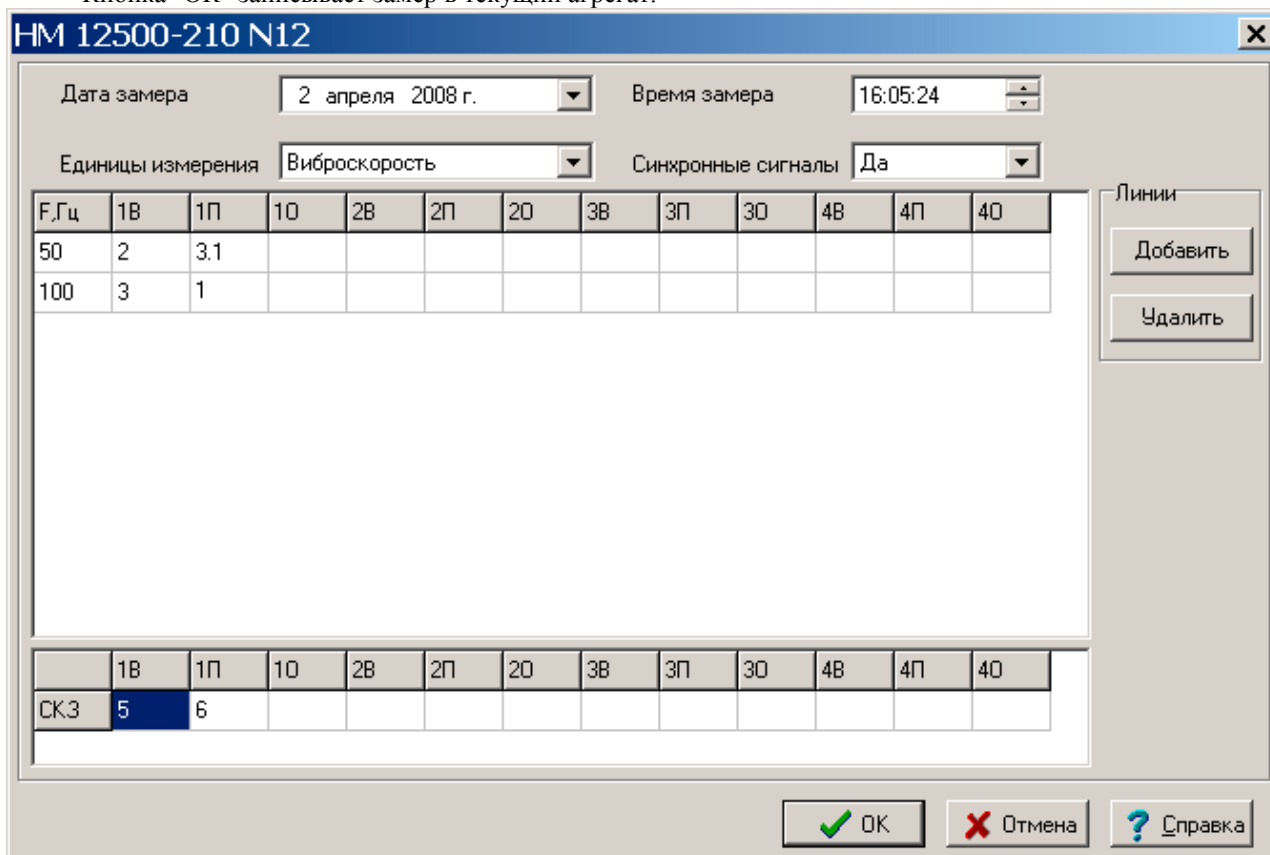
2.1.3.3. Ручной ввод гармоник

Ручной ввод гармоник позволяет вручную ввести значения частоты и амплитуды гармоник сигнала.

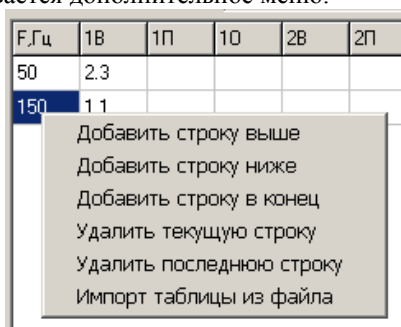
Для формирования замера при помощи ручного ввода гармоник необходимо указать:

1. Дату проведения замера.
2. Время проведения замера.
3. Единицы измерения сигналов (виброускорение, виброскорость или вивроперемещение).
4. Являются ли вводимые сигналы снятыми синхронно или нет.
5. Указать частоту и амплитуду гармоник. Количество гармоник в сигналах можно менять с помощью кнопок "Добавить" и "Удалить".
6. Указать СКЗ виброскорости всех сигналов.

Кнопка "ОК" записывает замер в текущий агрегат.



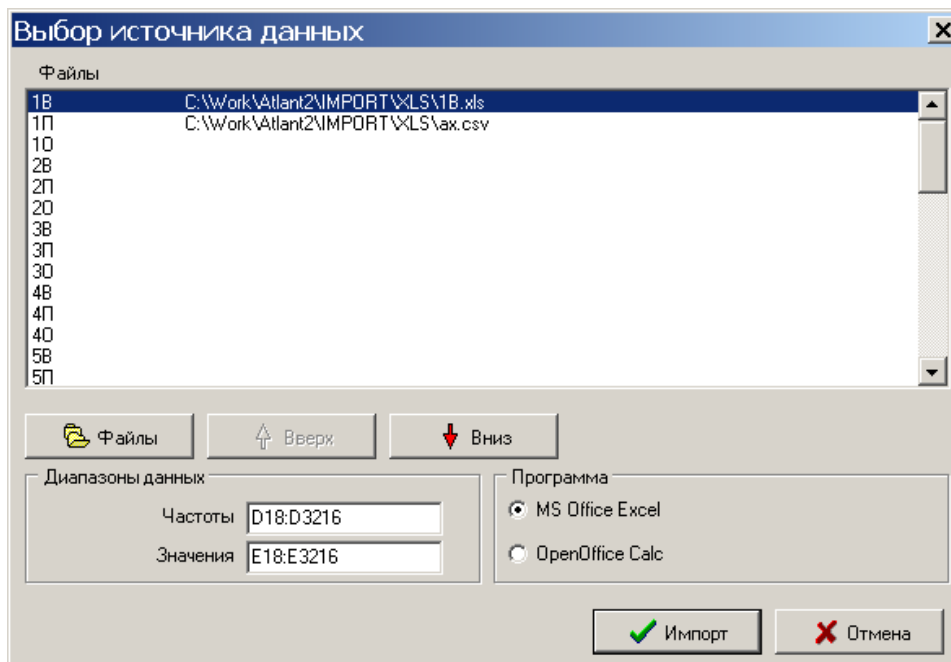
По правой кнопке мыши вызывается дополнительное меню:



С помощью этого меню можно более гибко формировать список гармоник. Последний пункт меню позволяет считать данные из файла электронной таблицы.

2.1.3.4. Импорт таблицы из файла

Эта функция позволяет считать данные из файла электронной таблицы.



В верхнем списке выбираются файлы для импорта. Каждый файл должен содержать одну таблицу со списком частот и значений **спектра**. Ниже приведен пример такой таблицы. В ней в столбце D содержатся значения частот, а в столбце E – значения амплитуд спектра.

	В	С	Д	Е	Ф
16					
17		№	F: Гц	A: мм/с	
18		1	2,5	0,090997	
19		2	3,15	0,66002	
20		3	5	0	
21		4	6,25	0,082743	
22		5	7,5	0,128605	
23		6	8,75	0,057682	
24		7	10	0,085866	
25		8	11,25	0,135757	
26		9	12,5	0	
27		10	13,75	0	
28		11	15	0,683792	
29		12	16,25	4,035721	
30		13	17,5	1,465953	

Кликните два раза на строке или нажмите кнопку "Файлы" для выбора файлов. Можно выбрать сразу несколько файлов. Они будут добавлены в список по порядку. Порядок можно изменить кнопками "Вверх" и "Вниз".

В строках "Диапазоны данных" выбирается диапазон, из которого берутся частоты и амплитуды. Они должны быть во всех файлах в одном и том-же месте. Рекомендуется, чтобы частоты располагались в один столбик или в одну строку. Также и для амплитуд.

В пункте "Программа" выбирается программа, с помощью которой будут читаться данные. Это либо MS Office Excel, либо OpenOffice Calc. Если такой программы нет или она установлена неправильно, импорт будет невозможен и программа выведет сообщение об ошибке.

Нажмите "Импорт". Данные будут считаны и добавлены в окно ручного импорта. Для ускорения добавляются не все амплитуды, а только большие, величиной больше 5% от максимальной амплитуды.

VC

Дата замера: 25 января 2011 г.    Время замера: 15:12:00

Единицы измерения: Виброскорость    Синхронные сигналы: Нет

Г,Гц	1В	1П	10	2В	2П	20	3В	3П	30	4В	4П	40
3.15	0.66002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.5	0	0.97263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.75	0	0.59132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.68375	0.68375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.25	4.036	4.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5	1.466	1.466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.75	0.48593	0.48593	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.63362	0.63362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.25	0.7337	0.7337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Линии: Добавить, Удалить

СКЗ: 7.3    7.8

OK    Отмена    Справка

Дополнительно нужно вручную ввести дату и время, выбрать правильные "Единицы измерения" и ввести значения СКЗ.

### 2.1.3.5. Импорт сигналов с прибора Диана-2М

Выберите из меню номер порта и скорость обмена. Включите прибор в режим связи и нажмите кнопку "Тест". При правильном подключении справа появится информация о приборе.

Нажмите "Список". Из прибора скачается список замеров. Выделите нужные замеры мышкой и нажмите "Загрузить". После загрузки нажмите "Выход". Далее идет обычная раскладка блоков. Отличие только в том, что в приборе "Диана-2М" в одном замере может быть записано 2 канала и канал отметчика.

### 2.1.3.6. Создание и исправление маршрута обхода агрегатов

Установите курсор на уровень Предприятия, Цеха или Подразделения и выберите пункт меню "Новый файл маршрута".

Маршрут

Наименование: 1

- Маршрут
  - ПС 1
    - НМ 10000-210 N11
      - 1В
      - 1П
      - 10
      - 2В
      - 2П
      - 20
      - 3В
      - 3П
      - 30
      - 4В
      - 4П
      - 40

Имя: НМ 10000-210 N11

Объект: НМ 10000-210 N11

Регистрируемый параметр: Спектр всего сигнала

Виброскорость

Число линий в спектре: 800

Диапазон частот: от 0 Гц до 1000 Гц

Число усреднений: -

Старт по отметчику

Применить    Вернуть

+ Добавить    - Удалить    Сохранить    Отмена    Справка

Агрегаты в маршрут добавляются с помощью кнопки “Добавить”. Выберите агрегат и в маршрут будут добавлены точки замера с текущими параметрами. С помощью кнопки “Удалить” можно исключить некоторые элементы из маршрута.

Для изменения параметров встаньте на нужный элемент, измените параметры и нажмите “Применить”. Кнопка “Вернуть” возвращает заданные ранее параметры.

После задания всех параметров нажмите “Сохранить”. В окне работы с архивом появится иконка “Маршрут”. Для исправления маршрута установите на него курсор и выберите “Исправить маршрут”.

#### 2.1.3.7. Загрузка маршрута в прибор и перекачка замеров по маршруту из прибора

Для загрузки маршрута в прибор установите курсор на иконку маршрута и выберите пункт меню “Закачать маршрут в прибор”. Затем выберите прибор. В списке показываются только те приборы, которые поддерживают маршрутную технологию. Могут быть заданы дополнительные вопросы для исправления маршрута в зависимости от возможностей прибора. Далее выберите порт, исправьте дополнительные параметры, включите режим связи в приборе и нажмите “Старт”.

Для загрузки замеров из прибора по маршруту установите курсор на иконку маршрута и выберите пункт меню “Скачать замеры по маршруту”. Выберите прибор, затем выберите порт, включите режим связи в приборе и нажмите “Старт”. Из прибора по маршруту будут считаны и созданы замеры.



## 2.2. Просмотр сигналов на экране

### 2.2.1. Выбор сигналов и раскладка сигналов на экране

#### 2.2.1.1. Выбор сигналов для просмотра на экране

Функция оперативного просмотра нескольких сигналов одновременно является очень важной, т. к. позволяет пользователю просматривать и модернизировать информацию на экране компьютера. В практических условиях, чаще всего в самых сложных случаях, именно просмотр сигналов на экране позволяет диагностировать состояние контролируемого оборудования.

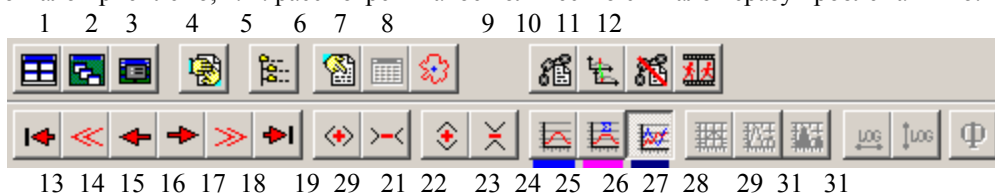
В программном обеспечении регистратора Атлант пользователь, для просмотра на экране компьютера, по-своему усмотрению, может в любой комбинации и, практически в любом объеме, выбрать из базы данных:

- все сигналы по данному замеру;
- все сигналы по данному агрегату;
- все сигналы всех агрегатов данной станции;
- сигналы из разных замеров, от разных агрегатов, расположенных в одной или в разных станциях по выбору.

Процедура выбора сигналов осуществляется при помощи правой клавиши мышки, при нажатии на которую появляется перечень доступных функций, в котором выбирается “отметить” или “просмотр сигналов”. Функция “отметить” позволяет подготавливать набор нужных сигналов из разных директорий базы данных. Функция “просмотр сигналов” вызывает эти сигналы на экран.

#### 2.2.1.2. Управление сигналами на экране компьютера

Первоначально все сигналы выводятся на экран “черепицей”, т. е. они ложатся один на другой с большим перекрытием. Одновременно на экран может быть выведено до 100 различных сигналов, но для практики это мало приемлемо, т. к. рассмотреть такое количество сигналов сразу проблематично.

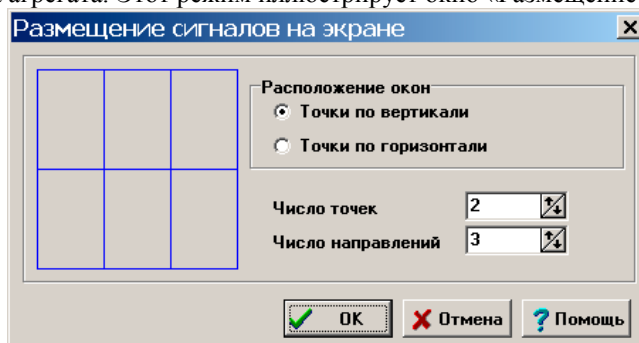


Для управления графическим представлением вибросигналов в программе используются 31 клавиша управления и преобразования. Эти небольшие клавиши показываются программой на экране в середине и в правой верхней части экрана компьютера. Рассмотрим эти клавиши подробнее. Для удобства описания будем использовать номера, указанные на рисунке фрагмента экрана компьютера выше и ниже клавиш, показанном выше. Для каждой клавиши управления дадим небольшое описание.

1. “Каскадом”. При нажатии на эту клавишу все графические окна с вибросигналами раскладываются на экране компьютера без перекрытия, с увеличением общей занятой площади экрана до размеров всего экрана. Перекрытие окон исключается, но при этом, когда окон много, резко уменьшается площадь, занимаемая каждым отдельным графиком. Порядок расположения окон на экране, при нажатии на эту клавишу, выбирается самой программой.

2. “Черепицей”. Это клавиша тоже управления раскладкой нескольких графических окон на экране компьютера. При нажатии на нее все отдельные окна ложатся с перекрытием так, что видны только заголовки окон. Просматривать графики в режиме этом достаточно трудно.

3. “Раскладка окон”. При нажатии на эту клавишу появляется дополнительное окно, при помощи которого пользователь проводит раскладку окон на экране по своему усмотрению, максимально удобно для оперативного анализа. Раскладка может производиться произвольно или с использованием возможностей диагностического паспорта агрегата. Этот режим иллюстрирует окно «Размещение сигналов на экране».



4. “Закрывать все окна”. Все графические окна просмотра с вибросигналами на экране компьютера закрываются. После этого пользователь может начинать формировать новый набор вибросигналов для просмотра на экране компьютера, или перейти в другие функции программы.

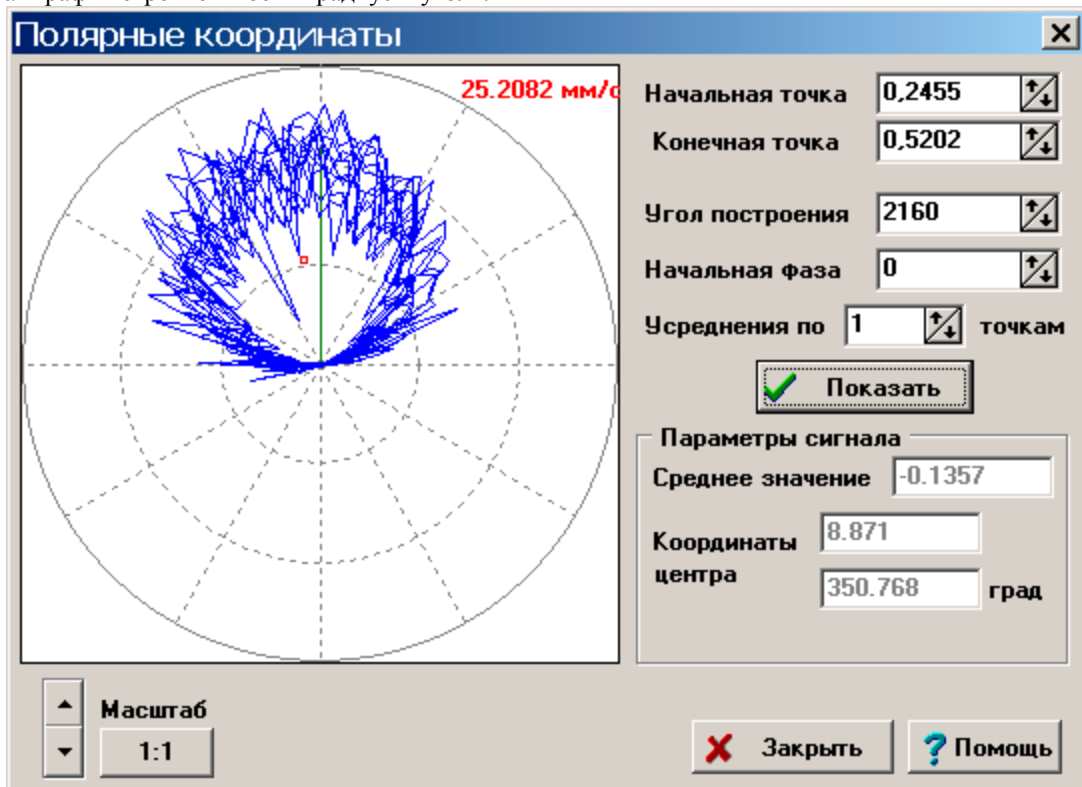
5. “Показать окно Базы Данных”. На экран выводится окно работы с базой данных. Это бывает необходимо тогда, когда на экран нужно добавить, для сравнения или иных целей, сигналы от других агрегатов. Пользователь просматривает агрегаты и замеры, отмечая необходимые для просмотра.

6. “Показать окно преобразований”. Вызывается специальное окно управления преобразованиями типа: сигнал – спектр – спектр огибающей - кепстр, виброускорение - виброскорость – виброперемещение и т. д. Благодаря этому можно просматривать вибросигналы в модифицированном виде, отличном от того, в каком виде информация хранится в базе данных по замерам. Более подробно функции этого окна описывается в тексте данного руководства ниже.

7. “Показать список гармоник”. В виде таблицы показывается перечень гармоник из спектра, который расположен в активном окне. Для каждой гармоники указываются параметры - частота и амплитуда. Для нормальной работы этой функции необходимо на спектре при помощи клавиши «26» нанести все гармоники. Пользователь устанавливает текущий курсор на гармонике, которая, по мнению пользователя, является первой в семействе, и нажимает клавишу «26». Далее нажимается клавиша «7» «Показатель список гармоник». Пример вывода списка гармоник на экран показан на рисунке.

Гармоники					
	X	Y	Фаза		
<input checked="" type="checkbox"/>	1x	22.0127	12.0944	61	
<input checked="" type="checkbox"/>	2x	44.0254	0.26211	114	
<input checked="" type="checkbox"/>	3x	66.038	0.1251	198	
<input checked="" type="checkbox"/>	4x	88.0507	0.16606	250	
<input checked="" type="checkbox"/>	5x	110.063	0.03597	353	
<input checked="" type="checkbox"/>	6x	132.076	0.03599	228	
<input checked="" type="checkbox"/>	7x	154.089	0.02852	268	
<input checked="" type="checkbox"/>	8x	176.101	0.01101	289	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/4	6.003	0.04533	265	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/3	7.004	0.01756	42	
<input checked="" type="checkbox"/>	1/2	11.0063	0.03951	298	
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					

8. “Показать в полярных координатах”. Эта функция используется в том случае, когда применение обычных прямоугольных координат не дает пользователю необходимой для диагностики информации. В этой системе координат график строится в осях «радиус – угол».



На графике сигнала, который планируется в полярных координатах, выбираются две отметки при помощи левой и правой клавиш мышки.левой клавишей мышки отмечается левая часть выбираемого графика, а правой клавишей – правая.

На экране появляется дополнительное окно, пример которого показан в тексте руководства. В этом окне можно изменять время начала и конца показываемого отрезка сигнала, угол построения, начальную фазу построения, уточнить параметры усреднения сигнала. Сделав все изменения, следует нажать клавишу «Показать» и график будет перестроен с новыми начальными установками просмотра.

9. “Связать курсоры”. На всех однотипных графиках на экране компьютера (временных сигналах отдельно, на спектрах отдельно) линейные курсоры - указатели устанавливаются в одинаковом временном (в спектрах в частотном) положении и при нажатии соответствующих клавиш управления перемещаются одновременно. На каждом графике могут быть установлены два курсора - красного и зеленого цвета. Красный устанавливается в поле графика при нажатии левой клавиши мышки, зеленый курсор устанавливается и перемещается при помощи правой клавиши мышки. Связываться между собой могут только курсоры красного цвета. Местоположение каждого курсора показывается в нижней части графика соответствующим цветом.

10. “Синхронизировать курсоры”. Отличие этой клавиши от клавиши “связать курсоры” состоит в том, что при нажатии на нее курсоры в отдельных графических окнах не меняют своего положения. При нажатии на клавишу “синхронизировать курсоры”, они остаются на своих местах там, где они были установлены раньше. При нажатии клавиш управления перемещением курсорами они будут перемещаться одновременно, но в любой момент будут сдвинуты относительно друг друга на величину начального сдвига по времени (по частоте для спектров), который был в момент включения режима. Такой метод удобен при одновременном просмотре сигналов из различных замеров, регистрация которых прошла не синхронно. Синхронизация создает режим просмотра, близкий к просмотру синхронно зарегистрированных сигналов.

11. “Убрать связь курсоров”. Отменяются все выбранные ранее связи курсоров в различных окнах.

12. “Синхронизировать окна”. Эта наиболее мощная функция совместного преобразования нескольких графиков. Она работает в режиме “нажать - отжать” и функционально дополняет клавиши “связать курсоры” и “синхронизировать курсоры”. Когда окна дополнительно синхронизированы, то связаны не только курсоры, связаны все процедуры работы с окнами. В первую очередь графики в отдельных окнах приобретут одинаковый масштаб по вертикальной оси. В обычном режиме в каждом окне масштаб по вертикали всегда выбирается так, чтобы максимально использовать доступную площадь окна. При синхронизации окон масштаб будет везде одинаков и хорошо будет видно взаимное соотношение амплитуд сигналов в разных окнах. Во - вторых все графики будут одинаково преобразовываться. Например, когда для одного окна будет нажата клавиша “раздвинуть по X”, то эта команда распространится на все синхронизированные окна. В обычном режиме каждое окно обрабатывается отдельно.

13. “В начало”. Графический курсор в активном окне перемещается в левую часть графического окна.

14. “Быстро влево”. Графический курсор на экране скачком перемещается влево от исходного положения.

15. “Влево”. Графический курсор на экране перемещается влево на один минимальный шаг.

16. “Вправо”. Графический курсор на экране перемещается вправо на один минимальный шаг.

17. “Быстро вправо”. Графический курсор на экране скачком перемещается вправо от исходного положения.

18. “В конец”. Графический курсор на экране становится в правую крайнюю часть графического окна.

19. “Раздвинуть по X”. Масштабирование по X. При нажатии на эту клавишу увеличивается разрешение по продольной оси графика.

20. “Сжать по X”.

21. “Раздвинуть по Y”. Масштабирование по Y. При нажатии на эту клавишу увеличивается разрешение по продольной оси графика.

22. “Сжать по Y”.

23. “Показывать одно значение”. Это функция “обычного” показа сигналов на экране компьютера.

24. “Показывать среднее”. Эта функция обработки “длинных” сигналов, когда графические средства монитора недостаточны для показа всех точек достаточно длинных сигналов. При использовании этого режима на экране дополнительно показывается среднее значение для каждого момента времени. Примером использования этого режима является показ средней мощности в графике мгновенной мощности.

25. “Показывать Мин-Макс”. Эта функция тоже относится к обработке “длинных” сигналов. В этом режиме на график «цветом» наносится диапазон изменения показываемого сигнала. При этом пользователь может более точно оценивать изменения сигнала на всем интервале регистрации.

26. “Показывать гармоники”. Пользователь должен установить курсор на интересующую его гармонику и нажать на эту клавишу. На экране зеленым цветом будут показываться десять указателей целых гармоник от текущего положения курсора. Этот режим удобен для выявления семейств гармоник в спектре вибросигналов.

27. “Показывать мощность”. Данная функция работает только в режиме просмотра гармоник спектра. Она показывает основную мощность гармоники (ширину гармонического пика) на спектре. Гармоника показывается стандартной формы, а ее мощность отображается шириной.

28. “Закрашивать поле мощности”. Данная функция работает только в режиме просмотра гармоник спектра. В этом режиме условная гармоника на спектре закрашивается синим цветом.

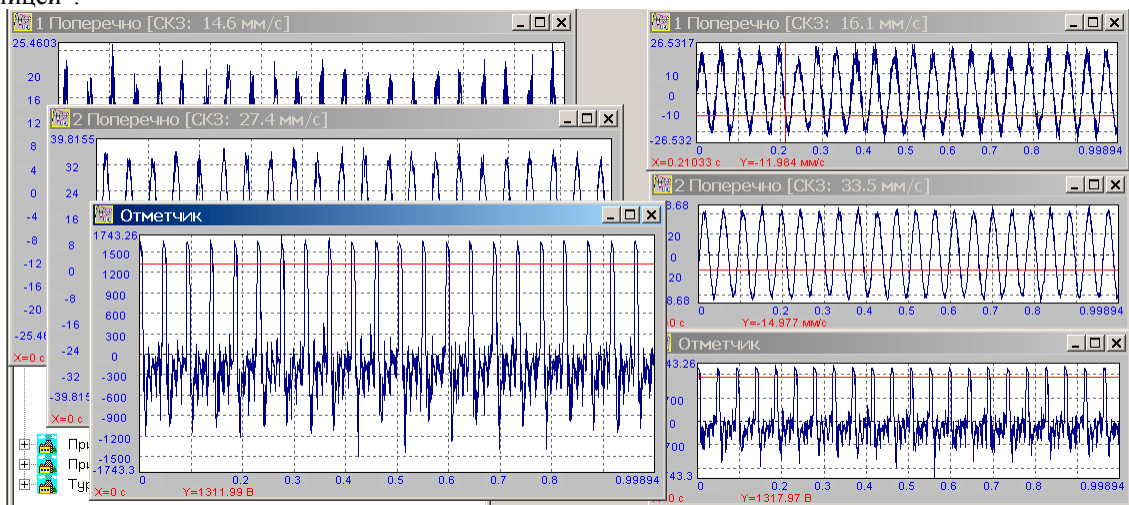
29. “Линейный/логарифмический масштаб по X”. Переключатель масштаба графического представления графиков в окне по оси времени (частоты для спектра). Применяется при проведении специального анализа вибросигналов.

30. “Линейный/логарифмический масштаб по Y”. Переключатель масштаба графического представления графиков в окне. То же применяется при проведении специального анализа вибросигналов.

31. “Показывать фазу спектра”. На экране, на свободном месте графика, появляется круговой указатель фазы текущей гармоники. При перемещении графического курсора на место, где располагается фазовая окружность, она перемещается на другое свободное место, обычно в противоположной части окна.

Вышеприведенный набор функций управления выводом графической информации на экране представляет самые широкие возможности для пользователя. Он включает в себя “стандартные” (для систем вибродиагностики) возможности просмотра и графического преобразования вибросигналов на экране вашего компьютера и, кроме того, целый ряд уникальных функций управления просмотром. Все эти функции способствуют быстрому и достоверному диагностированию технического состояния контролируемого оборудования.

Для примера приведен фрагмент графического представления сигналов на экране компьютера, который показывает часть возможностей просмотра. Слева на экране показаны три графика “каскадом”, а справа – “черепицей”.



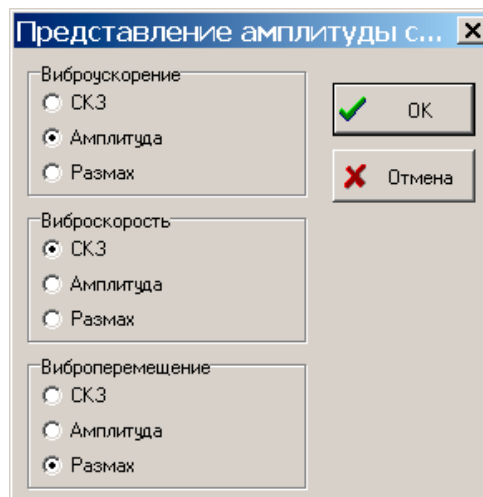
Пользователь сам принимает решение о способе и количестве выводимых на экран графиков. Максимальное количество сигналов, одновременно выводимых на экран, зависит только от параметров экрана вашего компьютера и в наших тестах достигало 100 единиц. Все определяет острота вашего зрения.

### 2.2.1.3. Представление амплитуды спектра

Можно изменить представление амплитуды спектра на всех графиках. Для этого в главном меню выберите “Представление амплитуды спектра” и измените параметр. Эти параметры связаны следующим равенством:

$$\text{Аампл} = 0,7 * \text{Аскз}$$

$$\text{Аразмах} = 2 * \text{Аампл}$$

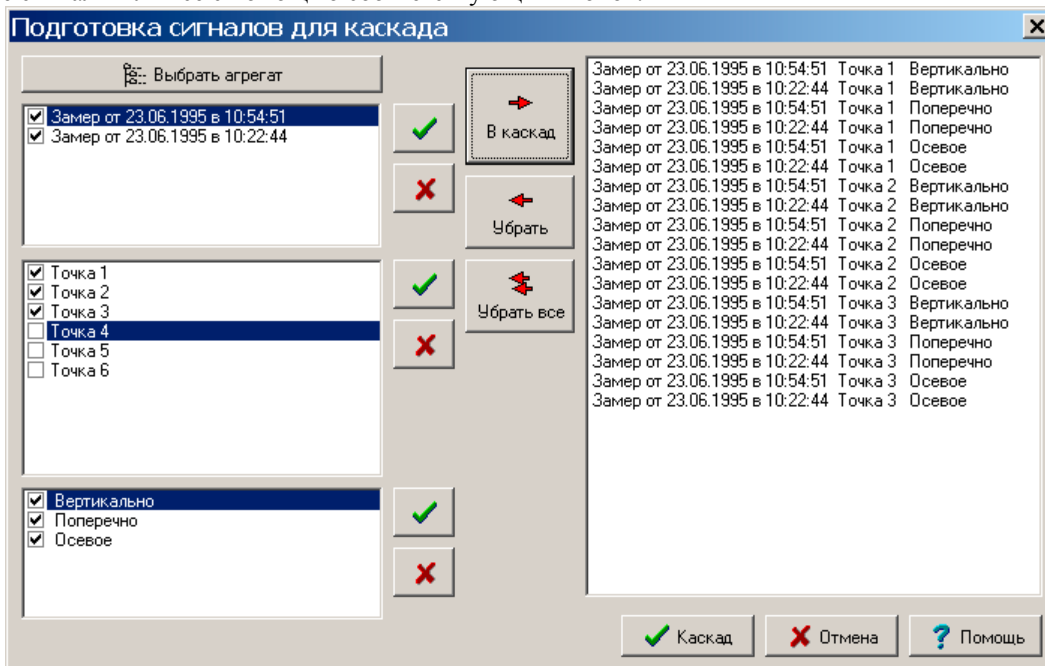


### 2.2.2. Просмотр каскада сигналов

Для построения каскада сигналов установите курсор на иконку агрегата и выберите пункт меню “Просмотр каскада сигналов”. Появится окно “Подготовка сигналов для каскада”.

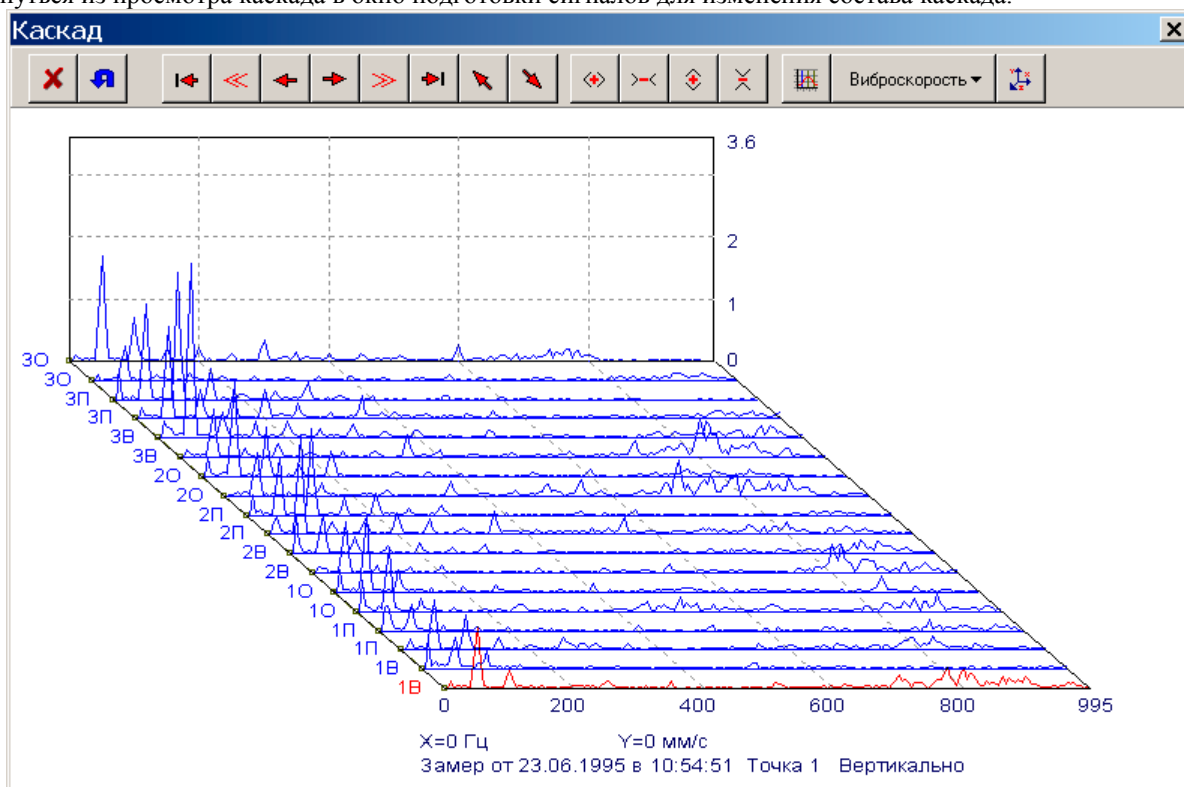
Слева расположены списки замеров, точек и направлений. Отметьте только необходимые составляющие установкой галочек в квадратиках слева и нажмите кнопку “В каскад”. С помощью дополнительных кнопок можно выбрать все или убрать выбор со всех. Также можно использовать клавиши “Серый+” и “Серый-” соответственно.

В правом окне формируется список сигналов, которые будут включены в каскад. Можно убрать из него некоторые сигналы или все с помощью соответствующих кнопок.

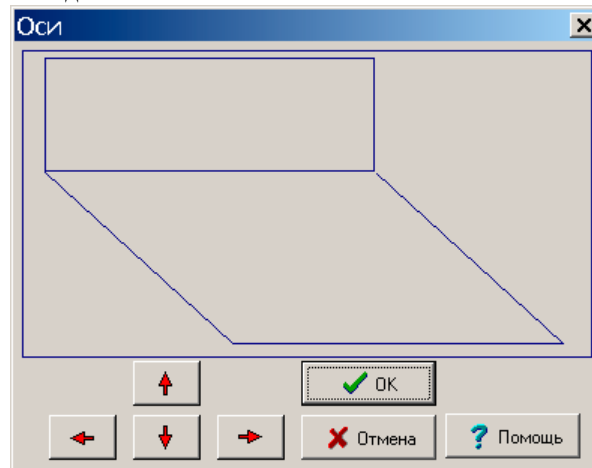


Для добавления замеров из другого агрегата нажмите кнопку “Выбрать агрегат”.

После составления правого списка нажмите “Каскад” для просмотра каскада. Вы всегда сможете вернуться из просмотра каскада в окно подготовки сигналов для изменения состава каскада.



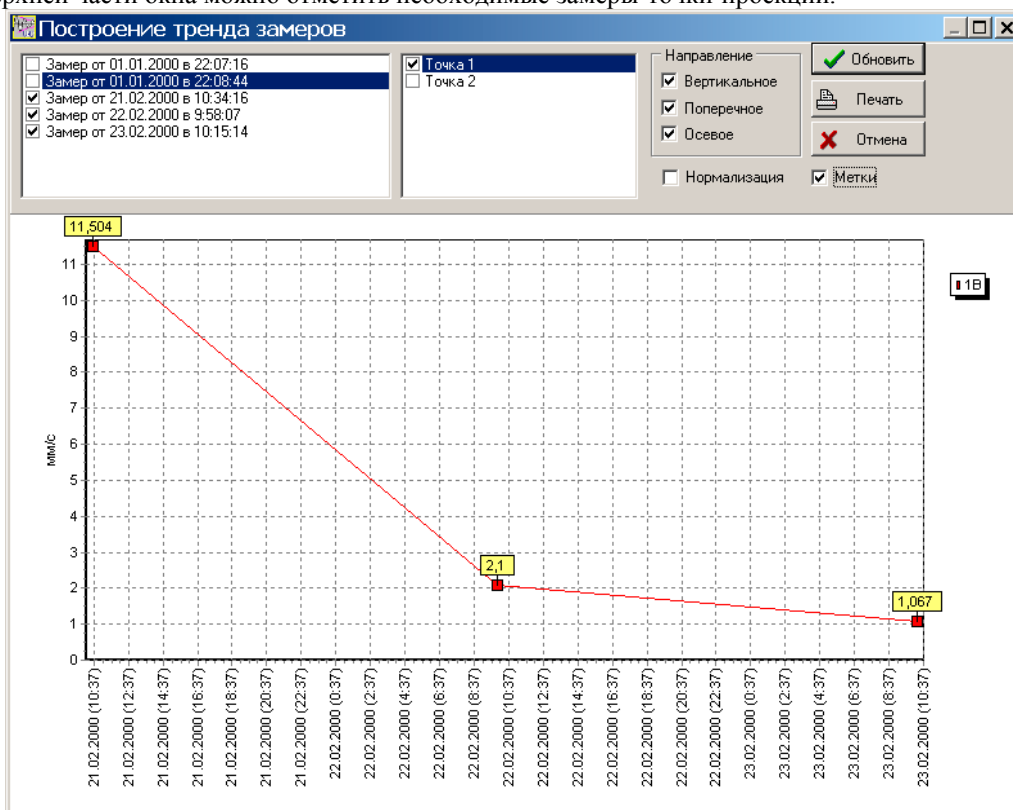
В окне просмотра есть кнопки “Закрыть” и “Назад”. Первая заканчивает просмотр каскада, а вторая возвращает в окно выбора сигналов для каскада. Следующая группа кнопок служит для перемещения курсора и смены текущего сигнала (он выделен красным цветом), затем группа изменения масштаба. Последние три кнопки служат для включения-выключения отображения гармоник, изменения единиц измерения просмотра и изменения положения осей в каскаде.



### 2.2.3. Построение трендов замера

Функция позволяет проследить изменение вибрации агрегата по времени.

В верхней части окна можно отметить необходимые замеры-точки-проекции.



Нормализация — привести значения к норме. То есть, если вибрация больше нормы — то будет отображаться значение больше единицы. Если меньше нормы — меньше единицы. Функция работает только на агрегатах с паспортом, в который занесены значения норм вибрации.

Метки — отображать на графике жирные точки и значения вибрации в них.

Тренд можно распечатать или экспортировать в MS Word.

Если точек мало, то график обновляется автоматически. При большом количестве точек обновление может занять длительное время, поэтому график автоматически не обновляется, и пользователь должен нажать кнопку "Обновить" самостоятельно.

## 2.2.4. Дополнительные параметры замера

Для просмотра и исправления дополнительных параметров замера установите курсор на иконку замера и выберите пункт меню “Исправить технологические параметры”. Здесь же можно ввести короткое примечание к замеру.

Можно ввести примечание к замеру любой длины. Для этого установите курсор на иконку замера и выберите пункт меню “Длинное примечание к замеру”.

Все параметры сохраняются в файле замера.

## 2.3. Преобразования сигналов в приборе

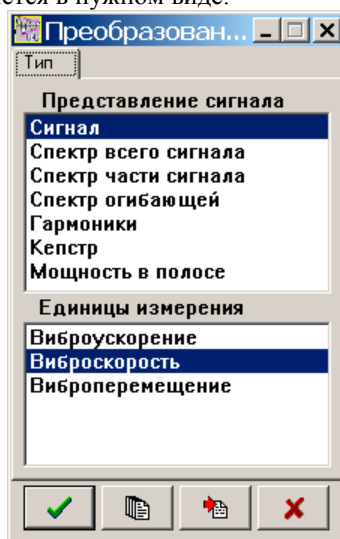
### 2.3.1. Преобразования сигналов во “временном” виде

Это преобразования, осуществляемые над вибросигналами “во временной области”, т. е. над функцией изменения вибросигнала от времени. Таких преобразований немного - переход от виброускорения к виброскорости, далее к виброперемещению и обратно. Регистратор АТЛАНТ является прибором с внутренней цифровой обработкой сигналов, поэтому все эти переходы осуществляются при помощи процедур цифрового интегрирования и дифференцирования, выполняемых совместно с дополнительными корректирующими алгоритмами.

Преобразования вибросигналов во временной области в программном обеспечении АТЛАНТ функционально, в зависимости от цели проводимого исследования, могут быть выполнены в двух местах:

- При формировании конфигурации прибора применительно к конкретному агрегату, когда пользователь заранее, на этапе подготовки к экспериментам, принимает решение о нужном ему представлении вибросигнала. Эти преобразования задаются в функциях создания и корректировки конфигурацией прибора. В процессе просмотра сигналов, осуществляемого непосредственно при регистрации, можно только масштабировать сигнала и переходить от сигнала к спектру и наоборот.

- При просмотре зарегистрированных вибросигналов на экране компьютера, вызываемых из базы данных прибора. В этом случае пользователю доступны все возможные преобразования вибросигналов, предусмотренные в программе Атлант. Для выполнения этих преобразований на экране нажимается клавиша “показать окно графических преобразований”. В этом окне пользователь выбирает нужное ему представление вибросигнала, и информация представляется в нужном виде.



Все эти преобразования вибросигналов могут быть выполнены при помощи графического окна “Преобразования”, рабочие функции которого более подробно описаны в данном руководстве в следующем разделе.

### 2.3.2. Преобразования в частотном виде.

Это такой тип преобразований, осуществляемых пользователем над хранимыми в базе данных вибросигналами (и не только над вибросигналами, но и над временными сигналами другого типа) с целью перевода их из временной области в “частотную область”. В результате этих преобразований определяется функция распределения энергии вибросигнала по отдельным составляющим - гармоникам в определенном диапазоне частот.

Таких преобразований в приборе АТЛАНТ предусмотрено несколько:

- Сигнал (временной). Это функция восстановления временного вибросигнала из других представлений, как хранимых в базе данных, так и полученных при различных преобразованиях.



- Спектр всего сигнала - переход из временной области в частотную производится при помощи быстрого преобразования Фурье (БПФ), самое быстрое преобразование с точки зрения вычислительных затрат, применимое для всего сигнала сразу.
- Спектр части сигнала - переход из временной области в частотную при помощи классического интеграла Фурье. Требуется больших вычислительных затрат, чем при БПФ, но позволяет в исходном временном сигнале выделять любую узкую область и определять спектральный состав сигнала только на данном временном интервале и, кроме того, определять спектр с заданными частотными параметрами.
- Спектр огибающей. При помощи этой функции исходный вибросигнал первоначально фильтруется в узкой полосе частот, затем “детектируется”, в результате чего из него выделяется огибающая. По этой огибающей стандартным образом, при помощи БПФ, получается спектр. Спектр огибающей характеризует динамические, ударные, особенности исходного сигнала и применяется в некоторых методах диагностики, например, для диагностики на ранних стадиях дефектов в подшипниках качения.
- Кепстр. Это такая процедура преобразования вибросигналов, которая позволяет достаточно корректно проводить поиск периодичностей в спектре вибросигнала. Применяется чаще всего в многовалных системах, например в редукторах, где позволяет достаточно просто выявлять наиболее дефектный вал.
- Гармоники. При выборе этой функции все гармоники представляются на экране, в окнах просмотра, в стилизованном виде, в виде “линий”. Позволяет уменьшить на экране объем лишней информации.
- Мощность в полосе. Это процедура расчета СКЗ вибросигнала в заданном диапазоне частот. В программе имеет несколько разновидностей такого расчета. При помощи окна, показанного слева, можно выбрать или стандартные полосы частот, или полосы по выбору. При стандартных полосах пользователь выбирает ширину полос. Количество полос расчета может быть практически любым. Результаты расчета мощности в полосах можно просмотреть на графике стандартного вида.

Граничные частоты полос			
№	Нижн (Гц)	Верхн (Гц)	СКЗ (мм/с)
1	22.0	31.1	12.7550
2	31.1	44.0	0.55689
3	44.0	62.2	0.47839
4	62.2	88.0	0.34298
5	88.0	124.5	0.76633
6	124.5	176.0	0.26994
7	176.0	248.9	0.57819
8	248.9	352.0	0.59520
9	352.0	497.8	1.17516
10	497.8	704.0	1.29586
11	704.0	995.6	0.36633
12	995.6	1408.0	0.00000
13	1408.0	1991.2	0.00000
14	1991.2	2816.0	0.00000
15	2816.0	3982.4	0.00000

Стандартные полосы  
 Полосы по выбору  
 Ширина полосы: 1/2 октавы

Клавиши в нижней части экрана “преобразования вибросигналов”, которые для удобства пояснения пронумерованы от 1 до 4, позволяют выполнять следующие операции:

1 - Применить к функции в данном окне. Преобразованный сигнал показывается в том же окне, где был исходный временной сигнал.

2 - Применить ко всем открытым графическим окнам на экране компьютера. Преобразованные сигналы показываются в исходных графических окнах.

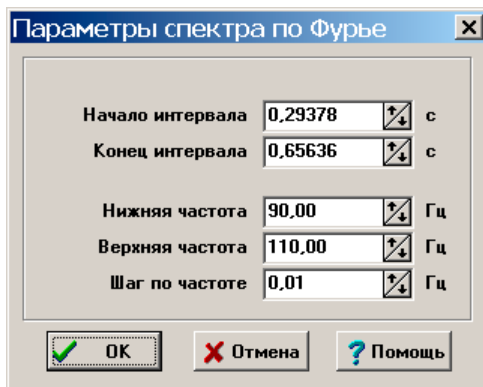
3 - Применить к данному окну, но преобразованную функцию показать в новом графическом окне на экране.

4 - Вернуть текущее значение. Происходит отмена ранее выбранных преобразований и на экране восстанавливаются исходные сигналы.

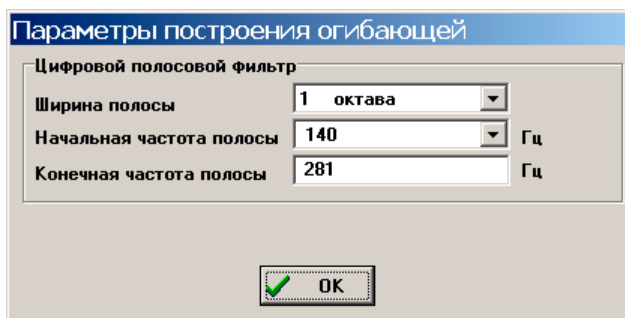
Некоторые процедуры преобразования из временной области в частотную требуют выполнения дополнительных процедур выбора, например “Спектр по Фурье”. Пользователь должен предварительно выбрать границы временного диапазона на временном сигнале, иначе программа берет для преобразования весь сигнал. Выбор производится при помощи двух курсоров на графике - красного и зеленого. Эти курсоры перемещаются левой и правой клавишами мышки соответственно.

Далее появляется окно определения параметров спектра по Фурье. В этом окне показываются временные границы выбранного участка сигнала, и предлагается определить частотный диапазон спектра, который хочет (и может по параметрам исходного временного сигнала) получить пользователь. Здесь же пользователь определяет шаг будущего спектра по частоте.





Дополнительных пояснений требует окно задания параметров при построении спектра огибающей. При нажатии на нее и нажатии на клавишу “применить” появляется окно параметров для построения спектра огибающей.



В этом окне необходимо шаг за шагом последовательно выбрать ширину полосы для фильтрации исходного вибросигнала (октава, 1/ 2 октавы или 1/3 октавы) и начальное значение частоты для выбранного диапазона частот полосы фильтрации. Конечное значение полосы фильтрации вводится программой автоматически.

Далее необходимо определить способ детектирования отфильтрованного сигнала на огибающую. Это может производиться усреднением, построением огибающей по положительным пикам сигнала, по отрицательным пикам и по обоим типам пиков с использованием модулей амплитуд пиков.

Все возможные преобразования в вибросигналов в частотной области в приборе АТЛАНТ функционально, в зависимости от цели проводимого исследования, могут быть выполнены в трех местах:

3. При формировании конфигурации прибора применительно к конкретному агрегату, когда пользователь заранее, на этапе подготовки к экспериментам, принимает решение о нужном ему представлении вибросигнала.
4. При графическом просмотре уже зарегистрированных вибросигналов на экране компьютера, когда решение о преобразованиях принимается оперативно. Для выполнения этих преобразований на экране нажимается клавиша “показать окно графических преобразований”.
5. При специальной пакетной обработке сигналов, когда над сигналом последовательно выполняется несколько процедур обработки, это сложная обработка сигналов, выполняемая для получения исследовательских результатов. На экран вызывается “окно графических преобразований”, в нем выбирается функция “шаблон”. Работа с этим окном описывается в данной инструкции ниже.

### 2.3.3. Вейвлет - преобразование вибросигналов.

Эта очень мощная современная функция обработки вибросигналов. При ее помощи удастся перейти от спектра вибросигнала, являющегося, двухмерным представлением в частотной области (частота – амплитуда), перейти к трехмерному представлению (время – частота – амплитуда). Такой подход значительно расширяет возможности диагностики.

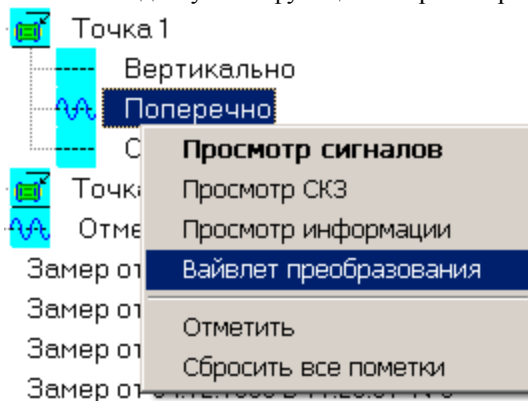
Обычный спектр представляет из себя описание реального вибросигнала в виде совокупности гармоник. Каждая гармоника математически представляет собой синусоиду, имеющую свою частоту, амплитуду и начальную фазу. Эти параметры считаются неизменными в течение всего процесса регистрации вибросигнала. Такой подход имеет преимущества при описании «длинных и периодических» сигналов, когда за период регистрации ничего не изменяется.

Иначе обстоит дело с процессами, в которых изменения происходят в процессе регистрации. Таких процессов в вибродиагностике большинство – это различные удары, задевания и другие динамические воздействия в конструкциях. Эти удары происходят в короткие интервалы времени, а в спектре они «размазываются» по всему сигналу. В результате резко понижается чувствительность диагностики и возникает

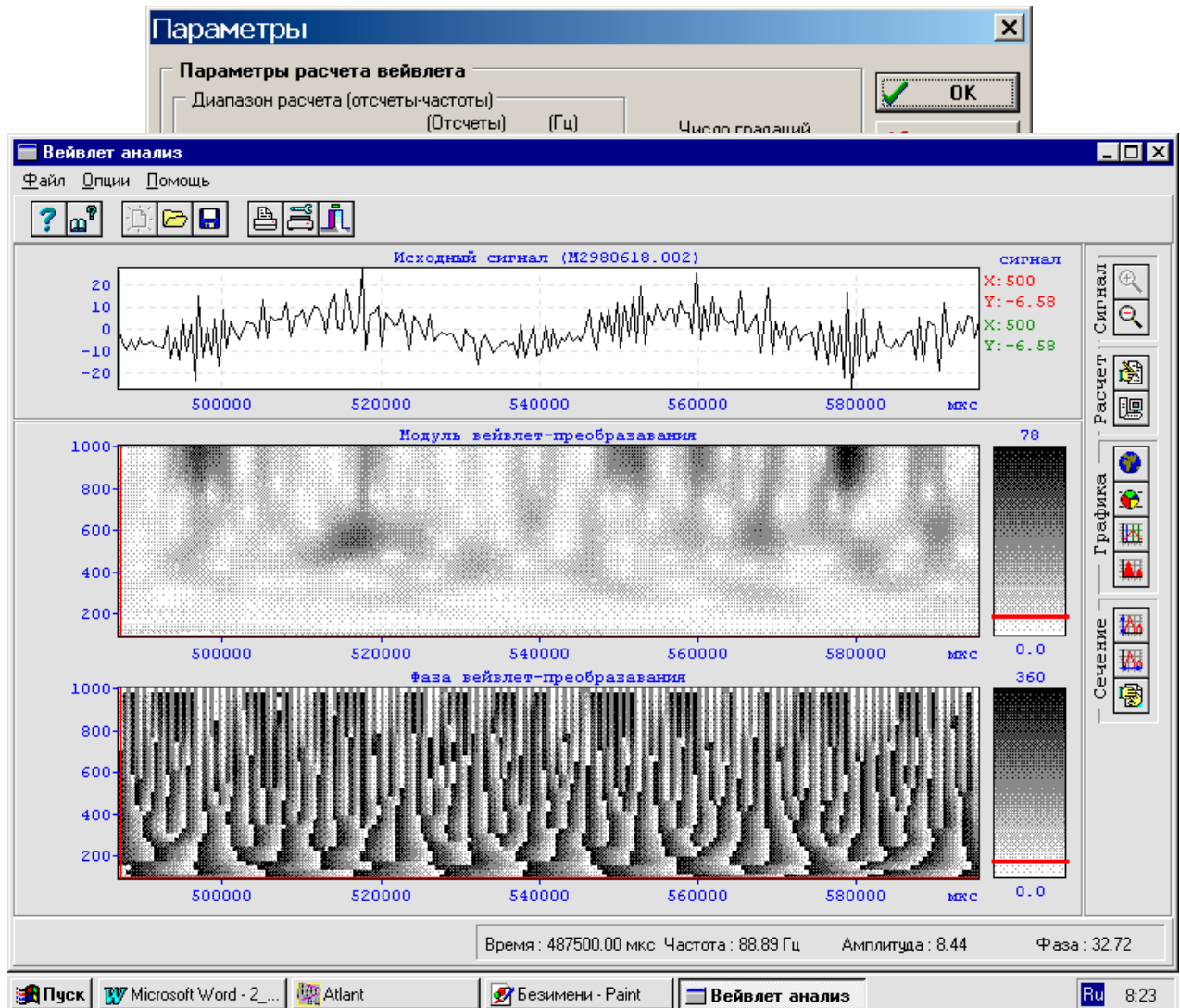
большая неопределенность в определении дефекта. Всем известен тот факт, что один набор гармоник может соответствовать нескольким дефектам.

В вейвлет - преобразовании другой подход. Сигнал описывается большим количеством небольших гармоник – всплесков. Каждый такой вейвлет – всплеск внешне похож на «короткую» синусоиду - гармонику, быстро возникшую и быстро затухшую. Она характеризуется частотой, амплитудой, начальной фазой и временем максимальной амплитуды. Отсюда наиболее важное отличие вейвлета от спектра – наличие времени максимального проявления в исходном вибросигнале.

Для входа в вейвлет – преобразования в программе Атлант необходимо в окне базы данных раскрыть интересующий замер до уровня сигналов и выбрать нужный, установив на нем активную строку. Далее следует нажать на правую клавишу мышки и в окне доступных функций выбрать строку «Вейвлет – преобразования».



На экране появится специальное графическое окно, предназначенное для работы с вейвлет – преобразованием. Это окно показано ниже на рисунке. В верхней части этого окна расположены клавиши управления выбором и сохранением информации. Среднюю часть окна занимают три графика – исходный вибросигнал, модуль вейвлет – преобразования и фаза вейвлет – преобразования. Справа столбиком располагаются функциями управления обработкой сигналов и графическим просмотром вейвлет – представлений информации.



Выбор параметров вейвлет – преобразования вибросигнала производится при помощи специального графического окна с наименованием «Параметры». В этом окне пользователь может самостоятельно настроить все необходимые параметры получения и графического отображения вейвлет – представления вибросигнала.

В первом (под) окне «Диапазон расчета» выбираются параметры обработки сигнала по отсчетам, которые приведут к получению заданного диапазона частот в вейвлет – отображении. «Параметры графики» настраивают способ показа информации на экране. «Нормирование» позволяет правильно отображать уровни вейвлета на экране. «Скелет» и «Изолинии» предназначены для специального отображения характерных особенностей вейвлета. «Параметры печати» позволяют настраивать печать результатов вейвлет – преобразования вибросигналов.

В функциях, объединенных названием «графика», можно вызывать на экран изолинии, скелет и хребет модуля вейвлет – преобразования. Эти функции позволяют более наглядно отслеживать изменение спектрального состава колебаний с течением времени.

В «сечениях» можно сделать «разрезы» вейвлета по времени и по частоте. Сечение по частоте есть обычный спектр для конкретного момента времени. Сечение по времени отражает изменение амплитуды колебаний на данной частоте с течением времени.

Тем, кто интересуется этим математическим аппаратом диагностики, мы можем очень кратко указать на некоторые области вибродиагностики, в которых применение вейвлет – преобразования может оказать помощь в проведении диагностических работ.

В первую очередь это практические случаи, когда во вращающемся оборудовании в процессе работы происходят динамические удары, связанные с частотой вращения ротора. Например, расцентровка в муфте, дефект лопатки насоса, задевания или затирания. При помощи вейвлет - преобразования можно определить не только спектральный состав вибросигналов, но и определить временные фазы возникновения дефектов такого вида.

Вейвлет – преобразование может быть очень эффективно использовано при проведении диагностики состояния оборудования возвратно – поступательного действия, например поршневых компрессоров и двигателей внутреннего сгорания. С его помощью можно анализировать спектральный состав коротких

временных интервалов, в течение которых периодически происходят рабочие процессы. Это горение газа в цилиндре, срабатывание клапана, изменение направления движения поршня и т. д.

Высока эффективность использования вейвлет – преобразования в анализе собственных резонансных колебаний машин и механизмов. Только такой подход дает возможность оценки текущего технического состояния тех или иных элементов конструкции, только так можно выявить появление различных трещин и дефектов целостности конструкции, вызванных различными причинами.

Вейвлет – анализ является практически единственным средством проведения диагностики состояния крупных конструкций, в которых необходимо выявлять узлы и зоны ослабления, трещины и иные дефекты.

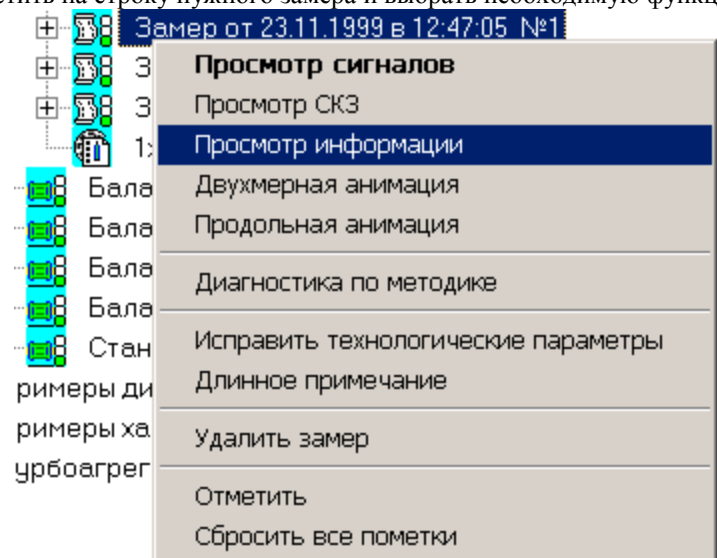
Первоначально функция вейвлет – анализа разрабатывалась для “внутреннего” использования специалистами фирмы “Вибро-Центр” и ее описательная сторона пока еще недостаточно разработана. В программе имеется достаточно подробная помощь, достаточная для освоения азов вейвлет – анализа.

Вейвлет – анализ вибросигналов реализует более общий подход к разложению на отдельные частоты, чем спектральный. Обычный спектральный анализ входит в вейвлет – анализ в виде одной из составляющих.

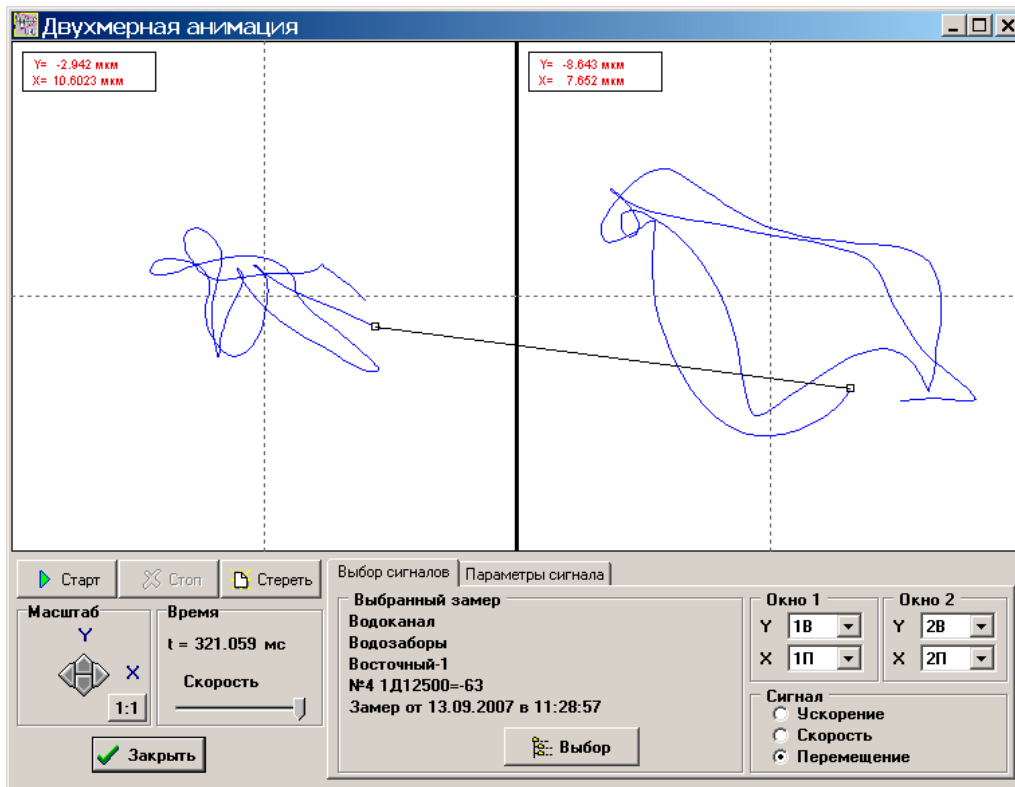
По мере продвижения своих разработок мы дополним данную инструкцию необходимой описательной информацией, опишем несколько примеров применения вейвлет — преобразования.

#### 2.3.4. Анимация сигналов

При помощи этой функции можно на экране просматривать изменение вибрации во времени. В программе реализованы два типа анимации – двухмерная и продольная. Для входа в эти функции необходимо указатель мышки поместить на строку нужного замера и выбрать необходимую функцию.

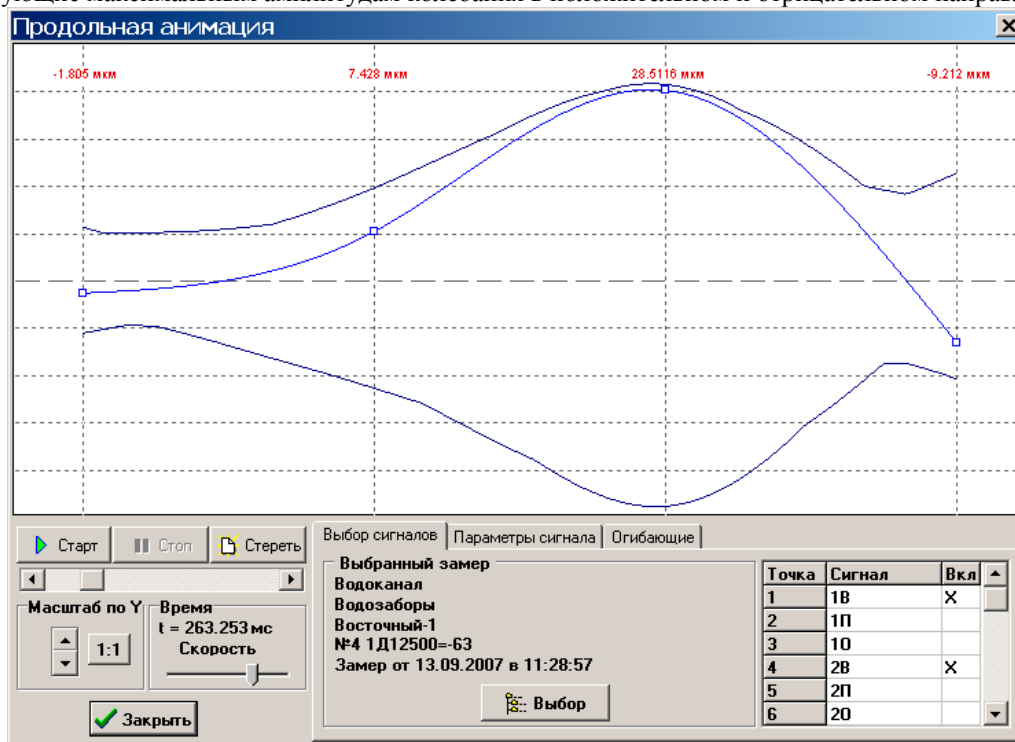


Двухмерная анимация предназначена для контроля «прецессии» контролируемых точек – подшипников в течение времени регистрации вибросигналов. Эта функция допускает одновременную анимацию двух подшипниковых точек и одновременно представлять в виде условной линии вал агрегата. Ниже приведен пример графического окна с анимацией вала.



В этом окне можно выбирать сигналы для анимации из одного замера, определять способ усреднения вибросигналов перед анимацией, изменять количество временных точек, одновременно показываемых на экране. Для удобства можно проводить масштабирование, изменять скорость анимации и т. д.

Продольная анимация предназначена для контроля изгибных колебаний конструкций и допускает анимацию до 14 точек одновременно. Ниже показан пример продольной анимации для 4 точек. На графике видна кривая изгиба конструкции, описанная сплайном. График ограничивают две огибающие, соответствующие максимальным амплитудам колебания в положительном и отрицательном направлениях.

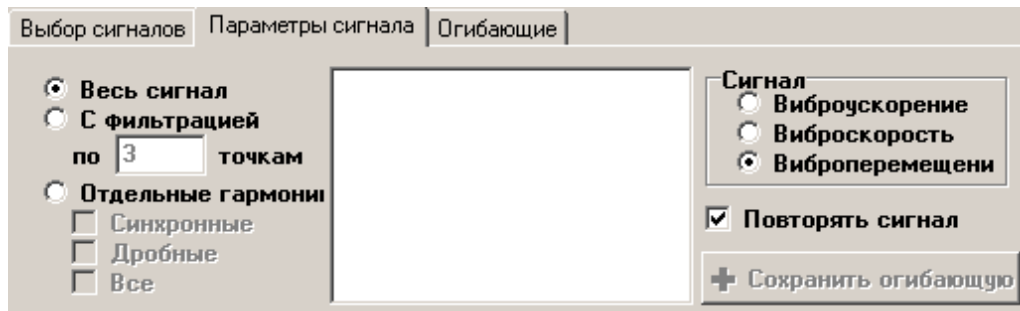


Движущийся курсор (квадратик) слева показывает, какая часть временного сигнала показывается на экране. Здесь же можно изменить масштаб отображения сигнала по вертикальной оси и скорость анимации

вибросигнала. В средней части области управления расположены функции выбора замера и проекций вибросигнала.

В нижней, правой, части экрана располагается окно настройки продольной анимации, состоящее из трех отдельных страниц. Первая страница с наименованием «Выбор сигналов» показана на общем окне. На этой странице пользователь может произвести смену агрегата и замера по этому агрегату. Далее имеется возможность, в правой части страницы, выбрать необходимые проекции вибросигнала и порядок их расположения в графическом окне при анимации.

Вторая страница окна настройки продольной анимации с наименованием «Параметры сигнала» показана ниже. На этой странице пользователь может выбрать особенности показа вибросигналов. Можно показывать



все точки сигнала, но обычно это приводит к «скачкам курсора» на экране за счет высокочастотных составляющих. Более удобным для просмотра является показ сигнала «с фильтрацией». При таком показе сигнал сглаживается при помощи обычного цифрового фильтра. Зону фильтрации пользователь выбирает сам в специальном окне ввода. На экране можно просматривать анимацию отдельных гармоник вибросигнала, для чего служит функция «Отдельные гармоники». Здесь можно выбирать или все гармоники или только некоторые из них. Список гармоник с указанием амплитуд появляется в среднем окне. В списке пользователь отмечает необходимые гармоники.

В правой части окна можно определиться с представлением вибросигнала, выбирая виброускорение, виброскорость или виброперемещение.

При помощи функции «Повторять сигнал» можно задать повторяющуюся анимацию одного и того же вибросигнала.

При помощи функции «+Сохранить огибающую» можно временно сохранить построенную на экране огибающую. Это приходится делать тогда, когда пользователь хочет сравнить огибающую по нескольким вибросигналам, соответствующих нескольким состояниям или режимам работы агрегата.

Огибающие продольных колебаний контролируемого агрегата хранятся в третьем окне с наименованием «Огибающие». В этом окне можно задать цвет каждой сохраняемой огибающей, при помощи «галочек» отметить те из них, которые нужно показывать на экране. Программа позволяет накладывать огибающие друг на друга и т.д. После выхода из этой функции «продольная анимация» все огибающие теряются, т. к. на жесткий диск они не записываются.

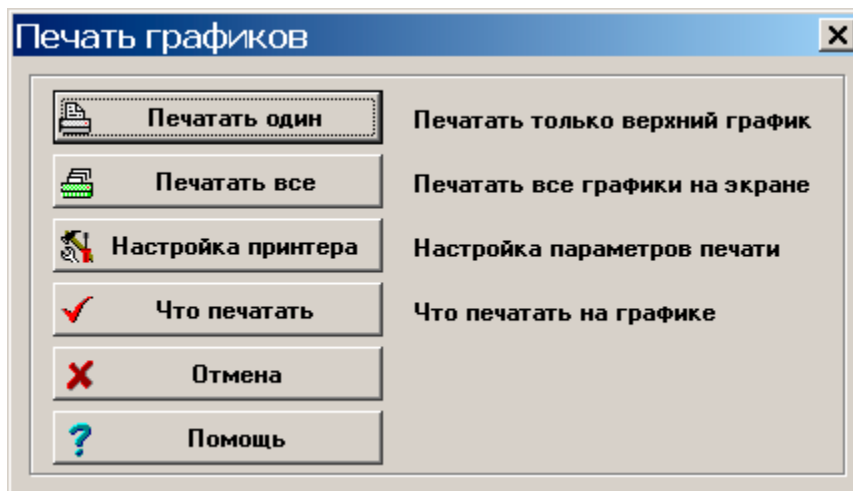
Более подробно возможности графической продольной анимации вибросигналов пользователь может изучить самостоятельно.

## 2.4. Печать графиков сигналов



Для печати графиков, показываемых на экране компьютера, при помощи стандартного принтера компьютера необходимо нажать клавишу «печать». Перед этим необходимо сделать все преобразования и изменения с графиками, т. к. будет напечатано то, и в том виде, и в том временном и частотном масштабе, как это показывается на экране.

Графики для печати могут быть выбраны пользователем из одного замера, из нескольких замеров по одному агрегату, из нескольких замеров по нескольким агрегатам. На одном листе могут быть напечатаны временные графики и спектры. Количество одновременно печатаемых графиков (на одной странице) практически не ограничено. Все определяется условиями просмотра графиков.



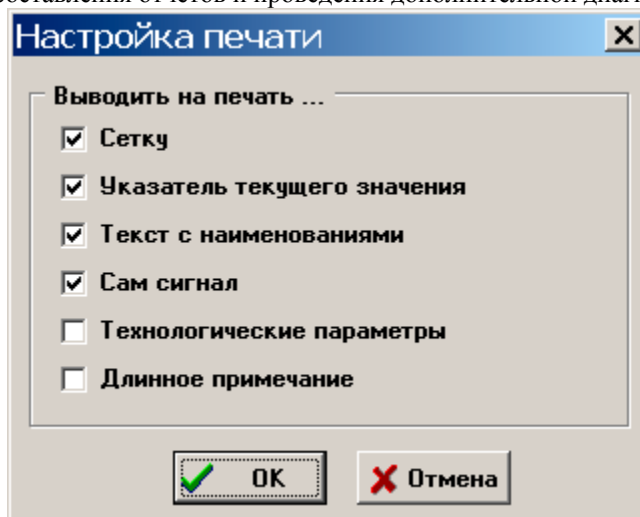
После нажатия клавиши “печать” на экране появляется окно управления печатью «Печать графиков», которое имеет следующий вид.

При помощи этого окна можно выбрать объем печати - только активный график или все показываемые графики сразу.

При помощи клавиши «Настройки принтера» можно произвести оформление печатаемых графиков. Допустимые при этом функции выбора показаны в следующем графическом окне.

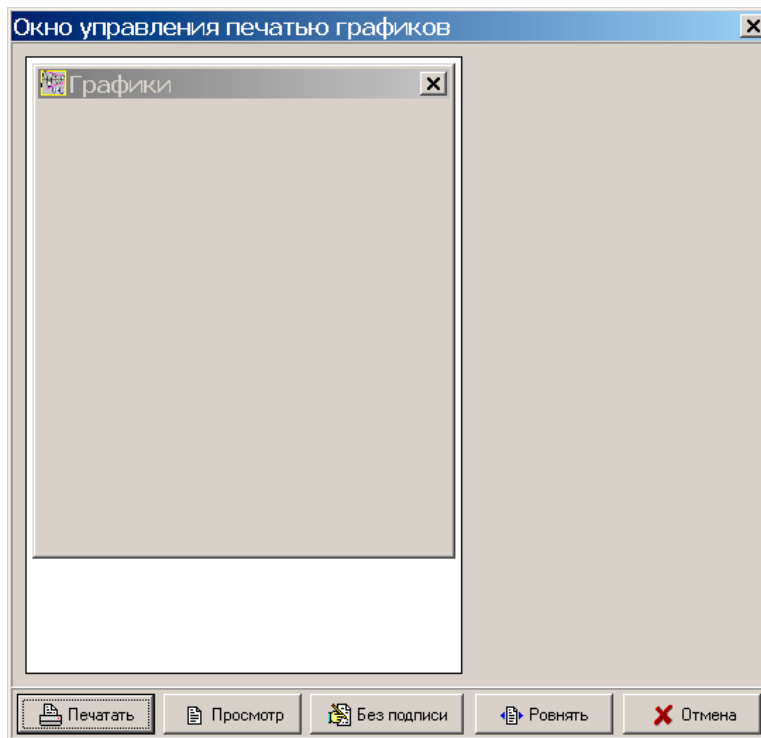
При помощи этого окна можно нанести на графики масштабную сетку, можно вывести указатель текущего значения функции в точке расположения курсора.

Можно модернизировать процесс печати графиков вибросигналов, вводя в него различный поясняющий текст, а можно и без него. Все это позволяет пользователю получать необходимую графическую информацию на принтере, удобную для составления отчетов и проведения дополнительной диагностики.



В обычных условиях управлением принтера занимается операционная система компьютера, поэтому перенастройками принтера заниматься нет необходимости. Процесс печати идет стандартно.

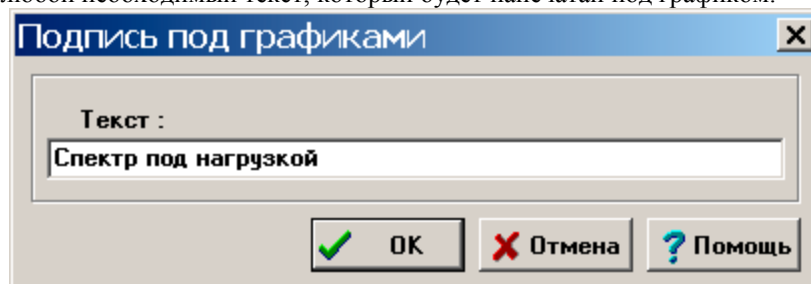
В практике достаточно часто графики печатаются или не на весь лист, или в его фиксированной части. Это обычно бывает необходимым при написании отчетов, в которых на одном листе присутствует текстовая и графическая части.



Для реализации такой печати в программе имеется графическое окно “подготовка к печати графиков”. Оно вызывается автоматически перед началом печати. В этом окне появляется макет размещения информации на листе, и пользователь имеет возможность при помощи мышки перемещать границы расположения поля графиков в любую часть листа, изменять размеры поля печати и т. д.

Под рисунком пользователь может подписать необходимый текст, для чего необходимо нажать клавишу «Без подписи». Она изменит свой внешний вид и будет уже называться «Подпись».

Нажав на нее можно вызвать на экран окно «Подпись под графиками», которое показано слева. В этом окне можно ввести любой необходимый текст, который будет напечатан под графиком.



После того, как перемещение завершено можно просмотреть макет более подробно, нажав клавишу “просмотр, можно выровнять и затем напечатать.



## 3. Работа с прибором

### 3.1. Регистрация сигналов

#### 3.1.1. Подготовка прибора к работе

##### 3.1.1.1. Развертывание прибора

В первую очередь, перед началом практической работы, выбирается место для развертывания прибора АТЛАНТ. Учитывая наличие значительного количества кабельных линий, датчиков, компьютера и входного блока, для развертывания прибора необходимо предусмотреть рабочее место со свободной площадью не менее 0,5 м<sup>2</sup>. Еще на этапе подготовки к регистрации должно быть продумано взаимное расположение контролируемого агрегата и прибора, уточнены места установки всех датчиков, продумана прокладка кабельных линий от датчиков до входного блока.

Также на этапе подготовки к проведению исследований должен быть решен вопрос об использовании того или иного типа энергопитания прибора в процессе отладки и во время работы. В стандартной поставке прибора АТЛАНТ в нем имеются два независимых источника питания - внутренний аккумулятор компьютера и встроенное во входной блок аккумуляторное питание входных перестраиваемых фильтров. Эти аккумуляторы не связаны между собой и питают различные элементы и схемы прибора.

Собственный аккумулятор компьютера обычно обеспечивает его питание в течении 2 - 4 часов, в зависимости от модификации аккумулятора. Аккумулятор входного блока, учитывая кратковременность процесса регистрации, обеспечивает работу этого блока в течении более длительного срока, до нескольких месяцев. При регистрации “коротких” сигналов, длительность которых меньше одной секунды, внутренних аккумуляторов “хватает” на 3000 - 5000 замеров, это очень большое количество. При регистрации длительных процессов, например разгона - выбега, срок работы аккумулятора входного блока сокращается, т. к. регистрация идет непрерывно. Минимально внутренний аккумулятор входного блока может работать не менее 4 часов в режиме непрерывной работы. Практически всегда нормально заряженный аккумулятор блока регистрации работает более длительный срок, чем встроенный аккумулятор переносного компьютера.

Если по условиям проведения исследований предполагается более длительная работа регистратора АТЛАНТ, чем позволяет внутренний аккумулятор компьютера и входного блока, то следует заранее предусмотреть использование в качестве источника питания напряжения питания 220 В.

В полевых условиях можно использовать питание от автомобильного аккумулятора, имеющего большую емкость. Для использования такого источника питания следует применять специальные блоки - адаптеры, поставляемые для питания переносных компьютеров. Оптимально применение блока, преобразующего напряжение =12 вольт в переменное напряжение 220 вольт, которое используется для питания компьютера и входного блока прибора.

##### 3.1.1.2. Сборка схемы измерения и регистрации

Входной блок подключается к компьютеру через разъем USB с помощью входящего в комплект шнура.

При первом подключении блока компьютер попросит установить драйвера для платы АЦП E-440. Они находятся на установочном CD в папке LCARDUSB.

После соединения компьютера и входного блока прибора включается компьютер. Обязательно проверяется состояние и уровень зарядки аккумуляторов компьютера при помощи стандартных функций операционной системы данного компьютера. В компьютере запускается программа АТЛАНТ. Далее проводится проверка уровня зарядки аккумуляторов входного блока. Эта процедура выполняется при помощи нажатия клавиши “Ресурс питания” в окне программы АТЛАНТ. Результат измерения напряжения показывается на экране в % от уровня полной зарядки аккумулятора. Программа во время работы автоматически проверяет напряжение питания с интервалом 10 минут. Чтобы отключить автоматическое измерение питания в каталоге установки программы найдите файл INI\MAIN.INI, откройте его в любом редакторе и исправьте в секции [Power] строку Enable=0. После этого запустите программу и кнопка измерения питания не будет видна на экране.

Подключение соединительных кабелей от датчиков к входному блоку прибора желательно проводить при отключенном компьютере. Это до минимума снизит риск выхода прибора из строя. Конструктивно допускается сборка схемы подключения датчиков и при включенном компьютере, но обязательно при выключенной функции регистрации. В таком режиме работы прибора на разъемы входного блока, предназначенные для подключения датчиков не подается питание и они не подключены к фильтрам и к АЦП. При отключении кабелей между компьютером и входным блоком или при выключении компьютера в режим Sleep (выключение Notebook для экономии питания без выхода из Windows) сбрасывается питание с входного блока и для возобновления работы необходимо перезагрузить программу АТЛАНТ.

Режим сборки схемы подключения датчиков при включенном компьютере удобен тем, что на экране компьютера может быть установлен режим просмотра протокола включения датчиков, что возможно в функции просмотра конфигурации прибора для данного агрегата или подготовительных операциях перед регистрацией. Сборка схемы подключения датчиков с использованием конфигурации прибора позволяет

существенно снизить количество возможных ошибок в соединениях и местах установки датчиков на контролируемом агрегате, появление которых вполне реально для многоканальных приборов.

Заключительной операцией развертывания прибора АТЛАНТ является, после сборки всех схем, режим пробного включения прибора на регистрацию, в процессе которого проверяется целостность всех цепей и правильность сборки схемы.

### 3.1.2. Конфигурация прибора

#### 3.1.2.1. Возможности гибкой конфигурации прибора

Внимание ! Данная функция работает только в версии ПО, поставляемой с синхронным регистратором Атлант ! В версии, поставляемой с переносными приборами передача и создание замеров происходит через функцию "Импорт замеров".

Наиболее удобными для практических исследований являются универсальные измерительные приборы, в которых в одном корпусе сосредоточены возможности измерения различных параметров и в различных режимах. Переход от одного режима измерения к другому обычно производится при помощи различных аналоговых переключателей, как это, например, делается в различных тестерах и других комбинированных приборах.

В цифровых приборах, реализующих обработку сигналов в виде различных алгоритмов, переключения делаются на программном уровне. Изменяется количество регистрируемых сигналов, длительность и частота временной выборки, вид обработки сигналов, изменяются параметры хранения и т. д. Это дает возможность, при внешне неизменном приборе, получать различные свойства. В литературе даже применяется термин “виртуальный прибор”. Свойства этого прибора определяются его внутренней (программной) архитектурой или конфигурацией.

В регистраторе АТЛАНТ под “виртуальной” конфигурацией понимается совокупность параметров регистрации и обработки сигналов, имеющих место при проведении конкретной регистрации сигналов на контролируемом оборудовании.

Конфигурация создается программно пользователем конкретно для условий регистрации и обработки сигналов каждого контролируемого агрегата. Параметры конфигурации хранятся в базе данных в виде отдельного файла в директории данного агрегата. Для удобства проведения исследований для одного агрегата может быть создано и хранится в памяти любое количество конфигураций. Наименования всех конфигураций показываются в окне базы данных в директории агрегата. Рядом с каждой конфигурацией стоит значок, на котором изображен стилизованный цифровой измерительный прибор.

#### 3.1.2.2. Описание параметров конфигурации прибора

##### 3.1.2.2.1. Общие параметры конфигурации

К общим параметрам конфигурации прибора относятся:

- Наименование конфигурации, наименование конфигурации задается пользователем и выводится в окне базы данных, что облегчает пользователю выбор нужной конфигурации прибора.

- Тип или назначение конфигурации. В регистраторе АТЛАНТ допустимы 4 типа конфигураций: регистрация, разгон - выбег, балансировка и циклическая регистрация. Наименование каждого типа конфигурации достаточно хорошо говорит о его практическом назначении.

- Наименование файла хранения конфигурации. Это внутренняя служебная информация программы. При помощи наименования файла конфигурации, если пользователь его не корректировал, легко определить дату создания конфигурации (столетие, год, месяц, день).

##### 3.1.2.2.2. Параметры регистрации

В первую очередь пользователь должен выбрать тип регистрируемого параметра и размерность его представления.

Прибор АТЛАНТ допускает два типа регистрируемых параметров - временной сигнал или спектр временного сигнала. Выбранный тип регистрируемого параметра будет показываться на экране. Данный выбор определяется характером проводимых диагностических исследований и полностью зависит от пользователя.

В приборе допустимо, по выбору пользователя, представление вибросигналов в размерности виброускорения, виброскорости или виброперемещения. При проведении такого выбора необходимо помнить, что в качестве источников вибросигналов используются пьезоакселерометры, регистрирующие виброускорение. Если пользователь выберет представление сигналов в размерности виброскорости, а тем более виброперемещения, то во время регистрации происходит аппаратное интегрирование сигнала.

##### 3.1.2.2.3. Дополнительные параметры регистрации

Эти параметры определяют особенности запуска прибора на регистрацию и использования усредненных параметров по нескольким регистрациям.

- Пользователь должен выбрать тип запуска прибора на регистрацию. В приборе основным является свободный запуск, но при специальной модификации возможен запуск от отметчика. Возможна установка задержки на запуск прибора после прихода синхронизирующей метки.

- Сигналы при регистрации могут заноситься в память без усреднения, а могут и с усреднением. Во втором случае пользователь должен определить необходимое количество усреднений в замере, после проведения которых прибор прекратит регистрацию.

- Должно быть определено необходимое количество циклов регистрации в одном полном замере. Смысл этой функции заключается в обходе реально существующего ограничения, заключающегося в том, что часто количество имеющихся датчиков и (или) каналов регистрации в приборе меньше, чем полное количество точек контроля в агрегате.

В качестве иллюстрации: произвести полное однократное измерение вибрации в 12 точках агрегата с 4 подшипниками при помощи 8 канального регистратора невозможно. Реально измерение будет выполнено в два этапа, цикла. В первом цикле будет измерена, например, вибрация в 8 точках, а во втором - в 4 точках. В памяти же программы желательно иметь не два файла замера, а один, объединяющий два проведенных цикла измерения.

Пользователь должен указать в строке “Число циклов измерений в полном замере” нужное значение. Это позволит в дальнейшем соразмерить количество имеющихся датчиков с реальным количеством точек контроля.

Для балансировки указывается файл протокола, который должен быть создан в программе Диана.

Для Циклического чтения указывается время между замерами в секундах.

Для Разгона-Выбега введите шаг по частоте и, если агрегат разгоняется/останавливается быстро (до 20 сек), выберите Быстрый Разгон-Выбег. При этом сначала произойдет чтение сигнала, а затем его обработка.

#### 3.1.2.2.4. Протокол включения датчиков

В соответствии с исходным диагностическим паспортом данного агрегата, или в соответствии с количеством каналов в “свободном формате”, составляется протокол включения датчиков. Программа перечисляет наименования всех точек контроля в агрегате и пользователь должен указать, какие каналы и датчики будут использованы в данной конкретной конфигурации.

Пользователь может включить в данную конфигурацию от одного до полного набора точек контроля вибрации и других параметров.

При определении протокола включения датчиков выбирается их тип, номер, чувствительность, в какой цикл регистрации его следует включить, к какому входу регистратора он будет подключен. В отдельное поле можно внести примечание по особенностям регистрации данного сигнала в данной конкретной конфигурации прибора.

Справа расположены кнопки быстрого заполнения полей – очистка полей, по одному циклу, по всем точкам/циклам, по одному циклу с отметчиком, по всем точкам/циклам с отметчиком,

#### 3.1.2.3. Создание новой конфигурации прибора

При помощи функции “Новый файл конфигурации прибора” пользователь может создать новый файл конфигурации прибора. Именно этот файл полностью определяет параметры регистрации сигналов, соответствующие формату хранения информации по данному конкретному агрегату в базе данных.

При входе в эту функцию на экране появляется окно ввода информации.

**Конфигурация прибора**

Виртуальный прибор  
 Наименование: 1    Тип: Регистрация    Файл хранения: 3080402.fkf

Параметры регистрации  
 Регистрируемый параметр: Сигнал    Виброскорость    мм/с

Параметры временного сигнала  
 Шаг: 0.1 мс  
 Длительность выборки: 819.1 мс  
 Число отсчетов: 8192

Параметры спектра  
 Частота: шаг: 1.221 Гц  
 до: 3906.25 Гц  
 Число линий в спектре: 3200

Дополнительные параметры регистрации  
 Тип запуска: Свободный    Тип усреднения: Без усреднения  
 Задержка запуска: 0.00000 с    Число усреднений: 1  
 Канал запуска: Канал 1    Порог запуска: 200 % от уровня шума

Протокол включения датчиков  
 Число циклов измерений в полном замере: 1

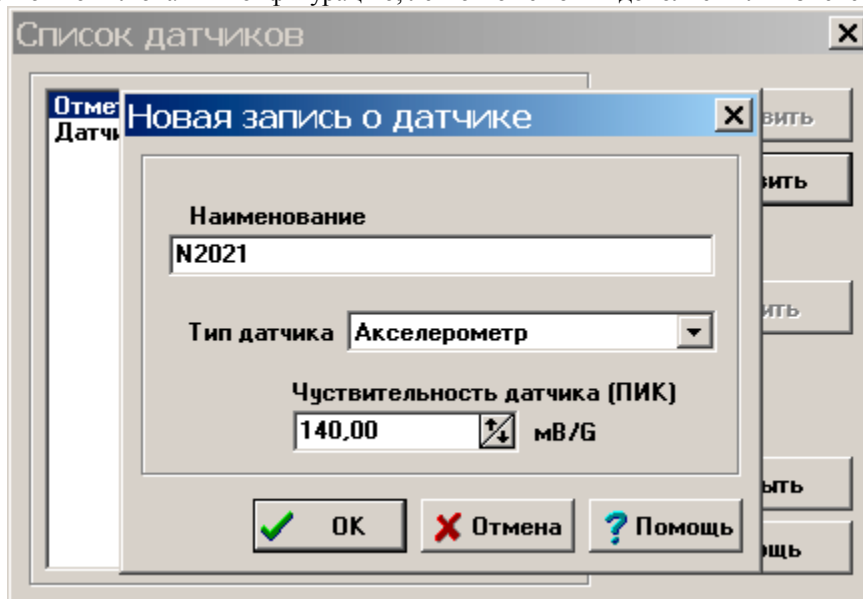
	Вкл./Откл	Датчик	Цикл	Канал	Примечание
Отметч.	Вкл	Отметчик		1	Угол установки : 0 град.
1В	Вкл	Датчик	1	1	
1П	Откл				
1О	Откл				
2В	Откл				

Стереть  
 1 Цикл  
 Все  
 1 Ц.+Отм  
 Все+Отм

Порядок ввода информации:

1. Наименование прибора. Вводится произвольно по желанию пользователя.
2. Тип. В зависимости от цели регистрации проводится выбор между функциями “регистрация”, “балансировка”, “циклическое чтение”, “разгон-выбег”.
3. При необходимости корректируется наименование файла хранения конфигурации. В обычных условиях делать это нет необходимости.
4. Регистрируемый параметр. Может быть “сигнал” или “спектр”. В зависимости от этого выбора будет активно окно “Параметры временного сигнала” или “Параметры спектра”.
5. Выбор вида представления вибросигнала. Допустимые величины - “виброускорение”, “виброскорость”, “виброперемещение”. После такого выбора меняются единицы измерения вибросигнала.
6. Параметры временного сигнала. Необходимо выбрать “шаг” или период дискретизации сигнала, “длительность выборки”, “число отсчетов”. Поскольку эти параметры взаимосвязаны между собой, то пользователю достаточно выбрать два его интересующих, а третий будет пересчитан программой автоматически. Для этого нужно встать курсором в поле этого параметра и он будет рассчитан. При этом в правом окне будут показываться, без возможности корректировки, параметры спектра от данного временного сигнала.
7. Параметры спектра. Необходимо выбрать “диапазон частот спектра” и “число линий в спектре”. Поскольку эти три параметра взаимосвязаны между собой, то пользователю достаточно выбрать два его интересующих, а третий будет пересчитан программой автоматически. Для этого нужно встать курсором в поле этого параметра и он будет рассчитан. При этом в левом окне будут показываться, без возможности корректировки, параметры регистрируемого временного сигнала.
8. Тип запуска и задержка запуска. Устанавливается при наличии отметчика фазы.
9. Тип усреднения и число усреднений.
10. Число циклов измерений в полном замере. Оно должно быть не меньше, чем отношение необходимого по диагностическому паспорту точек контроля сигналов к числу имеющихся датчиков и входных каналов прибора.
11. Протокол включения датчиков. Для примера показан протокол включения датчиков для конкретной конфигурации. В нем левый столбец - полный перечень точек контроля из диагностического паспорта. В протоколе включены, т. е. используются, не все точки контроля, которые были определены диагностическим паспортом агрегата. Набор включения - отключения точек контроля выбирается пользователем по своему усмотрению в каждой конкретной конфигурации. Для отметчика в протоколе указывается угол начальной установки, зависящий от доступного места установки отметчика на данном агрегате.
12. Для каждого регистрируемого сигнала пользователем определяется тип и номер используемого датчика и номер канала прибора АТЛАНТ, к которому этот датчик должен быть подключен. Количество

датчиков, информация по которым хранится в памяти прибора, практически не ограничено. Список датчиков в приборе, которые можно включать в конфигурацию, легко может быть дополнен или изменен пользователем.



По кнопке “Шаблон” можно записать созданную конфигурацию как шаблон и в дальнейшем быстро создавать конфигурации из записанного шаблона с помощью пункта меню “Создать файл конфигурации из шаблона”.

### 3.1.3. Регистрация и просмотр сигналов

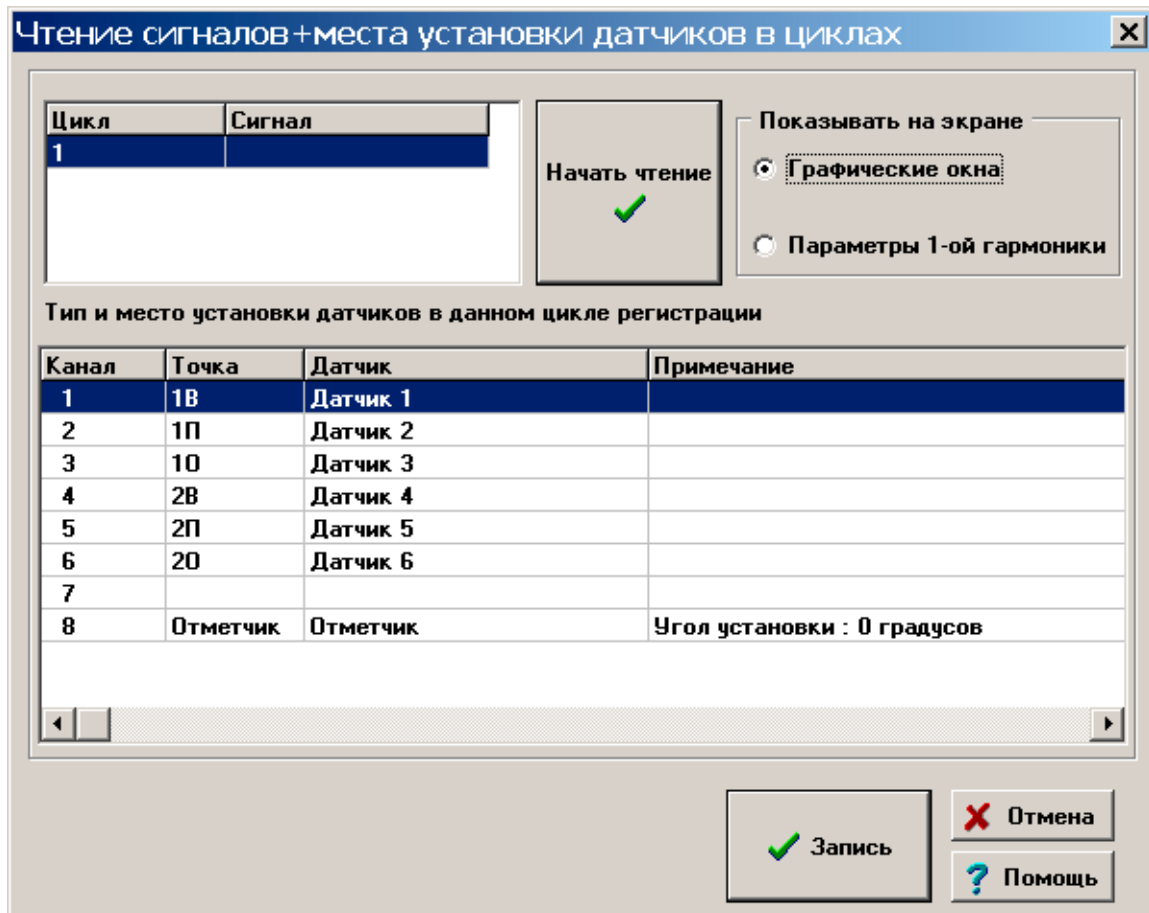
Это основная функция работы синхронного многоканального регистратора АТЛАНТ, для которой он создавался. В этом режиме регистрируются сигналы с датчиков, формируется файл замера стандартной формы и он записывается в базу данных.

#### 3.1.3.1. Регистрация сигналов

Пользователь должен собрать схему измерения, выбрать в базе данных станцию, цех, агрегат, исследование состояния которого планируется проводить. Необходимо выбрать нужную конфигурацию “виртуального” прибора (схему регистрации). При наличии в директории контролируемого агрегата нескольких конфигураций (схем) выберите нужную, сделав ее активной при помощи указателя и левой клавиши мышки.

Для перехода к режиму регистрации необходимо первоначально сделать “активной” нужную конфигурацию, установив на нее, при помощи левой клавиши мышки, курсор. Далее, при помощи правой клавиши мышки, необходимо вызвать меню и выбрать в нем строку “Начать чтение замера”. На экране появится графическое окно управления циклами регистрации с общей информацией по местам установки и указанием каналов подключения датчиков.

В этом окне, вверху слева, показывается, каково общее количество циклов измерения (чтения информации с вибродатчиков) в данной конфигурации прибора для данного агрегата. Активная строка в окне указывает на номер цикла регистрации, по которому в данный момент будет проводиться запись сигналов. Пользователь может, по своему желанию, изменить порядок следования циклов записи сигналов.



В окне “тип и место установки датчиков в данном цикле регистрации” справочно показана вся информация по схеме регистрации, указано, какие датчики использованы в данной регистрации, к каким каналам входного блока прибора они подключены. Для каждого датчика пользователь может ввести примечание, например угол установки отметчика фазы. В примечании можно указывать любые особенности процесса регистрации сигнала с датчика в данной конфигурации прибора.

В правой верхней части общего графического окна пользователь может, по своему желанию, сделать выбор, какую информацию о регистрируемых сигналах он хочет видеть на экране компьютера в процессе регистрации.

Стандартным для прибора АТЛАНТ является показ временных графиков регистрируемых сигналов. Этот режим является универсальным, он позволяет оперативно изменять в процессе регистрации параметры просмотра. Можно перейти от просмотра вибросигналов к просмотру спектров, перейти от размерности виброускорения к виброскорости или виброперемещению.

При проведении балансировок удобно просматривать на экране компьютера не сами сигналы, а только параметры первых гармоник регистрируемых сигналов - амплитуду, частоту и фазу. Для перехода к такому режиму используется клавиша “параметры 1-й гармоники”. При этом, в процессе регистрации сигналов, графический экран будет иметь вид, показанный на рисунке ниже.

На нем показывается обратная частота ротора, определенная по отметчику фазы, частота вращения в оборотах в минуту, величины амплитуд первых гармоник по всем каналам регистрации и начальные фазы этих гармоник. При помощи этого окна удобно наблюдать, стабильны ли параметры первой гармоники и частота вращения, что очень важно при балансировке роторов в собственных подшипниках.

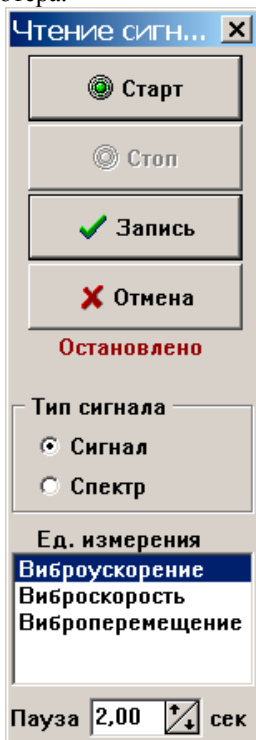
Параметры первой гармоники в сигнале		
Оборотная частота :	9,59 Гц	575,2 Об/мин
	Ампл, м/с <sup>2</sup>	Фаза, Град
Канал 1	5,27	335
Канал 2	5,24	335
Канал 3	5,23	335
Канал 4	5,24	335
Канал 5	5,31	335
Канал 6	5,31	335

Для перевода прибора в режим регистрации сигналов следует нажать на экране клавишу “начать чтение” и прибор начинает работу обработку информации с датчиков, включенных в первый цикл регистрации.

При этом производится программная коммутация входных каналов прибора, подается питание на АЦП, устанавливается полоса среза входных фильтров, подается питание на усилители датчиков.

На экране выводятся графические окна просмотра сигналов, количество окон равняется количеству каналов в данной конфигурации прибора или окно с параметрами первых гармоник по всем каналам.

Для управления процессом регистрации используются клавиши в графическом окне “чтение сигнала”, расположенном в левой части экрана компьютера.



При помощи клавиш управления, расположенных в этом окне можно:

- в любой момент остановить процесс регистрации при помощи использования клавиши “Стоп”;
- перейти из режима “Стоп” в режим продолжения процесса регистрации при помощи клавиши “Старт”;
- перейти к процедуре записи зарегистрированного сигнала в память прибора при помощи клавиши “Запись”;
- отменить режим регистрации клавишей “Отмена”.

Ниже клавиш управления справочно показывается информация по режиму работы прибора в данный момент времени - “Идет чтение. Ждите” или “Пауза”.

При регистрации сигналов последовательно исполняются следующие процедуры - считывание сигналов с датчиков, обработка сигналов, графическое отображение информации на экране. Далее следует регулируемая временная пауза, в течении которой пользователь может воздействовать на процесс регистрации. Он может прекратить процесс регистрации, отменить его или изменить параметры графического представления сигналов на экране.

В нижней части окна управления регистрацией находятся клавиши выбора величины временной паузы между двумя отдельными регистрациями при непрерывном режиме регистрации. Численное значение паузы между двумя регистрациями показывается в секундах.

В течении времени, когда прибор находится в режиме “Пауза”, пользователь может воздействовать на режим работы прибора, остановить процесс считывания информации. В течении этого же времени можно изменить способ представления информации на экране, например, перейти к показу спектров вибросигналов, а не самих сигналов.

Справочно: сигнал отметчика в окнах просмотра не может быть модернизирован, всегда показывается истинный сигнал от отметчика.

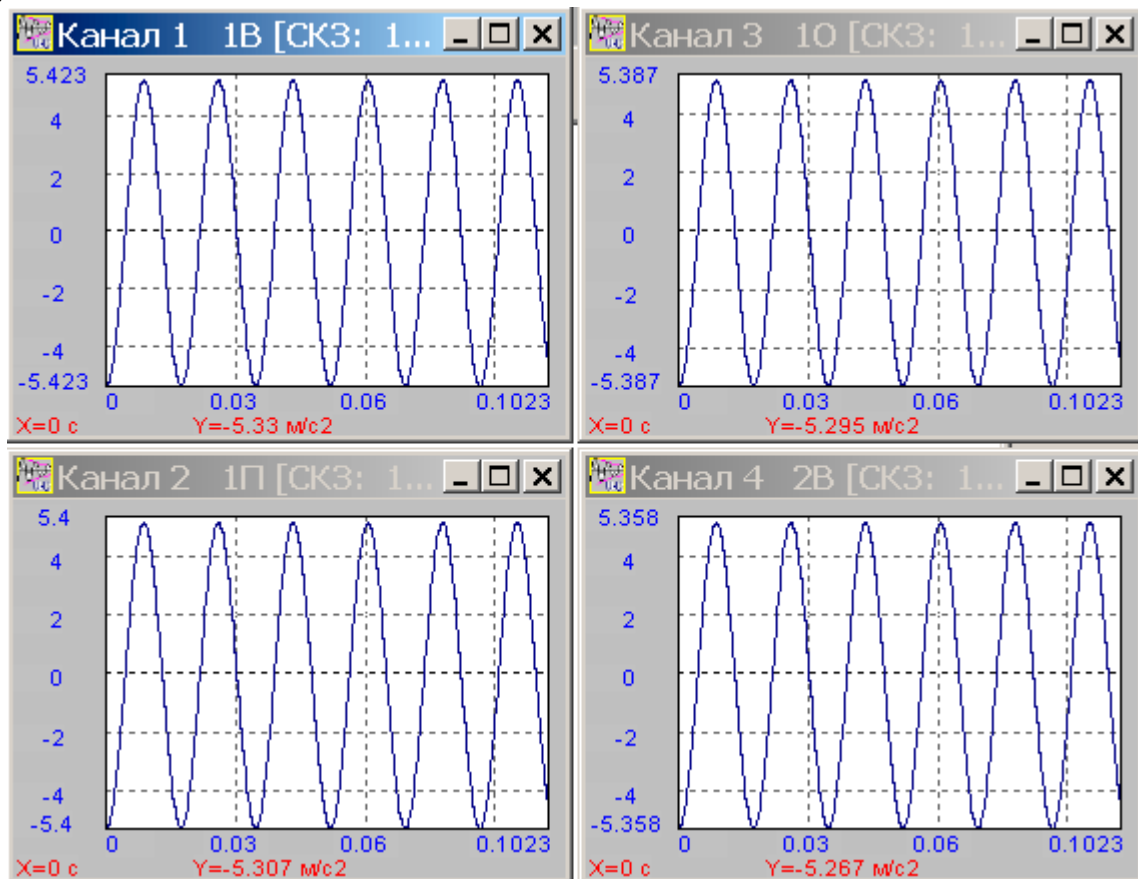
### 3.1.3.2. Просмотр сигналов на экране

Если при подготовке к регистрации сигналов с датчиков в окне “чтение сигналов + места установки датчиков” пользователем была выбрана опция “графические окна”, то все регистрируемые сигналы будут показываться на экране компьютера в функции времени, каждый сигнал в своем окне.

Графические окна просмотра располагаются на экране “черепицей”, т. е. все сразу. Чем больше в конфигурации виртуального прибора выбрано датчиков для регистрации, тем меньше будет зона экрана компьютера, которая автоматически будет выделена для каждого просматриваемого сигнала.

После каждого цикла регистрации сигналов со всех каналов происходит автоматическое обновление информации в графических окнах просмотра. Количество циклов регистрации, выполненных прибором, отображается в левом окне экрана компьютера.

Пример представления графической информации по регистрируемым сигналам показан на рисунке ниже.



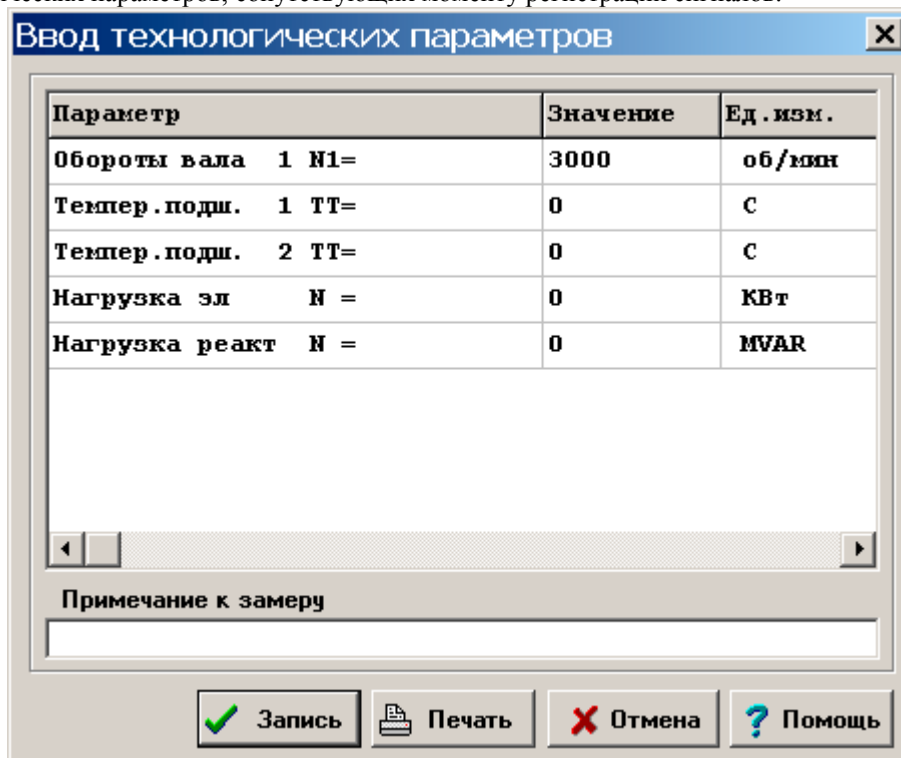
При помощи управления клавиш управления можно изменять параметры просмотра в широких пределах - переходить от одного представления сигналов к другому, показывать сигналы или спектры.



### 3.1.4. Запись сигналов в память прибора

Запись сигналов в память производится после завершения всех циклов регистрации сигналов по данной конфигурации после нажатия клавиши “запись” в окне “чтение сигналов”. Перед этим, желательно, остановить процесс регистрации информации при помощи клавиши “стоп”. Программа возвращается в окно управления циклами регистрации сигналов.

После завершения всех циклов измерения нажимается кнопка “Запись” и на экран вызывается окно ввода технологических параметров, сопутствующих моменту регистрации сигналов.



Это окно возникает в том случае, когда используется диагностический паспорт от системы “Паллада+”. Набор вводимых технологических параметров, их размерность полностью определяется этим паспортом. Набор этих параметров может дополняться пользователем в специальной функции программы АТЛАНТ при проведении процедуры привязки агрегата к базе данных регистратора.

Вся введенная пользователем в этом окне информация о технологических параметрах и особенностях проведения данной регистрации будет автоматически приписана к данному замеру и будет доступна для просмотра.

При регистрации с отметчиком обороты будут записаны автоматически.

При помощи этой информации можно будет выявлять связь технического состояния контролируемого агрегата с тем или иным технологическим параметром. Например, можно выявить, как производительность и напор жидкости на выходе влияют на вибрационное состояние контролируемого насоса и т. д. Наиболее удобно это делается при помощи программы “Паллада”, где имеется специальная функция с названием “эволюция”, графически представляющая все изменения состояния агрегата в функции зарегистрированных технологических параметров.

Готовый замер может быть скопирован, перенесен на другой компьютер, удален и т. д.

## 3.2. Циклическое чтение замеров

Циклическая регистрация сигналов используется в том случае, когда необходимо проводить регистрацию сигналов через определенные интервалы времени. Это позволяет, в дальнейшем, строить тренды по различным параметрам.

Для перевода прибора в режим циклической регистрации необходимо при создании конфигурации выбрать необходимый режим и задать интервал между отдельными измерениями.

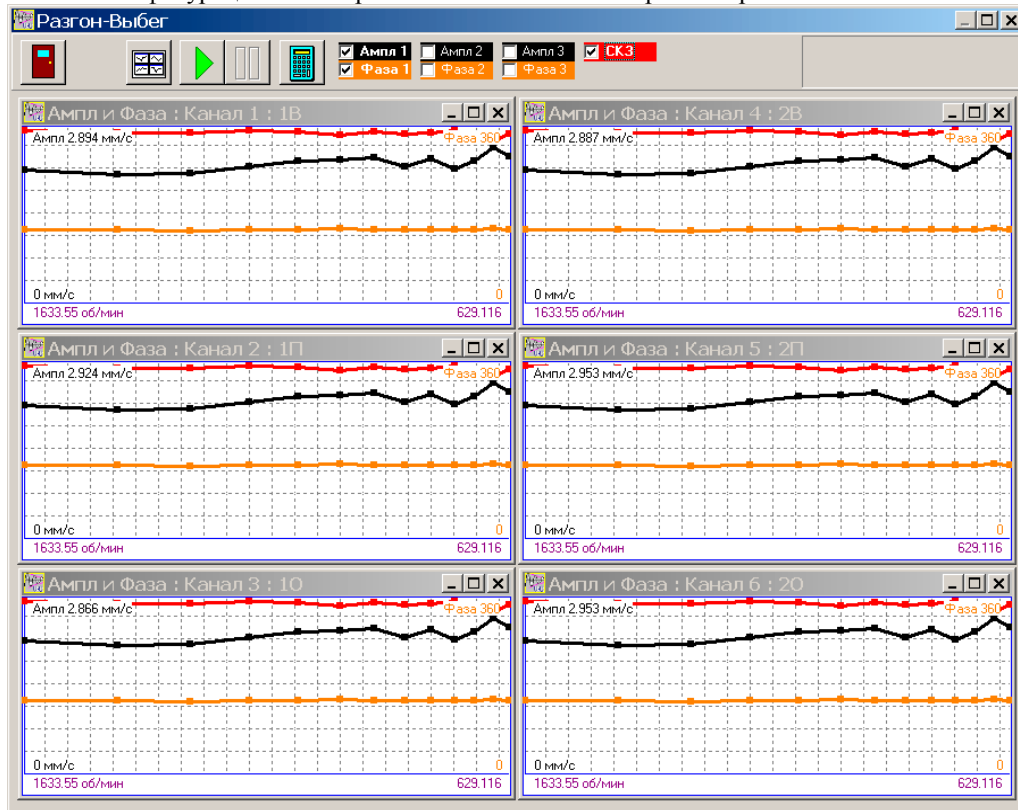
В окне базы данных такая конфигурация отображается особым образом. При проведении циклической регистрации замеры записываются в базу данных автоматически, без возможности просмотра и выбора.

### 3.3. Разгон-Выбег

Эта функция позволяет отследить изменение амплитуды и фазы первой гармоники при Разгоне или Остановке агрегата. График "Разгона-Выбега" можно записать на диск и затем просматривать.

Для создания конфигурации "Разгон-Выбег" откройте окно "Конфигурация прибора" и укажите в строке Тип " Разгон-Выбег ". Установите регистрируемый параметр Сигнал, Свободный запуск, Шаг по частоте вращения 20 об/мин или больше, необходимые датчики и обязательно отметчик.

Встаньте на конфигурацию и выберите "Начать чтение замера". Откроется окно "Разгон-Выбег".



Кнопки в верхней строке по-порядку:

1. Закрыть окно и закончить просмотр "Разгона-Выбега"
2. Расположить окна черепицей
3. Запустить чтение сигнала и приостановить чтение
4. Показать окно с гармониками
5. Галочками отмечаются те графики (Амплитуда и Фаза 1,2,3-ей гармоник и СКЗ), которые будут показываться на экране

После запуска чтения открываются окна для каждого канала. По оси X отложена частота (об/мин), по оси Y - амплитуда и фаза первой гармоники. Амплитуда рисуется черным цветом, фаза — оранжевым, СКЗ - красным. С помощью мыши можно менять положение курсора (зеленая линия). Тогда внизу окна будет показываться частота, амплитуда и фаза на этой частоте.

Минимальное отслеживаемое значение частоты - 480 об/мин (8 Гц).

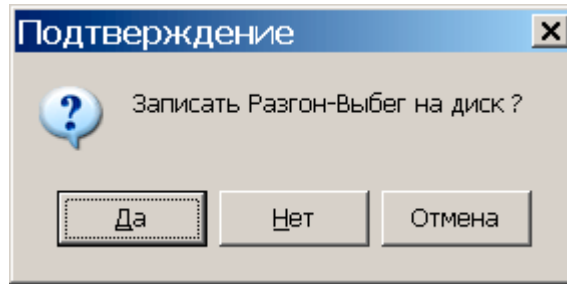
Для правильного определения частоты требуется хорошо настроенный отметчик. Поэтому перед началом записи "Разгона-Выбега" настройте отметчик в режиме обычного чтения сигналов.

При нажатии правой кнопки мыши можно скопировать график в Буфер обмена для вставки в Paint или Word и скопировать отсчеты для вставки в Excel.

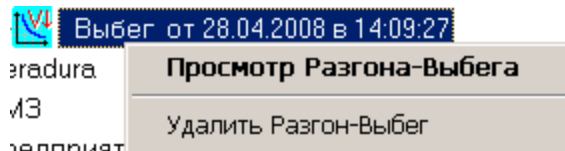
Скопировать отсчеты в Буфер Обмена  
Скопировать график в Буфер Обмена

При закрытии окна задается вопрос "Записать Разгон-Выбег на диск?". "Да" - сохранить для последующего просмотра, "Нет" - не сохранять, "Отмена" - вернуться в окно просмотра.

Сохраненный "Разгон-Выбег" появится в окне "Работа с архивом информации". Его можно просмотреть



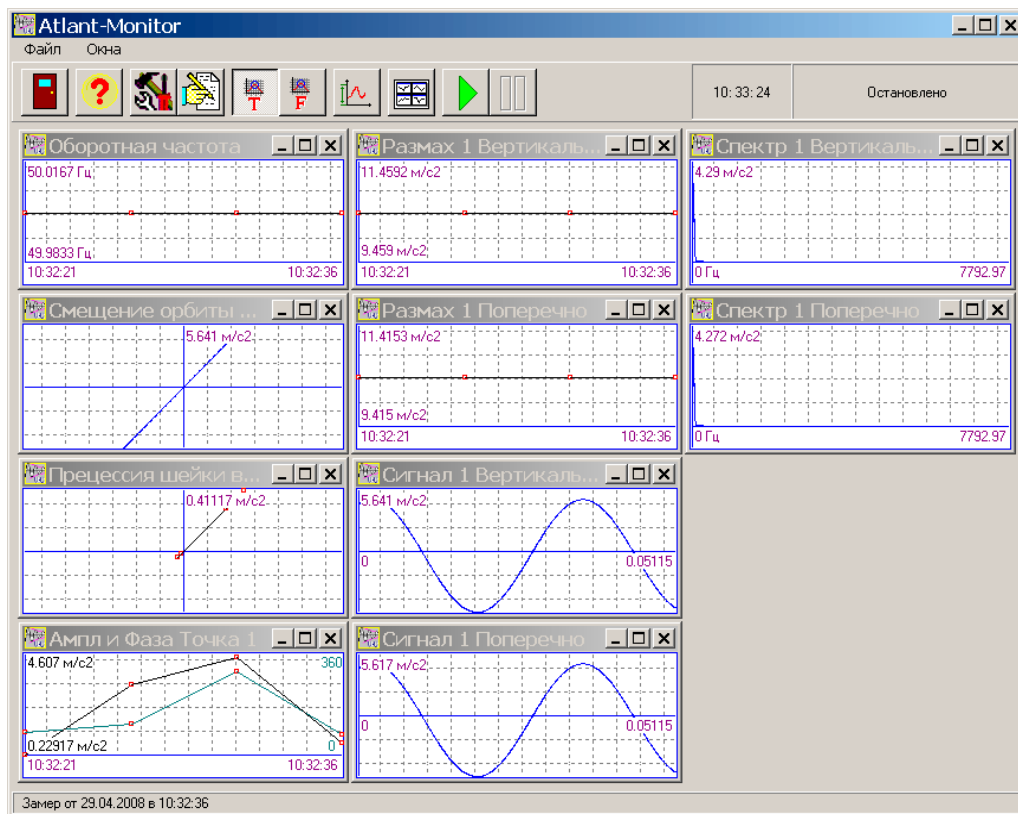
или удалить.



### 3.4. Мониторинг агрегата

Эта функция позволяет отследить изменение параметров агрегата по времени. Функция снимает замеры при наступлении различных условий и записывает их на диск.

Встаньте на агрегат и выберите "Мониторинг агрегата". Откроется окно "Atlant-Monitor".

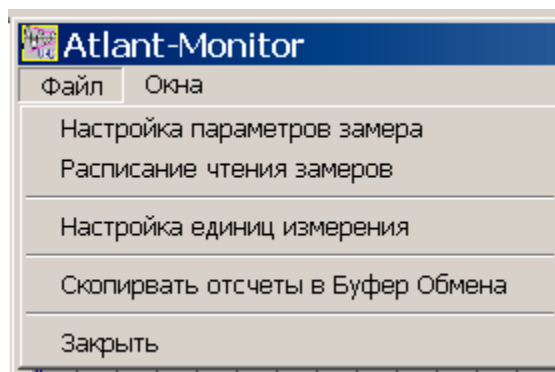


Кнопки сверху по-порядку:

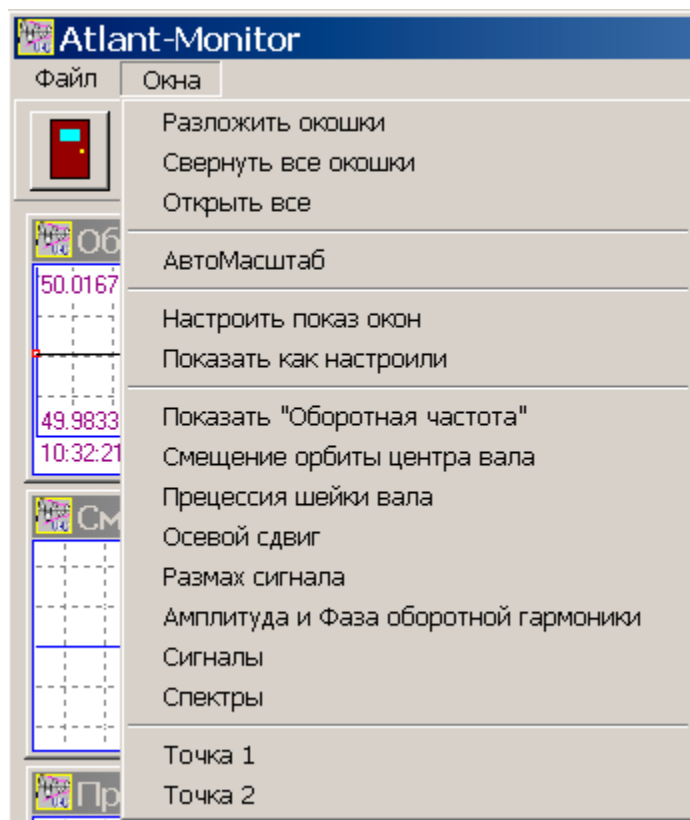
1. Закрыть окно и закончить мониторинг
2. Помощь
3. Настройка параметров замера. Откроется окно "Настройка параметров замера". Это упрощенное окно конфигурации прибора
4. Настройка расписания чтения замеров. Откроется окно "Условия снятия замеров". В нем задаются условие, при котором будет сделан замер и параметры сохранения замеров на диск
5. Просмотр по времени (T) или по частоте (F)
6. Расположить окна черепицей

## 7. Запустить чтение сигнала и приостановить чтение

Меню:



Настройка единиц измерения MonitoringEdIzm - выбор единиц для измерения частоты и амплитуды виброперемещения.



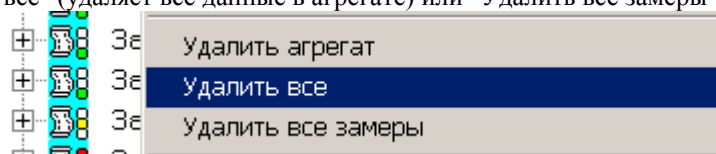
Настроить показ окон MonitoringShowWindows - выбрать, какие окна будут показываться на экране.

Показать как настроили - расположить окна как настроили в предыдущем пункте.

Остальные пункты определяют группы окон для показа.

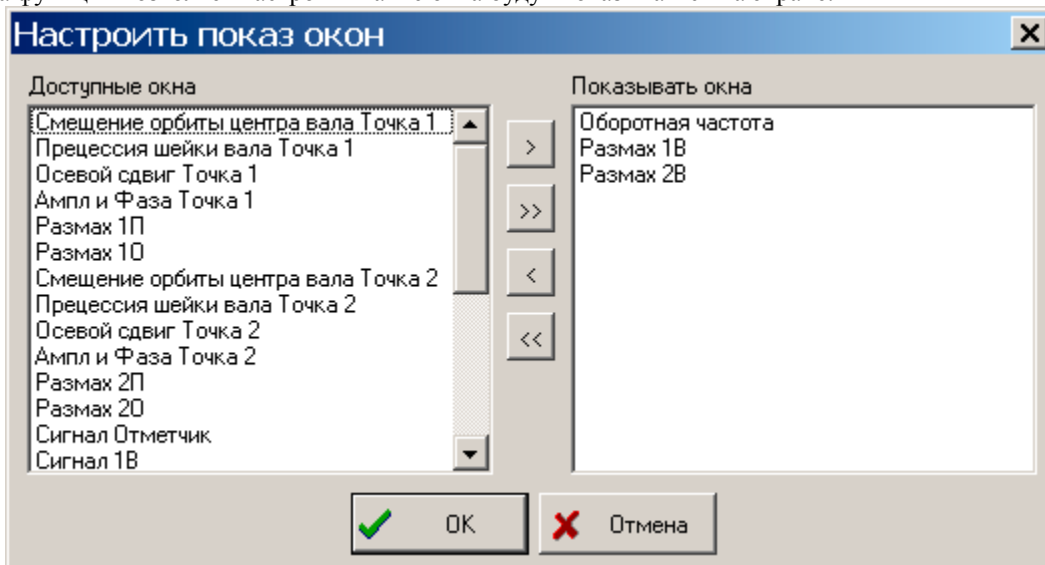
В окнах зелеными линиями выделен "Курсор". Его можно перемещать с помощью мыши.

После выхода из мониторинга в агрегате может быть много замеров. Их можно удалить все сразу, выбрав пункт "Удалить все" (удаляет все данные в агрегате) или "Удалить все замеры".



### 3.4.1. Настройка показа окон

Эта функция позволяет настроить какие окна будут показываться на экране.



Слева - список доступных, справа - список, показываемых при выборе пункта меню "Показать как настроили". Список показываемых окон сохраняется на диске.

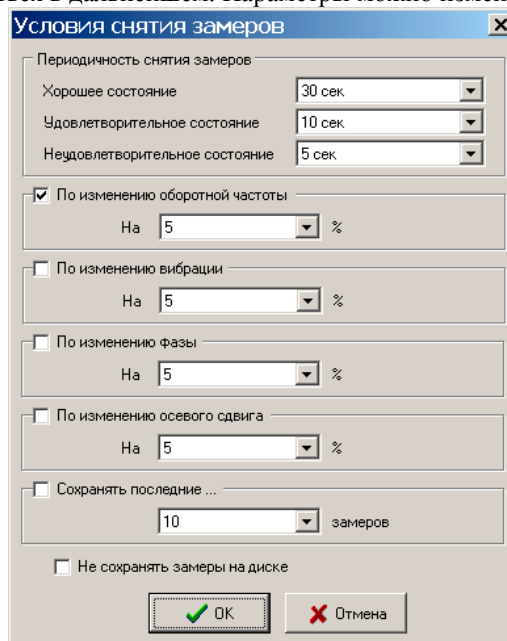
### 3.4.2. Настройка единиц измерения

Эта функция позволяет настроить в чем будет измеряться амплитуда виброперемещения (мкм или Mills) и частота (Гц или Об/мин). Параметры сохраняются и будут использоваться в дальнейшем.

1 Mills=25,4 мкм (10 дюймов).

### 3.4.3. Условия снятия замеров

Эта функция позволяет задать различные условия при которых будет сделан замер. Параметры сохраняются и будут использоваться в дальнейшем. Параметры можно изменять "на ходу".



Если пункт отмечен, условие будет проверяться.

Например, будет сниматься замер при изменении вибрации на 5% и не будет учитываться изменение фазы.

1. Периодичность снятия замеров для различных состояний агрегатов. Состояние вычисляется по СКЗ виброскорости в зависимости от норм в паспорте агрегата.
2. По изменению оборотной частоты
3. По изменению значения вибрации на любом из каналов
4. По изменению значения фазы на любом из каналов
5. По изменению осевого сдвига на осевых проекциях подшипников

Замер будет сделан при наступлении любого из этих условий.

Также задается сколько замеров сохранять на диске, при этом более старые замеры стираются. Рекомендуется сохранять не более 50 замеров. Можно вообще не сохранять замеры на диске.

### 3.5. Установка и подключение датчиков

Поставляемые в комплекте с прибором пьезоакселерометры типа ВК-310 могут быть установлены на прилегающий магнит на плоскую поверхность. При необходимости датчики могут быть установлены на шпильку М5, для чего необходимо отвернуть магнит и установить датчик на шпильку.

При установке датчиков следует придерживаться следующих правил:

Датчики должны иметь надежный контакт с поверхностью объекта измерений. Перед установкой датчика необходимо счистить слой краски и удалить возможные загрязнения (масло, стружку и т.п.).

Магнит должен быть плотно (от руки) привёрнут к датчику, соприкасающиеся поверхности датчика и магнита должны быть очищены от загрязнений. Любые ослабления в соединении датчика с магнитом приводят к демпфированию высокочастотных составляющих и искажению измеряемых сигналов.

При установке датчика на магнит последний должен плотно прилегать к поверхности объекта измерений без люфта и качания.

При установке датчика на шпильку он должен быть плотно (от руки) привёрнут и касаться поверхности объекта всей плоскостью основания.

При проведении измерений датчик и соединительный кабель должны быть неподвижны.

Следует учитывать что при установке датчика на магнит передаваемый частотный диапазон составляет обычно не более 5000 Гц. Для проведения измерений в более высоком диапазоне необходимо устанавливать датчик жестко на шпильку.

### 3.6. Лазерный отметчик фазы

Лазерный отметчик фазы использует в качестве запускающей метки полосу специального материала. Минимальная ширина метки для надёжного срабатывания лазерного отметчика фазы должна составлять:

Для оборотов (в об/мин):

$$L > (D * dX * RPM) / 6 = (D * RPM) / (16 * F)$$

Или для частоты вращения (в Гц):

$$L > (10 * D * dX * F1) = 4 * D * F1 / F$$

где:

L - ширина метки в мм;

D - диаметр шейки ротора в мм;

dX – шаг в сигнале, сек

RPM - частота вращения в об/мин

F – верхняя частота в спектре, Гц

F1 – оборотная частота (частота вращения), Гц

Например, для установки метки на шейку ротора диаметром 250 мм при частоте вращения 3000 об/мин и верхней частоте в спектре 1000Гц минимальная ширина метки составляет:

$$L > 250 * 3000 / (16 * 1000) = 46,875 \text{ мм}$$

Или при ширине метки в 15 мм, верхняя частота в спектре должна быть больше 3125 Гц.

Внимание !!! При проведении балансировочных работ, а также при периодическом мониторинге гармонических составляющих спектра (амплитуды/фазы) нельзя изменять положение фазовой отметки на роторе и место установки фазового отметчика.

### 3.7. Рекомендации по настройке отметчика фазы

Подключить отметчик к прибору

Включить прибор на непрерывную регистрацию сигналов.

Установить отметчик на агрегат и направить его на метку, рекомендуемое расстояние установки отметчика 10-100 см.

Внимание !!! Отметчик должен быть установлен обязательно перпендикулярно поверхности.

Внимание !!! На сигнале отметчика должен быть один явный пик для каждого оборота агрегата. Если пиков наблюдается несколько, то необходимо изменить положение отметчика или изменить положение или размер метки на валу агрегата.

## 4. Система “Паллада+” – диагностика роторного оборудования

### 4.1. Назначение и возможности экспертной системы

#### 4.1.1. Назначение экспертной системы “Паллада+”

Основное назначение экспертной системы спектральной вибродиагностики “Паллада+” - повышение надежности работы наиболее важного и дорогостоящего вращающегося оборудования. Это достигается за счет проведения оперативной оценки текущего технического состояния оборудования и своевременного выявления причин повышенной вибрации на основе анализа и спектральной обработки замеров вибросигналов и получения диагностических заключений с использованием современных методов экспертной вибродиагностики.

Экспертная система оценки состояния оборудования и программа обслуживания оборудования по техническому состоянию "Паллада+" разработана специально для проведения оперативной диагностики технического состояния и поиска дефектов разнообразного оборудования предприятий - турбоагрегатов, насосов, вентиляторов, компрессоров, мельниц, транспортных средств и т. д.

Основная цель программы, на что ориентированы ее заключения и справки - реализация на практике системы обслуживания оборудования по техническому состоянию, в соответствии с которым обслуживание проводится только в том случае и в том месте, где оно оказывается абсолютно необходимым и в том объеме, который необходим.

Экспертная система оценки состояния оборудования "Паллада+" предназначена для использования диагностическим персоналом специализированных диагностических служб предприятий и объединений в целях:

- контроля текущего технического состояния роторного оборудования с анализом динамики развития неисправностей;
- проведения оперативной оценки возможности дальнейшей эксплуатации оборудования без ремонта;
- подготовки информации о необходимых регламентных и ремонтных работах, их объеме и сроках проведения.

Основой для определения текущего технического состояния оборудования являются замеры вибрации в контролируемых точках в трех направлениях - "вертикальном", "поперечном" и "осевом". Технологические параметры контроля, характеризующие работу оборудования, такие как производительность, температура, давление и т. д. могут вводиться в программу справочно, в графу "Технологические параметры". Они могут оказать помощь пользователю при проведении анализа.

Регулярное проведение измерений вибраций контролируемого оборудования, которое предусмотрено программой "Паллада+", позволяет выявлять все дефекты на ранней стадии возникновения, что обеспечивает минимум затрат на их устранение, отслеживать динамику развития дефектов, определять рациональные сроки проведения ремонтов.

Внедрение на предприятиях системы "Паллада+" дает реальный экономический эффект. На некоторых предприятиях было достигнуто уменьшение числа ремонтов и обслуживаний до десяти раз при снижении общей стоимости проводимых ремонтов в четыре раза. Это, конечно экстремальные значения, а общее уменьшение количества ремонтов в 2 - 4 раза - обычное явление.

Внедрение системы "Паллада+" на предприятии способствует:

- увеличению времени между ремонтами - это рост производительности и снижение затрат на проведение ремонтов;
- предотвращению прогнозируемых поломок - это повышение надежности работы;
- устранению вторичных поломок, например, поломки редуктора из-за неисправностей подшипника;
- устранению ненужного расхода деталей, исключению замены еще исправных деталей;
- уменьшению объема запасных частей, т. к. заранее известны номенклатура и количество необходимых запасных частей;
- уменьшению общей продолжительности ведения ремонтных работ, т. к. все необходимые работы планируются заранее.

#### 4.1.2. Основные алгоритмические модули системы “Паллада+”

Диагностический процессор

Это основной, центральный алгоритм экспертной системы “Паллада+”. В памяти диагностического процессора хранятся алгоритмы диагностики около 90 различных причин повышенной вибрации агрегатов и их модификаций. В одной контролируемой точке диагностическим процессором может разделяться и оцениваться влияние до девяти разнооборотных, жестко не связанных между собой, валов или систем гармоник. Это имеет большое значение для диагностики многовальных агрегатов - авиационных двигателей, газоперекачивающих



агрегатов, сложных редукторов, где из одной точки замера необходимо диагностировать состояние нескольких подшипников, расположенных на разных валах, вращающихся с разной частотой.

Все диагностируемые причины повышенной вибрации, в зависимости от степени влияния на агрегат, разделяются диагностическим процессором на три уровня:

- проблемы общего агрегатного состояния ( это соединение механизмов, центровка валов, монтаж муфт, состояние шлицевых соединений, установка осевых разбегов, дефекты ременных передач, ослабление крепления к фундаменту ),

- внутренние проблемы отдельных механизмов ( это различные небалансы, дефекты посадки элементов на ротор, изгиб валов, соосность валов редуктора, проблемы электрических машин, проблемы гидравлики),

- проблемы состояния подшипников качения - дефекты обойм, тел качения, натяг и посадка, общий износ; подшипников скольжения - проблемы зазора, масляные вибрации, проблемы монтажа и т. д. ( подпрограмма ранней диагностики состояния подшипников качения “Ариадна” является отдельным модулем, включенным в состав ПО АТЛАНТ ).

Такое разделение причин повышенной вибрации на три группы дает возможность дифференцировать на каждом подшипнике "собственные" и "наведенные" вибрации, оценивать вклад в общую вибрацию от причин разного уровня, правильно рассчитывать остаточный ресурс подшипников, механизмов, всего агрегата.

При запуске диагностического процессора производится автоматическое диагностирование состояния агрегата по выбранному замеру. Для каждого агрегата вызывается свой, уникальный, набор диагностируемых причин повышенной вибрации. Состав этого набора определяется паспортом агрегата. Он зависит от типа агрегата, видов механизмов, полумуфт, подшипников и т. д.

#### Паспорт агрегата

Диагностический паспорт агрегата - это его уникальное подробное техническое и диагностическое описание, определяющее совокупность конструктивных и эксплуатационных параметров, соответствующих агрегату данной марки.

Сколько в памяти программы хранится различных паспортов - столько агрегатов разных марок Вы можете диагностировать.

Каждой марке агрегата соответствует уникальный паспорт. Два одинаковых агрегата одной марки описываются одним паспортом. Однако при этом все изменения состояния каждого из агрегатов от замера к замеру, при одинаковой марке и одинаковом паспорте, описываются внутри программы уникальными для каждого агрегата математическими моделями.

В процессе работы с программой может оказаться, что для имеющегося у Вас оборудования в памяти программы нет паспорта, или невозможна его модернизация, а следовательно невозможна его диагностика. В этом случае Вы можете самостоятельно составить паспорт с помощью функции "Новый паспорт" в окне "Привязка агрегата".

### 4.1.3. Особенности практического применения системы “Паллада+”

#### Требования к персоналу

Измерения проводятся одним человеком ( или двумя ) с выполнением всех правил техники безопасности, принятых на данном предприятии.

Вибросигналы регистрируются средствами прибора АТЛАНТ или другими приборами, с которых возможен импорт сигналов в ПО АТЛАНТ. Порядок проведения замеров описан выше.

Обучение работе с программой “Паллада+” производится при ее продаже, с программой передается инструкция Пользователя, в программу встроена подпрограмма помощи и поэтому проблем при работе с программой не возникает. От обслуживающего персонала требуется только минимальное знакомство с работой на ЭВМ.

Персонал должен обладать также навыками работы с анализатором и знанием конструкции контролируемого оборудования.

#### Порядок проведения замеров

Замеры выполняются на работающем оборудовании в том режиме, который представляет наибольший интерес. Для получения достоверного прогноза по сроку вывода оборудования в ремонт необходимо проводить измерения в одинаковом режиме работы агрегата одним и тем же спектроанализатором.

Измерения вибрации на каждом подшипнике оборудования с горизонтальной осью вращения проводятся с последовательной фиксацией оси вибродатчика и измерения вибрации в трех направлениях - "вертикальном", "поперечном" ( горизонтальном ), и "осевом" направлениях.

Для оборудования с вертикальной осью вращения измерения на каждом подшипнике также проводятся трижды - в горизонтальной плоскости в двух перпендикулярных направлениях и в вертикальном ( осевом ) направлении. Выбор перпендикулярных направлений в принципе произволен, но должен быть единообразен для всего оборудования.

Точка, на которую устанавливается вибродатчик для замера, должна быть по возможности как можно ближе к подшипнику, или, в крайнем случае, должна иметь жесткую связь с ним.

Для обеспечения постоянства условий измерения расположения точки замера рекомендуется промаркировать и, в особо ответственных случаях, засверлить или закернить.

После регистрации вибраций на оборудовании полученные вибросигналы вводятся в программу “Паллада+” при помощи интерфейсного кабеля.

Трудоемкость работ по проведению замеров

Один сотрудник за месяц, в условиях компактного предприятия, может при помощи программы “Паллада+” и переносного спектроанализатора контролировать вибрацию на 20 агрегатах ( два механизма на агрегате - 4 подшипника ), заносить сведения в ЭВМ, получать диагнозы по состоянию, готовить информацию для принятия решений.

Два сотрудника могут контролировать вибрацию на 45 агрегатах.

#### 4.1.4. Математический аппарат и возможности системы “Паллада+”

В диагностическом процессоре системы “Паллада+” используются следующие методы обработки вибросигналов:

- диагностика по форме временного сигналов;
- диагностика по спектральному и кепстральному составу вибросигналов;
- диагностика по энергетическому распределению вибрации по координатным осям с использованием СКЗ виброскорости.

Сформулируем основные принципы, положенные в основу создания экспертной вибродиагностической системы “Паллада+”, естественно не претендуя на полноту приведенной информации и ее идеальность.

1. Любой, даже идеальный по качеству, агрегат при работе вибрирует. Уровень вибрации идеального агрегата зависит от многих параметров - назначения агрегата, его мощности, частоты вращения, состояния фундамента, типа подшипников и т. д. и т. п. Все невозможно перечислить. Вибрацию агрегата можно разделить условно на две части - “базовая” или “фоновая” вибрация, соответствующая нормальному режиму технически исправного оборудования, и вибрация, наведенная от тех или иных нарушений в агрегате, результат отклонений от идеального технического состояния.

Задача экспертной вибродиагностической системы “Паллада+”, равно как и любой другой, основная задача любого вибродиагноста - выявление вибрации от изменений состояния оборудования, определение истинных причин этих вибраций. При этом “фоновые”, нормальные вибрации, следует из рассмотрения убирать.

В программе “Паллада” вся вибрация делится на три слагаемые:

- “фоновая”, или нормальная вибрация;
- вибрация от изменений состояния оборудования, диагностируемая по отдельным причинам;
- неопределенность состояния, присущая всем экспертным системам - та часть вибрации, которая не может быть отнесена к “фоновой”, но источник которой выявить не удается.

Принцип 1 - вибрация свойственна всем агрегатам, но не везде она является признаком аварийного состояния. Пока неисправность не достигла значения минимального информативного порога ее невозможно диагностировать.

2. Любая проекция вибросигнала на одну ось координат односторонне описывает процесс вибрации и не позволяет корректно проводить анализ. Истинная вибрация всегда есть пространственная кривая прецессии контролируемой точки. Любая серьезная экспертная система должна базироваться на анализе пространственной вибрации.

При анализе состояния оборудования по интегральным параметрам, например по СКЗ виброскорости следует применять модуль вектора вибрации в контролируемой точке. Численно модуль вектора вибрации MV определяется по формуле:

$$MV = |V| = \sqrt{(V_2 + P_2 + O_2)}$$

где: V, P и O - вертикальная, поперечная и осевая составляющие виброскорости.

Недостатком использования в диагностике значения СКЗ является его комплексность ( частотная ) и отсутствие учета фазовых соотношений между проекциями вибрации. Достоинство использования СКЗ виброскорости заключается в том, оно по своему физическому смыслу является энергетическим параметром вибрации, т. е. характеризует количество энергии, передаваемое на контролируемую точку в результате возникновения дефекта. Практические исследования подтвердили высокую диагностическую информативность и достоверность этого параметра.

При проведении более информативного спектрального анализа состояния оборудования также необходимо переходить от амплитуд и фаз одинаковых гармоник в разных проекциях вибрации к их векторному представлению. Каждая гармоника наиболее полно характеризуется модулем и пространственной фазой.

Принцип 2 - замер в каждой контролируемой точке должен быть сделан всегда в трех основных направлениях, пусть будет чуть больше работы при измерении, зато будет собран максимум информации и ничего не будет пропущено.

3. Распределение вибрации, гармоник, фазового и пространственного состава вибросигналов вдоль агрегата - очень информативный параметр состояния оборудования.

Очень многие причины повышенной вибрации могут быть правильно диагностированы только при учете пространственного распределения гармоник вдоль оси агрегата.

Принцип 3 - для правильного диагноза в данной контролируемой точке необходимо знание вибраций, как минимум, в соседних точках.

4. Все причины повышенной вибрации в программе разделены на три уровня:

- уровень агрегата ( в основном это проблемы монтажа механизмов в агрегате, некорректность монтажа подшипников, муфт, смещения, крепление к фундаменту, дефекты ременных передач и т. д.);

- уровень механизма ( внутренние проблемы механизмов - небалансы, изгибы валов, осевые смещения, расцентровка валов в механизме и т. д. );

- уровень отдельного подшипника ( общий износ, увеличенные зазоры, ослабление крепления).

Только такой подход дает возможность правильно определять причины повышенной вибрации, корректно определять остаточный ресурс агрегата, механизма, подшипника.

Принцип 4 - на каждой контролируемой точке необходимо уметь разделять собственные и наведенные от других точек вибрации.

5. Каждая причина повышенной вибрации характеризуется своей, специфической картиной повышения вибрации в различных проекциях. Вклад каждой причины вибрации в различные проекции - вертикальную, поперечную и осевую всегда неодинаков.

Принцип 5 - одни причины повышенной вибрации проявляются только в одной из трех проекций вибрации, другие в двух, но есть и такие, которые влияют на все три проекции.

6. Все диагнозы имеют свою достоверность. Степень достоверности поставленного диагноза определяются квалификацией вибродиагноста или экспертной системы.

Принцип 6 - все диагнозы относительны, истина определяется только при ремонте и вскрытии механизма.

#### 4.1.5. Возможности системы “Паллада+”

Комплексное применение различных методов диагностики оборудования по вибросигналам позволяет выявлять в оборудовании следующие причины возникновения вибрации:

1. Проблемы подшипников скольжения:

- проблемы увеличенного зазора в подшипнике,
- выявление наличия дефектов поверхности вкладыша, дефекта шейки вала,
- масляные вибрации,
- проблемы монтажа, ослабление крепления, перекос,
- эллипсность, многогранность шейки вала.

2. Проблемы механизмов.

общие проблемы:

- небаланс роторов, потребность в балансировке,
- изгибы валов,
- увеличение зазоров, люфты, механические ослабления,
- задевания и затирания внутри механизмов и в уплотнениях.
- дефекты монтажа и состояния ременных и цепных передач,

редукторы, мультипликаторы:

- состояние зубчатых пар, износ, трещины,
- общее состояние сложных редукторов и мультипликаторов, поиск дефектной зубчатой пары,
- соосность валов редуктора,

электрические машины:

- неправильный взаимный монтаж ротора и статора,
- эксцентриситет ротора,
- эксцентриситет статора,
- трещины в стержнях ротора или короткозамыкающем кольце,
- обрыв, выгорание стержней,
- дефекты зубцово - пазовой структуры,

аэродинамические и гидравлические проблемы:

- лопаточная вибрация, общее состояние лопаток насоса,
- дефекты проточной части,
- турбулентность потока,
- кавитация, пониженное давление на входе насоса.

винтовые компрессоры:

- определение винтового вала с дефектами подшипников,
- уменьшение зазора между винтовыми валами,
- наличие локальных дефектов на поверхности винтовых валов.

3. Агрегатные проблемы:

монтажа:

- контроль монтажа жестких, гибких, зубчатых, пальцевых, торсионных и других муфт, поиск дефектов типа износ, “колесо”, “маятник”, “излом оси”,
- правильность установки и монтажа осевых разбегов механизмов и всего агрегата,
- определение ослаблений крепления механизмов и всего агрегата к фундаменту, центровки валов механизмов:
  - - контроль центровки валов в агрегате с указанием плоскости смещения валов,
  - - выявление типа расцентровки - “параллельная” или угловая,
  - - контроль качества центровки валов в процессе разогрева агрегата и изменения режима работы,
  - - контроль правильности установки “холодной” расцентровки агрегатов, расчет истинного значения “холодной” расцентровки.

Достоверность диагнозов по состоянию агрегатов, включая перечень имеющихся дефектов с указанием степени их влияния, получаемых с использованием системы “Паллада+”, составляет, по итогам ее практического применения, от 50 до 70 %, в зависимости от точности составления диагностического паспорта контролируемого агрегата и уникальности конструкции агрегата.

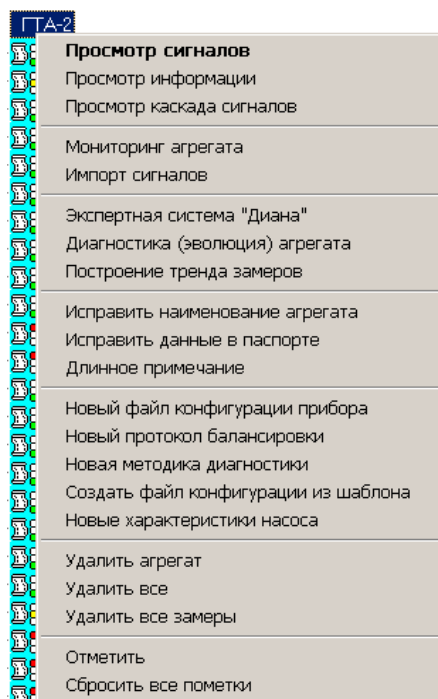
Такой достоверности вполне достаточно на этапах внедрения системы, когда одновременно происходит и обучение персонала, работающего с прибором АТЛАНТ. Обучение происходит на примерах получаемых диагнозов, сравнении их с результатами вскрытия, сравнения с исходными сигналами. В дальнейшем, по мере ужесточения требований к диагностическим заключениям, возрастает “диагностический вклад” самого диагноста, все лучше и лучше знающего свое оборудование. Достоверность “интегрального” диагноза в конечном итоге приближается к 75 - 85 %, что, по всей видимости, является реальным максимально возможным пределом точности диагностического заключения на работающем оборудовании.

## 4.2. Работа с «закрытой» экспертной системой «Паллада+»

Данная система называется «закрытой» потому, что все ее алгоритмы и диагностические правила сформированы специалистами фирмы «Вибро-Центр» и не могут быть изменены пользователем. Для пользователя доступна «открытая» часть системы диагностики, имеющая название «Паллада++».

### 4.2.1. Функции диагностики состояния агрегата

Для запуска в приборе программы “Паллада+” необходимо в базе данных по замерам предварительно отметить один или несколько замеров клавишей “Insert”. Если замеры не отмечены, то программа попросит сделать отметку.



Далее следует установить активную строку в окне базы данных на наименовании агрегата и нажать правую клавишу мышки. На экране появится окно с перечнем доступных в данном режиме функций, имеющее вид, показанный на рисунке. Интерес представляют следующие функции управления:

- “Диагностики ( эволюция ) агрегата” - вызов программы “Паллада+”.
- “Просмотр сигналов” - вывод на экран графиков отмеченных замеров и сигналов.
- “Просмотр информации” - на экране появляется информация, какие экспертные системы подключены к данному агрегату.

- “Импорт сигналов” - функция передачи информации в другие форматы хранения.

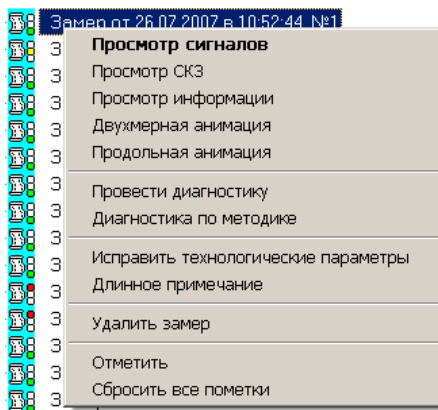
При помощи функции “Диагностика ( эволюция ) агрегата” программного обеспечения прибора АТЛАНТ пользователь может получить в автоматическом режиме диагностическое заключение о состоянии агрегата. Это заключение включает в себя информацию по выявленным дефектам, оценивает степень влияния каждого дефекта на состояние агрегата, имеет информацию об остаточном ресурсе диагностируемого агрегата. Для удобства работы с программой полученное заключение может быть просмотрено в графическом виде на экране компьютера или, для передачи диагностического заключения в другие службы, напечатано в виде справки - документа на принтере.

При помощи функций диагностики состояния агрегата может быть рассмотрен процесс развития того или иного дефекта с течением времени или выявлена связь этого дефекта с различными технологическими параметрами работы контролируемого агрегата. Этот режим диагностики называется «эволюция», он показывает изменения, имеющие место с течением времени, в состоянии агрегата.

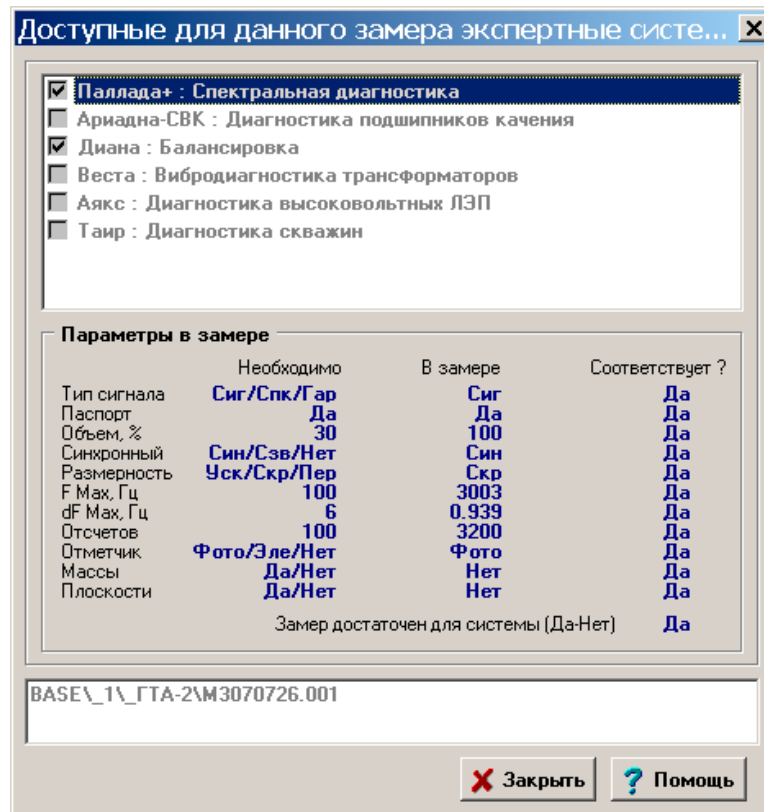
Режим «эволюция» позволяет решать уникальную для диагностических систем задачу приема - сдачи и наладки оборудования, он дает возможность выявлять и устранять тепловые и технологические расцентровки, являющиеся достаточно часто встречающимся в практике дефектом состояния различного оборудования. Для проведения такого эволюционного исследования состояния агрегата в базе данных прибора необходимо иметь несколько замеров, зарегистрированных специально для этого. Обычно это замер на «холодном» агрегате и несколько замеров, характеризующих его «разогрев». К каждому такому замеру должны быть обязательно приписаны необходимые технологические и температурные параметры работы агрегата.

#### 4.2.2. Требования к исходным сигналам

Как уже было сказано выше перед запуском алгоритма диагностики необходимо выбрать в базе данных прибора замер ( или несколько замеров для эволюции ). Перед выбором эти замеры необходимо ( желательно ) проверить его на общую информативность - определить, содержит ли данный замер всю необходимую для диагностики агрегата информацию. Для этого необходимо установить на выбранный замер активную строку, нажать правую кнопку мышки и вызвать на экран меню доступных для работы функций, показанное на рисунке слева. В нем следует выбрать строку с наименованием «просмотр информации» и нажатием левой кнопки мышки подтвердить выбор.



На экране компьютера появится информационное окно, в котором перечислены все основные требования к сигналам выбранного замера, которые предъявляет диагностика состояния агрегата по спектрам вибросигналов с применением экспертной вибродиагностической системы «Паллада+». Информационное окно называется «Доступные для данного замера экспертные системы».



Окно функционально разделено на две части. В верхней части окна расположен перечень встроенных в прибор экспертных диагностических систем, имеющихся в приборе АТЛАНТ.

Если рядом с наименованием экспертной системы стоит “квиток”, “галочка”, то выбранный сигнал, по которому идет просмотр информации, содержит всю необходимую для экспертной системы информацию. Если “квитка” нет, то замер не полностью соответствует требованиям данной экспертной системы.

Во второй, нижней половине окна, столбиком перечислены основные требования к сигналу. Для просмотра соответствия сигнала экспертной системе необходимо активную строку в верхней части окна установить на наименование нужной системы. Если сигнал будет соответствовать требованиям, указанным в строках, точнее говоря будет не хуже их, то он может быть использован для диагностики.

Требования к сигналам следующие:

1. Тип сигнала, может быть «Сиг/Спк/Гарм» - выбор: сигнал, спектр, гармоники. Программа допускает использование в качестве исходной информации для системы «Паллада+» временной сигнал, спектр или список гармоник. В рассматриваемом примере в качестве исходного сигнала хранятся временные сигналы, поэтому допустимо его применение для диагностики.
2. Паспорт. Программа требует наличия в памяти программы диагностического паспорта на данный агрегат. Это подразумевает, что процедура привязки данного агрегата к базе данных должна была проведена с применением этого диагностического паспорта, см. «привязка агрегатов». Для нашего агрегата, в рассматриваемом примере, это соблюдается.
3. Объем замера по количеству хранимой информации. За 100 % принимается полный, максимально возможный объем информации по данному диагностическому паспорту. Программа указывает минимальный уровень информации, при котором еще возможно проведение диагностики. В рассматриваемом примере это 30 %. В сигнале имеется всего 8 % от полной информации, поэтому по данной позиции диагностика агрегата по спектрам вибросигналов из выбранного замера является невозможной, точнее говоря не полностью информативной, т. к. некоторые дефекты программа все-таки сможет выявить.
4. Синхронность регистрации информации. Реально в практике работы возможны три основных режима регистрации вибросигналов - синхронная, выполняемая сразу по всем точкам контроля (возможно только с применением многоканальных синхронных регистраторов типа АТЛАНТ), синхронизированная или связанная регистрация, когда сигналы записываются в память прибора поочередно, но с применением синхронизирующего отметчика фазы (одноканальный прибор с запуском от отметчика фазы) и несинхронная регистрация сигналов (асинхронная), когда сигналы между собой не имеют временной или фазовой связи. Прибор АТЛАНТ позволяет реализовать все три режима регистрации сигналов, поэтому наш сигнал может быть применен для диагностики состояния агрегата.

5. Размерность хранения информации - виброускорение, виброскорость и виброперемещение. С точки зрения максимальной достоверности хранимой в памяти прибора информации лучше всего использовать регистрацию и хранение вибросигналов в размерности виброускорения. Это объясняется тем, что наиболее распространенными источниками виброинформации являются пьезоакселерометры, выходной сигнал которых пропорционален виброускорению. Все остальные типы вибросигналов получаются после аналоговых или цифровых преобразований, каждое из которых только вносит свою погрешность и уменьшает информативность.
6. Максимальная частота в спектре, Гц. Если хранится временной сигнал, то это та максимальная частота спектра, которую можно, в идеальном случае, получить от хранимого в замере вибросигнала. Это ограничение введено потому, что диагностика ряда специфических дефектов требует рассмотрения параметров достаточно высокочастотных гармоник в спектре вибросигнала.
7. Ширина спектральной линии в Гц. Это тоже очень важный для диагностики параметр. Диагностика некоторых дефектов агрегатов требует от спектров ширины спектральной линии в 1 герц и менее, иногда даже до сотых долей герца. Например, это электромагнитные проблемы роторов асинхронных двигателей, для диагностики которых ширина спектральной линии должна быть в несколько раз меньше частоты скольжения, которая, обычно, не бывает больше одного герца.
8. Количество отсчетов во временном вибросигнале. Если отсчетов в исходном вибросигнале мало, то в получаемом от него спектре ширина спектральной линии будет недопустимо велика, см. предыдущий пункт ограничений.
9. Наличие в регистрируемом сигнала информации от отметчика фазы ( определяется в конфигурации виртуального или реального прибора ), тип отметчика ( фото или электронный ). Для системы «Паллада+» наличие отметчика не обязательно.
10. Наличие в замере информации о параметрах корректирующих грузов и плоскостях коррекции. Для системы «Паллада+» это не обязательно. В основном эта информация применяется при проведении балансировок роторов.

Нижняя строка в окне просмотра информации является итоговой и дает общее заключение, возможно ли использование выбранного замера для проведения диагностики при помощи экспертной системы «Паллада+». В данном случае, в примере, мы имеем отрицательное заключение.

Справка: Алгоритм диагностики состояния агрегата по спектрам вибросигналов запустится и полностью отработает и в том случае, когда выбранный замер не будет соответствовать требованиям экспертной системы. Будет получено внешне полное диагностическое заключение, но ему не следует очень доверять. Это объясняется тем, что из-за недостатка виброинформации ( может даже полного отсутствия вибросигналов в некоторых точках или проекциях контроля ), пониженной информативности и т. д. программа диагностики может пропустить или недооценить тот или иной, может и даже очень опасный дефект состояния агрегата.

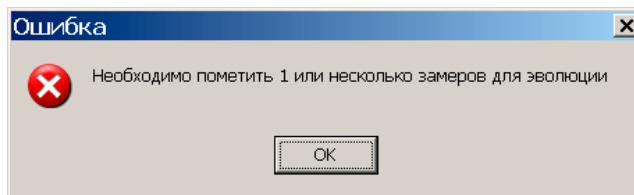
### 4.2.3. Функция “Диагноз - эволюция агрегата”

После того, как пользователь убедился в полной пригодности исходных замеров для проведения корректной диагностики можно запускать процедуру диагностики ( диагностический процессор прибора ).

Повторим порядок запуска. Активная строка в базе данных устанавливается на наименование агрегата, для выбора доступных активных функций нажимается правая кнопка мышки ( указатель мышки должен находится в пределах окна поле базы данных прибора, иначе на экране будут показаны доступные функции всей программы ).

На экране появляется окно с перечнем доступных функций программы, управляющих работой с базой данных прибора. В этом окне выбирается строка с наименованием «Диагностика ( эволюция ) агрегата». При двойном нажатии на левую кнопку мышки произойдет запуск диагностического процессора программы диагностики «Паллада+»,

Если перед запуском пользователь еще, по тем или иным причинам, не выбрал интересующие его замеры, то на экране появится это сообщение.

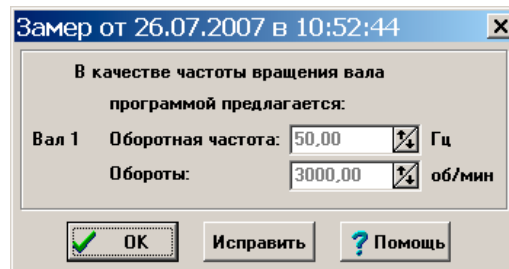


Необходимо сделать выбор по интересующим пользователя замерам, хранящимся в памяти прибора, и повторить запуск программы диагностики состояния.



Программа диагностики начнет анализировать исходные вибросигналы, и в первую очередь постарается выявить точное значение оборотной частоты ротора агрегата ( программа позволяет выявлять и анализировать до трех несвязанных разнооборотных валов, ссылка на которые есть в диагностическом паспорте ).

После окончания работы этого, достаточно сложного алгоритма, программа сравнивает значение частоты оборотной гармоники в Гц ( частоты вращения ротора в об/мин ) с его значением, хранящимся в диагностическом паспорте. Рассчитанное значение оборотной частоты ротора показывается на экране компьютера в специальном окне справочно. Пользователь может уточнить по своему желанию или согласится с предложенным значением. Если в диагностируемом агрегате несколько валов, вращающихся с различной частотой и связь между которыми не является жесткой, то программой предлагается уточнить несколько оборотных частот. Для выполнения процедуры корректировки необходимо нажать клавишу “исправить”.



Такая процедура уточнения оборотной частоты ротора ( первой гармоники оборотной частоты ) проводится по каждому из выбранных перед диагностикой замеров. Все определенные программой оборотные частоты вращения роторов, или скорректированные пользователем, выводятся на экране в специальном окне. Расчет считается полностью законченным, когда в нижней строке появится сообщение, что расчет выполнен на 100 %.

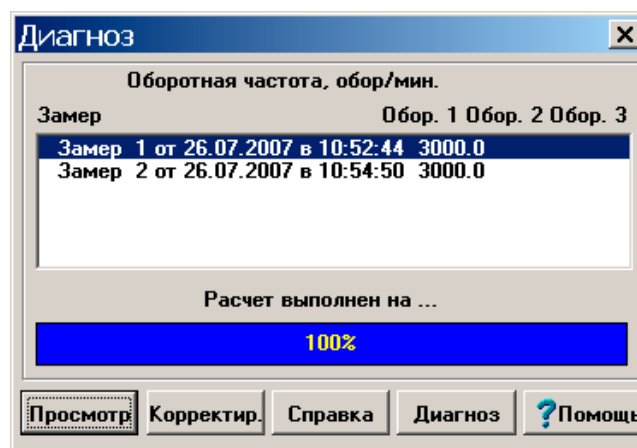
В этом графическом окне имеются клавиши управления программой:

- “Просмотр” - при нажатии на эту клавишу программа переходит в режим графического просмотра диагноза ( если для диагностики был выбран один замер ) или итогов оценки эволюции агрегата ( если были выбраны для диагностики два и более замеров ).

- “Корректировка” - при нажатии на эта клавишу программа дает возможность провести корректировку значения оборотной частоты в том замере, на котором стоит активная строка в окне “диагноз”.

- “Справка” - вызывает функцию автоматического формирования и просмотра на экране диагностического заключения в виде документа - справки. Справка будет соответствовать тому замеру, на котором будет находится активная строка в окне “диагноз”.

- ◊ “Диагноз” - при нажатии на эту клавишу программа произведет перерасчет состояния агрегата по тому ( по тем ) замеру ( замерам ), по которому пользователь произвел корректировку значения оборотной частоты ротора.



Справка: Значение первой гармоники оборотной частоты вращения ротора ( или нескольких роторов ) во многом определяет список выявляемых в агрегате дефектов состояния и общую достоверность получаемого заключения о качестве контролируемого агрегата. Чем точнее пользователь перед расчетом определит значение оборотной частоты ( частоты вращения ротора ), тем точнее будет полученный диагноз. Будьте очень внимательны при этом выборе !

В процессе работы ДП производится автоматический анализ состояния выбранного агрегата по данным выбранного замера. В диагностическом процессоре прибора запрограммировано до 90 различных причин повышенной вибрации оборудования. Применительно к диагностике каждого конкретного агрегата конечно вызываются не все 90 процедур диагностики. Активными становятся только те диагностические правила,



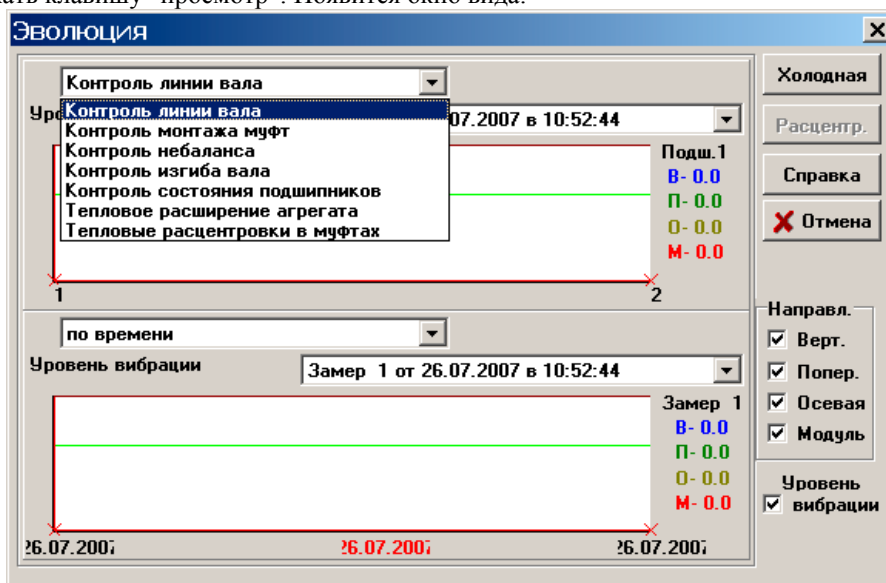
ссылка на которые есть в диагностическом паспорте данного агрегата и диагностирование которых целесообразно на агрегате данной конструкции.

Алгоритм работы диагностического процессора программы “Паллада+” является коммерческой разработкой нашей фирмы и поэтому принцип его действия в данном “руководстве пользователя” не приводится. Прикладные основы спектрального виброанализа состояния роторного оборудования описывается в нашей методической разработке “Спектральная вибродиагностика”, прилагаемой к каждому поставляемому прибору и программе. При необходимости дополнительные экземпляры этой разработки можно свободно приобрести в фирме “Вибро-Центр”.

#### 4.2.4. Графическая диагностика состояния агрегата

Анализ состояния агрегата, перечень выявленных дефектов и их вклад в ухудшение состояния агрегата, по результатам работы диагностического процессора, представляется на экране компьютера, по выбору пользователя, или в виде отчетного документа - “справки о техническом состоянии агрегата”, или в виде специального «графического представления диагноза».

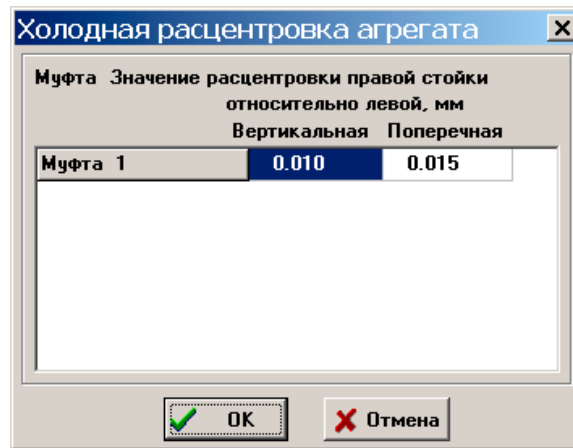
Графически итоги диагностики состояния агрегата представляются на экране в окне с наименованием «эволюция». Это окно является общим и для режима диагностики, когда для диагностики был выбран один замер, и для режима эволюции, когда замеров было выбрано несколько. Для вызова на экран этого окна необходимо нажать клавишу “просмотр”. Появится окно вида:



Функционально окно разделено на три зоны.

Справа расположены клавиши управления программой. Это:

1. “Холодная”. При помощи этого окна пользователь вводит в память программы условия центровки валов механизмов в “холодном состоянии”, т. е. при монтаже агрегата. Левая стойка агрегата считается неподвижной ( если смотреть по схеме агрегата, имеющейся в диагностическом паспорте ). Вертикальные перемещения правой стойки ( подшипника ) вверх заносится со знаком “+”, вниз - со знаком “-“. Горизонтальное смещение “от пользователя”, если смотреть на рисунок в паспорте, заносится со знаком “-“, смещение “к пользователю” заносится со знаком “+”. Если при центровки не задавалась “холодная расцентровка”, или, как иногда говорят, “центровка шла по нулям”, в строке оставляются нули. Сколько в агрегате муфт, столько строк будет в данном графическом окне. Окно следует заполнять в том случае, когда планируется устранять тепловые или технологические расцентровки. Если этого делать не предполагается, то данное окно можно игнорировать.



2. - “Расцентровка” - просмотр параметров расцентровки, которые нужно установить на холодном агрегате, чтобы в рабочем состоянии валы механизмов имели правильную центровку.

3. - “Справка” - автоматически формируется и вызывается на экран документ - справка по состоянию агрегата. В отличие от справки, получаемой при вызове из окна “диагноз”, данная справка будет являться комплексной, она будет анализировать эволюционные изменения состояния контролируемого агрегата по всем выбранным замерам и выбранным активным графическим функциям окна “эволюция”, описанным ниже.

- Здесь же пользователь может выбрать, какие проекции вибросигнала в виде СКЗ виброскорости ( вертикальная, поперечная, осевая ), включая модуль СКЗ виброскорости, следует показывать в виде графиков и численных значений.

- “Уровень вибрации”. При этом выборе на графиках будут показываться уровни хорошего ( зеленый цвет ), удовлетворительного ( желтый цвет ) и неудовлетворительного ( красный цвет ) состояния или вклада дефекта ( слабого, среднего и сильного соответственно ) в общее вибростояние контролируемого агрегата.

Верхняя часть окна “эволюция” выделена для графического представления распределения “вкладов” дефектов состояния вдоль агрегата, по всем контролируемым подшипникам. Под вкладом дефекта понимается его истинный вклад в мм/сек в общую вибрацию данного подшипника. Например, при общей вибрации в 6,4 мм/сек расчетный “вклад” от расцентровки составит 2,7 мм/сек. Это значение и будет показываться на верхнем графике. Если данный дефект в этой точке не обнаружен, то программой будет показываться “нулевой вклад”, хотя вибрация в точке может быть и значительной.

Продольная координата верхнего графика есть номера подшипников агрегата в соответствии с диагностическим паспортом агрегата. Вертикальная координата есть значение вклада от дефекта в общую вибрацию в размерности виброскорости. Может быть, что измерения проводились в другой размерности, например виброускорения, но на графиках всегда будет виброскорость. Только для значений виброскорости есть рекомендации и нормы по допустимым вибрациям для агрегатов различного типа.

Это графическое окно является многофункциональным, оно позволяет анализировать наличие в агрегате ( и распределение вдоль агрегата ) нескольких типов дефектов. Полный перечень дефектов, доступных пользователю, влияние которых на агрегат может быть показано в графическом окне, приведен на рисунке выше.

В этом списке пользователь может выбрать:

1. “Контроль линии вала”. При таком выборе на экране показываются расцентровки всех типов и модификаций, обнаруженных программой в агрегате по выбранному замеру, указанному сверху справа в специальном окне выбора. По преобладанию вклада в общую вибрацию от вертикальной и поперечной составляющей можно выявить тип диагностированной расцентровки - вертикальная или поперечная. При “отмеченной” клавише «уровень вибрации» степень расцентровки в каждой муфте ( степень ее влияния на состояние агрегата ) будет отображаться на экране дополнительно цветом.
2. “Контроль монтажа муфт”. Для диагностики практически любых дефектов монтажа муфт необходимо использование синхронно зарегистрированных вибросигналов. В зависимости от типа каждой муфты, который указан в диагностическом паспорте, программой могут диагностироваться дефекты типа «маятник» и типа «колени» или их комбинация. В ряде конструкций муфт программой могут быть диагностированы дефект элементов или износ. Функция «контроль монтажа муфт» важна для ответственных агрегатов и, обычно, не используется при диагностике простых и не очень дорогих агрегатов.
3. “Контроль небаланса”. При таком выборе на графике можно просмотреть наличие небалансов ( их проявление в вибрации ) во всех контролируемых точках и механизмах

- агрегата. По вертикальной оси графика откладывается вклад выявленного небаланса в общую вибрацию, зарегистрированную в данной контролируемой точке, в данном направлении. Степень проявления небаланса дополнительно подчеркивается на графике уровнем вибрации и цветом. Если небаланс обнаружен на двух подшипниках одного механизма агрегата, то данный ротор нуждается в двухплоскостной балансировке. Если небаланс обнаружен на одном подшипнике, то для данного ротора можно ограничиться одноплоскостной балансировкой.
4. “Контроль изгиба вала”. При таком выборе можно проконтролировать наличие изгибов в валах механизмов контролируемого агрегата. Для корректной диагностики такого дефекта большое значение имеет взаимное соотношение фаз гармоник из разных сигналов, поэтому диагностика возможна только при синхронной регистрации вибросигналов.
  5. “Контроль состояния подшипников”. Данная функция позволяет просмотреть состояние подшипников скольжения агрегата. Для диагностики подшипников качения следует воспользоваться экспертной вибродиагностической системой «Ариадна», специально для этого предназначенной. «Ариадна» входит в состав поставки прибора АТЛАНТ, описание работы с этой системой приведено ниже, в разделе 5 настоящей инструкции.
  6. “Тепловое расширение агрегата”. При помощи этой функции можно контролировать продольное тепловое расширение «больших агрегатов», например турбогенераторов. Программа будет выявлять те моменты, когда будут иметь место «заедания» и подшипниковые стойки будут не смещаться при продольном тепловом расширении от точки фикс - пункта, а наклоняться. Это достаточно специфический режим диагностики, он может быть полностью реализован в режиме эволюция. Пользователь должен зарегистрировать несколько замеров в процессе разогрева агрегата. Последующая обработка этих замеров в режиме «эволюция» позволит выявить те точки, в которых продольное смещение подшипниковых точек происходит с проблемами. На эти точки и следует обратить внимание при ремонте агрегата.
  7. “Тепловые и технологические расцентровки в муфтах”. При помощи такого выбора появляется возможность выявления тепловых и технологических расцентровок различной причины. Если пользователь правильно указал в диагностическом паспорте высоты подшипниковых стоек, начальную температуру их монтажа и параметры «холодной расцентровки», установленной при монтаже, то в режиме «эволюция» можно выявить истинное значение холодной расцентровки, которая в рабочем режиме будет полностью скомпенсирована. Замеры вибрации для такой диагностики, первоначально, выполняются в холодном состоянии агрегата и повторяются еще несколько раз по мере разогрева работающего агрегата. В замерах обязательно должна быть полная информация по температурам всех подшипниковых стоек, регистрируемая при помощи дистанционного термометра при каждом замере вибрации. Параметры «холодной расцентровки» вводятся в программу при помощи клавиши «Холодная», расположенной справа сверху. В процессе диагностики пользователь имеет возможность выявить тот параметр технологии, который наиболее сильно влияет на степень расцентровки агрегата.

Еще раз повторим, что если программой ( диагностическим процессором программы ) диагностируется тот или иной дефект, выбранного из выше приведенного перечня, то на графике будет показываться его вклад в общую вибрацию каждой контролируемой ( по вибрации ) точки агрегата, обычно это подшипники. Вклад показывается по всем трем проекциям регистрации вибросигналов в точке ( если она проводилась в этих проекциях и точках ) и по модулю СКЗ виброскорости в точке.

Если после окончания работы диагностического процессора программа не выявила данного дефекта, то на верхнем графике она будет показывать нулевой вклад от этого дефекта в общую вибрацию контролируемой точки агрегата. Это является признаком отсутствия в агрегате дефекта такого типа.

Справка: Программа “Паллада+” ( диагностический процессор программы ) проводит диагностику контролируемого агрегата сразу по всем дефектам, ссылка на которые есть в диагностическом паспорте агрегата. При графическом просмотре итогов диагностики программой на экране показывается информация только по тому дефекту, который интересует пользователя и выбран в соответствующем окне.

Нижняя, вторая часть графического окна «Эволюция», предназначена для выбора пользователем того технологического или эксплуатационного параметра, по которому пользователь планирует выявлять зависимости и тенденции в изменении состояния агрегата. К этому окну обращаются тогда, когда хотят выявить влияние технологических параметров на степень проявления того или иного дефекта.

В этом окне пользователь может выбрать «по времени» или любой технологический параметр, который был определен при корректировке диагностического паспорта агрегата. Какие технологические параметры были заложены пользователем в диагностический паспорт и были приписаны к замерам вибрации, такой выбор может быть сделан в этом окне.

Выбранный пользователем технологический параметр располагается по горизонтальной оси нижнего графика. Замеры при этом автоматически распределяются по графику так, чтобы выбранный технологический параметр, значение которого приписано к каждому замеру, был расположен по возрастанию. Порядок следования замеров при этом будет определяться относительным значением технологического параметра, приписанным к этому замеру.

Информация, которая выводится в верхнем и нижнем графических окнах логически связана между собой.

Рассмотрим пример анализа эволюционных процессов в агрегате для оценки влияния производительности насоса на величину расцентровки.

1. На работающем насосе делаются 3 - 5 замеров вибрации в режимах, отличающихся производительностью насоса. Численное значение производительности приписывается в базе данных к каждому замеру.
2. Перед проведением диагностики выбираются нужные замеры и в программе запускается функция «Диагностика ( эволюция ) агрегата».
3. Пользователь устанавливает в верхней части графического окна «эволюция» позицию «контроль линии вала». Теперь на верхнем графике будет показываться наличие расцентровки в муфте, диагностированной программой в том замере, наименование которого стоит в верхнем окне в правой верхней строке выбора. В этом окне показывается номер замера, дата и время его проведения. Перемещая курсор вдоль подшипников агрегата пользователь просматривает количественное влияние расцентровок на СКЗ виброскорости в контролируемых точках. В основном расцентровка скажется на вибрации подшипников вблизи муфты, на внешних подшипниках электродвигателя и насоса проявление расцентровки будет много меньшим. Оставляем активный курсор на одном из подшипников рядом с муфтой, обычно на том, у которого вибрация максимальна.
4. Далее пользователь принимает решение произвести оценку, как на величину расцентровки влияет производительность агрегата. В нижней части окна, в верхней левой части, вызывается перечень технологических параметров и в нем выбирается позиция «производительность насоса». Программа автоматически перестроит нижний график так, чтобы он максимально отражал степень влияния на расцентровку ( для того подшипника, на котором стоит указатель на верхнем графике ) производительности насоса, если она конечно будет на нее влиять. Если влияния нет, то на нижнем графике будут прямые линии. В нижнем графике курсор будет стоять на том замере, который выбран в окне замеров. Для оценки влияния производительности на величину расцентровки в другой контролируемой точке необходимо на верхнем графике перейти на другой подшипник и нижний график перестроится.
5. Для того, чтобы получить документ, отражающий влияние производительности насоса на величину расцентровки необходимо нажать клавишу «справка», просмотреть ее на экране и, при необходимости, распечатать на принтере.

Для увеличения информативности показа диагностической информации на графиках используется цветовая раскраска, на них наносятся дополнительные уровни, позволяющие более точно отражать количественную информацию. Цвета показа выбраны на основе различных уровней состояния, соответствующих цветам светофора. Красная зона на графиках соответствует аварийному значению параметра, желтый - тревожному, а зеленый - нормальному. Перемещение условного указателя по графикам показывает текущее значение каждого параметра.

По желанию пользователя вклад любого выявленного дефекта состояния агрегата в повышение общей вибрации, показываемый в единицах СКЗ виброскорости, может быть показан на графике по проекции вибрации ( В, П, О ), а может быть показан в виде модуля вектора вклада. Мы рекомендуем чаще пользоваться в диагностике модулем вектора вклада данного дефекта в общую вибрацию как достоверным и информативным параметром эволюции состояния агрегата.

Именно благодаря наличию аналитических и графических функций программы диагностики, позволяющей проводить анализ и диагностику эволюционных процессов в агрегате, данная экспертная система получила торговую марку «Паллада+». Исходная диагностическая система имела торговую марку «Паллада».

Наличие в распоряжении пользователя двух диагностических окон для построения графиков, параметры которых варьируются пользователем по собственному желанию в широких пределах, превращает графическое окно «Диагноз - эволюция» в уникальный диагностический аппарат, не имеющий аналогов в экспертных системах других фирм - разработчиков программного обеспечения.

Использование изменяемых функций этих окон с произвольным выбором набора исходных замеров, регистрируемых по произвольной конфигурации прибора, корректный подбор оборотной частоты вращения ротора, возможность выбора любых параметров в качестве аргументов при построении зависимостей и другие диагностические особенности программного обеспечения прибора АТЛАНТ позволяют решать уникальные задачи диагностики состояния оборудования различного типа.

#### 4.2.5. Справка по состоянию агрегата

В программном обеспечении прибора АТЛАНТ, в экспертной вибродиагностической системе «Паллада+», предусмотрен режим автоматического формирования отчетной справки по состоянию и наличию дефектов в контролируемом агрегате. Эта справка формируется программой по итогам проведения диагностического обследования. Справка является документом, который можно использовать в качестве общего руководства для работы ремонтных служб, для оценки остаточного ресурса агрегата, планирования сроков проведения ремонтов и обслуживаний. При помощи таких справок может быть реализована на практике система обслуживания оборудования по техническому состоянию.

В программе предусмотрено получение диагностических справок двух типов:

- Диагностической справки на основе анализа одного замера. Такая справка выводится из окна «диагноз». В окне выбирается интересующий замер, если их несколько, справка просматривается и печатается. Аналогичная справка выводится из окна «эволюция», но только тогда, когда для диагностики выбирался один замер. В этой справке производится оценка состояния агрегата и приводится перечень дефектов, обнаруженных при диагностике, с указанием вклада дефектов в общую вибрацию.

- Эволюционной справки, оценивающей изменение состояния агрегата по итогам анализа нескольких замеров, различающихся сроком проведения и изменением технологических или эксплуатационных параметров работы агрегата. Справка выводится из окна «эволюция», когда было выбрано несколько замеров и были выполнены все подготовительные процедуры для выявления связи изменений в состоянии агрегата с изменением технологических параметров агрегата.

Общий вид технической справки по состоянию агрегата примерно одинаков для всех агрегатов. Различие заключается в том, что для каждого агрегата свой диагностический паспорт, свой набор причин повышенной вибрации, а соответственно различная форма представления.

Общая часть отчетной справки включает в себя:

1. Технологические сведения по диагностируемому агрегату - наименование и место установки. Здесь же находится информация по времени проведения замера на агрегате, на основании информации которого выполнена диагностика.
2. Сведения об величинах СКЗ виброскорости по всем точкам и проекциям контроля вибрации, информация о которых есть в замере.
3. Сведения об обнаруженных дефектах, объединенные в три группы. Первая группа - проблемы агрегатного уровня, это центровка, монтаж, фундаменты. Во вторую группу входят проблемы, свойственные отдельным механизмам агрегата - небалансы, изгибы валов и т. д. Третью группу дефектов составляют проблемы, свойственные ( и проявляющиеся ) отдельным подшипникам.
4. Все дефекты в справке приведены с указанием вклада каждого из них в общую вибрацию в каждую проекцию в контролируемой точке, на которую оказывает влияние данный дефект. Сумма вкладов от всех дефектов в каждой точке, плюс фоновый уровень вибрации в этой точке, всегда численно равна измеренному значению СКЗ виброскорости.

Если диагностический процессор не обнаружил в агрегате признаков какого - либо дефекта, являющегося причиной повышенной вибрации, или же посчитал степень влияния этой причины незначительной для общего состояния агрегата - в справке будет отсутствовать информация по этой причине. В ней приводятся только наиболее весомые причины повышенной вибрации, обнаруженные в данном агрегате по итогам обработки данного замера. Общее число этих причин выбирается алгоритмом ДП и различно для разных случаев и может колебаться от одной до десяти.

Количественная оценка влияния причин повышенной вибрации представляется на экране в виде вкладов причин повышенной вибрации в общую вибрацию каждого подшипника для каждой проекции. Вклад приводится в единицах виброскорости - мм/сек. Как уже говорилось выше сумма всех вкладов от причин повышенной вибрации, неопределенности диагноза и фонового уровня вибрации на подшипнике, для каждой контролируемой точки, всегда равняется СКЗ виброскорости на данном подшипнике в данной проекции. Значение СКЗ виброскорости автоматически рассчитывается в программе для любого временного сигнала и спектра, введенного в память.

Такое представление выходной информации очень удобно для практики. Пользователь всегда знает, на сколько уменьшится вибрация в каждой проекции в контролируемой точке после устранения той или иной причины повышенной вибрации, позволяет определять стратегию проведения ремонтных работ. Итог работы ДП можно распечатать на принтере в виде справки, если нажать кнопку “Печать”.

Вид и содержание справки об эволюционном изменении в состоянии агрегата зависит от выбранных функций анализа и в каждом случае различна.

PALLADA+

©Vibro-Center

Справка о техническом состоянии оборудования

Предприятие: 1

Агрегат: ГТА-2

по замеру от 26.07.2007 в 10:52:44

СКЗ виброскорости в точках замера.

N Подшипника	1	2
Вертикальная	2.4	2.5
Поперечная	4.5	3.4
Осевая	0.0	2.4

Агрегатные проблемы.

1. Правильность монтажа подшипников.

Линия вала по подшипникам выставлена правильно.

3. Крепление к фундаменту.

Дефектов крепления к фундаменту не обнаружено.

Проблемы механизмов.

Механизм	Подш.	Дефект	Вклад в СКЗ, мм/с		
			Верт.	Попер.	Осев.
Генератор	1	Небаланс у подшипника	0.3	2.6	0.0

Проблемы подшипников.

N Подшипника	Дефект подшипника	Вклад в СКЗ, мм/с		
		Верт.	Попер.	Осев.
2	Эллипсность шейки вала	0.3	1.6	0.9

Общее состояние агрегата - удовлетворительное.

### 4.3. Открытая система спектральной диагностики

Открытой экспертной системой вибродиагностики считается такая, основные диагностические правила для которой составляются непосредственно пользователем. При написании методов диагностики для открытой экспертной системы пользователь может систематизировать и реализовать свои теоретические и практические наработки в области диагностики состояния агрегатов по спектрам вибросигналов. Эти наработки могут носить как общий, так и частный характер.

В состав программного обеспечения прибора АТЛАНТ входит открытая экспертная вибродиагностическая система. Система создана на основе специально разработанного сотрудниками фирмы диагностического языка «Паллада».

#### 4.3.1. Общее описание структуры диагностического языка «Паллада»

##### 4.3.1.1. Возможности языка «Паллада»

Открытая система диагностики вращающихся агрегатов по вибропараметрам создана на основе большого количества достаточно сложных алгоритмов и включает в себя практически все виды и преобразования вибросигналов, известные в области спектральной вибродиагностики. Основной сложностью при создании открытой диагностической системы является формализация логических выражений, используемых в диагностике. Необходимо сделать так, чтобы программа «сама понимала» язык диагностики, автоматически преобразовывала сигналы и выбирала из них нужные параметры. Для этого необходимо формализовать диагностическое описание контролируемого агрегата и использовать различные преобразования.

Для программного преобразования диагностического языка в открытой экспертной системе «Паллада» использован интерпретатор диагностических правил, а не транслятор. Такой подход, несмотря на снижение скорости работы конечной диагностической программы, имеет несколько преимуществ:

- в диагностические правила можно включать все обработки и преобразования вибросигналов, реализованные в программном обеспечении АТЛАНТ;
- одновременно можно использовать несколько диагностических методик, реализующих различный подход к диагностике тех или иных дефектов состояния контролируемого оборудования;
- при проверке правильности работы диагностических правил легко можно реализовать различные отладочные режимы, работу со стеком данных, просмотр и корректировку значений переменных;
- легко создавать и корректировать отчетные документы по итогам работы диагностических правил.

Диагностические правила пишутся в языке «Паллада» на простейшем алгоритмическом языке, понятном любому пользователю ЭВМ, написавшему хотя бы несколько простейших программ на языке типа «Бейсик» или «Паскаль». Использование функциональных операторов и наименований переменных на русском языке равноправно с английским, еще больше упрощает работу с диагностическим языком «Паллада». Правила хранятся в памяти программы в «открытом», не скомпилированном виде, что позволяет их легко анализировать и корректировать.

Количество диагностических правил, создаваемых и используемых в системе АТЛАНТ не ограничено. На основании этого многообразия правил может быть создано любое количество различных диагностических методик, как на один агрегат, так и на несколько. Диагностические методики создаются путем объединения одного или нескольких диагностических правил в единый расчетный алгоритм, при помощи которого производится обработка виброзамеров.

В состав создаваемой пользователем методики диагностики технического состояния и поиска дефектов агрегата пользователем могут быть включены, практически в любой комбинации, параметры временных сигналов, спектров, кепстров, спектров огибающей вибросигнала и т. д.

Возможности диагностического языка «Паллада» достаточны для написания практически любых, сколь угодно сложных, диагностических правил. Можно сказать, что только теоретические и практические знания вибродиагноста - пользователя экспертной системы ограничивают возможности диагностики с использованием системы «Паллада».

##### 4.3.1.2. Состав открытой диагностической системы

Открытая экспертная система диагностики технического состояния вращающихся агрегатов по вибропараметрам базируется на следующих основных элементах и алгоритмических понятиях.

###### 4.3.1.2.1. Язык написания диагностических правил «Паллада»

Алгоритмический язык является основой для написания диагностических правил в открытой диагностической системе. Набор основных параметров вибросигнала языка «Паллада» позволяет быстро, легко и однозначно описывать любые диагностические параметры вибросигнала как во временной, так и в спектральной области. Эти параметры могут быть выбраны из любого вибросигнала, зарегистрированного на любом подшипнике в любом направлении. Продуманная система хранения вибросигналов с использованием диагностических паспортов позволяет однозначно описывать все точки и проекции, в которых проводится регистрация вибрации.

Набор логических и арифметических операторов языка «Паллада» достаточен для выполнения любых преобразований как с первичными вибросигналами, так и с выбранными диагностическими параметрами. Простые, но достаточно эффективные функции управления печатью, встроенные в диагностический язык «Паллада», позволяют быстро формировать наглядные отчетные документы, характеризующие состояние агрегата по итогам проведения диагностики.

#### 4.3.1.2.2. Интерпретатор диагностических правил

Это очень важный элемент экспертной системы, осуществляющий связь между диагностическим правилом и исходным вибросигналом. При помощи интерпретатора происходит подготовка диагностических параметров, выборка их из вибросигналов и выполнение всех диагностических процедур.

Особенность интерпретатора экспертной системы «Паллада» заключается в том, что он не только занимается проведением диагностики, он дополнительно управляет всеми обработками и преобразованиями вибросигналов. В памяти прибора АТЛАНТ вибросигналы, чаще всего, хранятся в виде набора временных выборок, а для диагностики чаще всего нужны различные спектральные представления, кепстры, спектры огибающей и т. д.

Важно понимать, что в вибрационной диагностике используется, например, не просто спектр вибросигнала, а некоторый параметр этого спектра – гармоника, амплитуда гармоники, фаза и т. д. Вся сложность работы интерпретатора заключается не просто в получении спектра, а в выборе из него нужного диагностического параметра.

При написании диагностических правил пользователи обычно используют специальные результаты обработки, различные преобразованные функции. При помощи интерпретатора проводится преобразование вибросигналов из одной размерности в другую – из виброускорения в размерности виброскорости и виброперемещения.

Поэтому интерпретатор языка «Паллада» не только управляет проведением диагностики по известным параметрам, он занимается всей необходимой выборкой и подготовкой вибросигналов к диагностике. Интерпретатор «Паллада» создавался специально для экспертной системы вибродиагностики.

#### 4.3.1.2.3. Диагностические параметры

Чем большее количество различных диагностических параметров доступно пользователю при использовании открытой экспертной системы, тем большими будут возможности этой системы.

В качестве параметров вибросигнала, использование которых возможно в диагностических правилах экспертной системы «Паллада», могут быть использованы следующие величины:

1. Параметры временного вибросигнала – амплитуды сигнала, временные параметры, значения СКЗ сигнала на определенном временном интервале.
2. Параметры спектра вибросигнала, полученного при помощи процедуры БПФ – частота конкретной гармоники, ее амплитуда, фаза, номер гармоники как составляющей единого семейства гармоник ( может определяться от нескольких характерных параметров агрегата – лопаточная, от нескольких валов редуктора и т. д.), корона вокруг гармоники, боковая гармоника, мощность в полосе частот.
3. Система «Паллада» допускает определение и использование различных параметров различных семейств гармоник от трех разно оборотных валов, механически не связанных между собой. Например, при проведении диагностики состояния газоперекачивающих агрегатов, в которых три вала, вращающихся с различной частотой и жестко не связанных друг с другом – компрессоры ВД и НД и свободная турбина. В большинстве других случаев валы нельзя рассматривать как разнооборотные, например, валы редуктора нельзя рассматривать как разнооборотные, т. к. они все имеют механическую связь между собой и с валом приводного двигателя.
4. Параметры, определяемые на основании спектра, полученные при помощи цифровой фильтрации отдельного временного интервала исходного вибросигнала. По этому спектру могут быть определены и использованы в диагностике любые характерные параметры.
5. Параметры спектра огибающей вибросигнала. Эти параметры определяются после полосовой (цифровой) фильтрации, детектирования и обычного спектрального преобразования вибросигнала. Такие параметры вибросигналов используются, чаще всего, для диагностики дефектов подшипников качения, база данных по которым имеется в приборе Атлант.
6. Временные параметры кепстра вибросигнала – «квифренция» и параметры «рагмоник».
7. В качестве параметров диагностики могут быть использованы различные арифметические или логические константы, задаваемые пользователем самостоятельно. При помощи этих констант или сомножителей задаются параметры сравнения или пропорционального преобразования диагностических параметров.

#### 4.3.1.2.4. Уровни диагностики



В системе «Паллада» все диагностические правила подразделяются на три уровня, охватывающие различные аспекты диагностики технического состояния контролируемого оборудования. Пользователем, при написании диагностических правил, может планироваться обработка вибросигналов на уровне:

- Уровень одного подшипника. В таком правиле рассматриваются вибросигналы только с одной точки контроля, с одного подшипника. Максимально их может быть три – в вертикальном, поперечном и осевом направлениях. Полученные по итогам работы такого правила заключения касаются только состояния подшипника.
- Уровень отдельного механизма. В правиле такого уровня, обычно, рассматриваются вибросигналы с двух точек контроля одного механизма – насоса, электродвигателя и т. д. Максимально в правиле может анализироваться до шести вибросигналов. Полученные по итогам работы такого правила заключения описывают возможные дефекты состояния контролируемого механизма.
- Уровень всего контролируемого агрегата. В таком правиле могут одновременно рассматриваться вибросигналы с четырех точек контроля, относящихся к нескольким механизмам. Таких сигналов может быть до двенадцати. Полученные по итогам работы такого правила заключения касаются дефектов, касающихся особенностей объединения нескольких механизмов в единый агрегат.

Кроме разделения диагностических правил на три уровня по диагностируемой области агрегата, в самом языке «Паллада» используются три алгоритмических уровня, которые различаются степенью обобщения выполняемых функций с отдельными частными и общими диагностическими параметрами.

Это следующие уровни:

- Низший уровень диагностики – сравнение. Два или несколько диагностических параметра могут быть сравнены друг с другом при помощи использования логических и арифметических функций. Этот уровень диагностики относится, как и во всех других языках программирования, к уровню алгоритмического оператора и более подробно будет описан ниже.
- Диагностическое правило – средний, и наиболее важный, уровень диагностики в языке «Паллада». Именно в диагностическом правиле, на основании выполнения нескольких сравнений, делается заключение о наличии конкретного дефекта или об ухудшении технического состояния агрегата.
- Методика диагностики - высший уровень диагностики в языке «Паллада». На основании частных заключений по итогам работы нескольких диагностических правил делается комплексное заключение, отражающее техническое состояние всего диагностируемого агрегата.

В экспертной системе «Паллада» можно выделить еще несколько различных способов разделения на уровни, но они носят менее общий характер, чем приведенные в данном разделе инструкции.

#### 4.3.1.2.5. Диагностическое правило

Диагностическое правило, являющееся средним уровнем диагностики, включает в себя несколько связанных между собой операторов арифметических преобразований и сравнений диагностических параметров вибросигналов. Именно по итогам работы диагностического правила, в конечном итоге, дается заключение о наличии и степени развития в агрегате того или иного дефекта.

Диагностическое правило, чаще всего, пишется в обобщенном виде, без конкретной привязки к параметрам конкретного типа диагностируемого агрегата. Конструктивные параметры, описывающие диагностические особенности каждого конкретного агрегата, такие, как, например, тип подшипника, количество лопаток в насосе, частота вращения вала, особенности конструкции соединительной муфты и т. д. могут быть заданы в правиле в виде переменных или констант.

Одно и то же диагностическое правило может быть предназначено для проведения диагностики состояния агрегатов, имеющих различные марки, мощности, частоты вращения, но обладающих, по мнению пользователя, примерно одинаковыми общими конструктивными и вибрационными особенностями проявления данного дефекта в вибросигналах. Именно в этом случае удобно использование в диагностическом правиле характерных параметров в виде переменных. Значения этих переменных определяются в языке «Паллада» при объединении диагностических правил в единую диагностическую методику.

В программе АТЛАНТ может быть пользователем может быть написано и сохранено в памяти практически любое количество различных диагностических правил. Диагностический язык «Паллада» позволяет хранить даже на один и тот же дефект оборудования несколько правил, различающихся, по выбору пользователя, теми или иными диагностическими особенностями.

Все написанные диагностические правила хранятся в единой директории программы и могут быть использованы при создании методик, естественно пор выбору пользователя, для диагностики состояния агрегатов любого типа.

#### 4.3.1.2.6. Методика диагностики

Методика диагностики - высший уровень диагностики состояния вращающегося агрегата. Методика включает в себя одно или несколько диагностических правил, а также дополнительные алгоритмы интегральной обработки итогов работы нескольких диагностических правил. Завершающим этапом работы диагностической методики, основывающееся на анализе замера вибропараметров, является общее заключение о техническом состоянии диагностируемого агрегата, представленное в виде справки.

При создании методики пользователем проводится конкретная работа по адаптации отдельных диагностических правил к конкретному типу диагностируемого агрегата. При этом производится окончательное определение характерных диагностических вибропараметров и констант. При проведении этой работы пользователем максимально учитываются конструктивные и эксплуатационные особенности данного агрегата.

На один и тот же агрегат пользователь может составить и хранить в памяти любое количество диагностических методик. Они могут различаться между собой набором диагностических правил, диагностическими константами, особенностями обработки итогов диагностики или другими параметрами или особенностями обработки информации.

При проведении процедуры диагностики состояния конкретного агрегата по выбранному пользователем конкретному замеру вибросигналов, программа предлагает пользователю самому выбрать, при помощи каких методик будет проводиться диагностика. Если это не делается, то программа проведет диагностику данного агрегата с использованием всех имеющихся в памяти методик.

#### **4.3.1.2.7. Структура хранения файлов диагностических процедур открытой экспертной системы диагностики «Паллада» в базе данных прибора Атлант**

Все имеющиеся в приборе АТЛАНТ диагностические правила, хранятся в специальной поддиректории программы Атлант, имеющей наименование “RUL“. Здесь находятся правила, созданные пользователем или переданные пользователю вместе с программой, созданные непосредственно сотрудниками фирмы «Вибро-Центр».

Содержание этой поддиректории, если просматривать базу данных на экране программы АТЛАНТ, на экране не видно. Ознакомится с ее содержанием можно только при создании диагностических методик или при помощи средств управления файлами операционной системы компьютера.

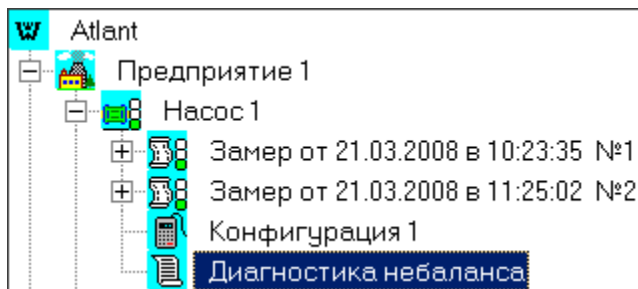
Каждое отдельное диагностическое правило, или его модификация, созданная пользователем, хранится в этой поддиректории программы в виде отдельного файла с расширением « \*.rul ». Этот файл не имеет специальной кодировки и хранится в обычном текстовом виде. Благодаря этому он легко может быть просмотрен и откорректирован при помощи любого текстового редактора, имеющегося в компьютере. Предпочтение при выборе редактора следует отдавать встроенному редактору диагностических правил системы «Паллада», т. к. только он производит поиск ошибок в правиле.

Наименование диагностируемого в оборудовании при помощи данного правила дефекта состояния указывается в текстовом виде в первой строке правила. Здесь же, но уже во второй строке, хранится информация о количестве точек, на которое ориентировано данное правило. Далее следует исходный текст самого диагностического правила. Все строки в тексте диагностического правила, начинающиеся с точки с запятой (;), воспринимаются в программе как комментарий и интерпретатором не обрабатываются. Количество комментариев в правиле не ограничено.

Все созданные пользователем в процессе работы методики диагностики каждого конкретного агрегата, объединяющие выбранные диагностические правила, хранятся в поддиректории диагностируемого агрегата в виде отдельных файлов специальной структуры, имеющих расширение «\*.mtd».

Перечень имеющихся в программе диагностических методик по данному конкретному агрегату виден при просмотре базы данных прибора на экране компьютера. Список имеющихся методик расположен на экране ниже списка замеров, имеющихся по данному агрегату, и ниже перечня различных конфигураций прибора, созданных для регистрации вибросигналов с данного агрегата.

Для примера на рисунке показан вид окна базы данных для агрегата «Насос 1», расположенного на станции «Станция 1». Для этого насоса в памяти прибора хранятся три замера вибрации, одна конфигурация прибора «Конфигурация 1» и одна методика диагностики с наименованием «Диагностика небаланса».



Каждая отдельная методика диагностики агрегата, созданная пользователем, выделяется на экране компьютера в окне базы данных прибора при помощи специального значка, изображающего текстовый документ, показанного слева от текста с наименованием методики. Это делается для того, чтобы можно было более легко разделять в базе данных файлы в зависимости от их назначения.

### 4.3.2. Диагностический язык «Паллада»

Алгоритмический язык для написания вибродиагностических правил высокого уровня, называемый далее «Диагностический язык «Паллада» или же просто язык «Паллада», создан специально для целей автоматизации написания алгоритмов вибрационной диагностики вращающегося оборудования.

Возможности языка «Паллада» позволяют оперативно создавать методы диагностики технического состояния оборудования.

При помощи языка «Паллада» можно:

- Создавать формализованные записи диагностических операций сравнения, диагностических правил и методик диагностики,
- Быстро разрабатывать, писать, редактировать и оперативно отлаживать диагностические процедуры,
- Оперативно определять техническое состояние агрегатов при помощи обработки замеров вибрации диагностическими процедурами,
- Формировать в автоматическом режиме отчетные документы о состоянии контролируемых агрегатов.

Описание диагностического языка «Паллада», первично, состоит из совокупности описаний различных диагностических параметров, допустимых операций с диагностическими параметрами, а также операторов и переменных

Рассмотрим эти основные категории языка «Паллада» более подробно.

#### 4.3.2.1. Параметры диагностического языка

Основными, первичными элементами, которыми оперирует диагностический язык «Паллада», являются различные параметры вибросигнала, описывающие те или иные особенности вибросигнала. Обобщенная форма записи параметра вибросигнала для проведения диагностики в языке «Паллада» является стандартной. По своему виду она включает в себя три составляющих описания и, в самом общем виде, может быть представлена как:

XXX(Y,Y)ZZZ

Для удобства понимания работы с языком «Паллада» это же выражение можно записать в другом, менее формализованном виде, используя выражения, применяемые в обычной вибродиагностике:

Параметр (от аргумента) с уточнением

В этом представлении первичная величина XXX (Параметр) есть общее наименование используемого параметра диагностики, его внешнее, стандартное представление. Оно может принимать следующие обозначения:

Параметр – XXX	Наименование	Полное наименование
А	Амплитуда	Амплитуда
Ф	Фаза	Фаза
Ч	Частота	Частота
М	Мощность	Мощность
С	СКЗ	СКЗ
МП	Мощность Полосы	Мощность в полосе частот
БГ	Боковые	Боковые гармоники
БГЛ	Боковая Левая	Боковая гармоника слева
БГП	Боковая Правая	Боковая гармоника справа

Значение аргумента первичного диагностического параметра, используемого в языке «Паллада», обозначается в общем случае как Y,Y. Аргумент показывает, относительно какой базовой величины (чаще

всего он показывает, что является первичной основой выбранного семейства гармоник) определяется данный диагностический параметр. В любом математическом выражении функция определяется относительно аргумента. В нашем языке аргумент также является ссылкой на первичный параметр. Для примера, аргумент может принять значение 5Г1, т. е. это пятая гармоника от оборотной частоты первого вала.

В общем случае в языке «Паллада» в качестве аргумента возможно использование следующих величин:

Аргумент - Y, Y	Наименование
Г	Оборотная гармоника
М	Масляная гармоника
С	Гармоника скольжения
Л	Гармоника лопаточная
Ш	Гармоника зубчатая
Э	Электромагнитная гармоника
ПВ (ПВНУТР)	Подшипниковая частота от внутренней обоймы
ПН (ПВНЕШ)	Подшипниковая частота от внешней обоймы
ПК (ПКАЧ)	Подшипниковая частота от тел качения
ПС (ПСЕПАР)	Подшипниковая частота от сепаратора обоймы

Величина *ZZZ* является, в обобщенной форме записи диагностического параметра в языке «Паллада», уточнением способа получения первичного параметра диагностики. Уточнение показывает, какое конечное представление вибросигнала использовано для получения используемого первичного диагностического параметра. Кроме того, именно в уточнении приводится информация о используемом представлении данного вибросигнала – виброперемещение, виброскорость или виброускорение.

Некоторые виды наиболее часто используемых в диагностике уточнений приведены ниже в таблице.

Уточнение – ZZZ	Наименование
СОУ (..)	Спектр огибающей виброускорения
СОС (..)	Спектр огибающей виброскорости
СОП (..)	Спектр огибающей виброперемещения
ВС (..)	Временной сигнал
СП (..)	Спектр по БПФ
СФ (..)	Спектр по интегралу Фурье
КП (..)	Кепстр

По внешней форме уточнение является составным, т. е. имеет два уровня. Первая часть уточнения, функция, указывает на используемый при определении диагностического параметра тип (способ обработки) вибросигнала. Вторая часть уточнения, аргумент, указывает на место и проекцию регистрации вибросигнала.

Например, уточнение СПП(2В) указывает на использование диагностического параметра, выделенного из спектра вибросигнала, полученного при помощи процедуры быстрого преобразования Фурье – БПФ, (первые две буквы СП) в размерности виброперемещения (буква П). В скобках, в выражении уточнения, стоит указание «2В». Это говорит о том, что для определения диагностического параметра использован вибросигнал, зарегистрированный во второй точке агрегата в вертикальной проекции.

Уточнение в языке «Паллада» является последним значением в многозвенном описании первичного диагностического параметра. Само уточнение имеет в своем составе информационную ссылку на особенности регистрации вибросигналов на конкретном агрегате. В качестве аргумента уточнения (диагностируемого параметра), расположенного в скобках, во всех этих выражениях должно стоять указание на «привязку» датчиков при проведении регистрации. Обычно это есть указание на ту точку контролируемого агрегата и на то направление проекции регистрации вибросигнала, информация из которого необходима, по мнению составителя диагностического правила, для проведения диагностической процедуры.

Например, использование уточнения вида «СОС (3В)» указывает на то, что данный первичный диагностический параметр для языка «Паллада» используется от спектра огибающей вибросигнала. При этом первичный вибросигнал, который в дальнейшем будет преобразован указанным в уточнении способом, должен иметь размерность виброскорости и должен быть зарегистрирован в третьей точке контролируемого агрегата в вертикальном направлении.

Следует хорошо понимать особенности порядка нумерации отдельных точек вибрации в агрегате. В каждом отдельно взятом диагностическом правиле номера точек измерения вибрации имеют относительный характер и всегда начинаются с первой. Каждое правило рассчитано на использование в диагностике вибросигналов с нескольких точек контроля вибрации – одной, двух, трех или даже четырех. Эти точки внутри правила имеют свои порядковые номера с первого по четвертый. Именно на эти номера в языке «Паллада» (в диагностическом правиле) указывают все уточнения диагностических параметров. Когда диагностическое правило будет включаться в состав отдельной диагностической методики, относящейся к конкретному

диагностируемому агрегату, то на этом этапе пользователь должен будет присвоить относительным номерам точек в правиле истинные номера точек контролируемого агрегата. Здесь номера точек соответствуют реальным номерам подшипниковых точек.

В описании различных диагностических параметров, величин и уточнений, используемых в системе диагностики «Паллада» могут быть использованы и другие виды величин и уточнений, дополнительно к указанным в таблице. Все определяется конкретными задачами, решением которых пользователь будет заниматься при создании своей системы диагностики. Корректность применения этих дополнительных видов уточнений в языке «Паллада» будет оцениваться при помощи интерпретатора открытой экспертной системы на этапе составления правил.

Для пояснения всего выше сказанного приведем несколько примеров обозначения первичных диагностических параметров в языке «Паллада».

A(1Г1):СПП(1В) – амплитуда первой гармоники от первого вала, полученная в спектре по БПФ в размерности перемещения в первой точке в вертикальном направлении.

Ф(2Л1):СФС(2П) – фаза второй лопаточной гармоники от первого вала, определенная по спектру по Фурье, в размерности виброскорости во второй точке агрегата в поперечном направлении.

БГ(1Э1,1Ш):СОУ(3В) – амплитуда боковых гармоник от первого вала, относительно первой электромагнитной гармоники, с шагом на шестеренную (зубчатую) гармонику, полученная в спектре огибающей вибросигнала в размерности виброускорения в третьей точке в вертикальном направлении.

Правильное написание таких полных обозначений диагностических параметров является достаточно сложной и ответственной процедурой, поэтому в языке «Паллада» предусмотрен специальный редактор – конструктор, помогающий избегать ошибок в наименованиях используемых диагностических параметров. Определение наименований диагностических параметров при помощи такого конструктора является простой процедурой и достаточно подробно описано ниже.

#### 4.3.2.2. Операции, операторы и переменные языка «Паллада»

Для управления различными вычислениями, преобразованиями и сравнениями, выполняемыми с выбранными первичными диагностическими параметрами, в языке «Паллада» предусмотрено использование достаточно большого набора операций и операторов. Именно с их помощью формируются расчеты и логические сравнения в диагностических правилах языка «Паллада». Кроме того, для организации оптимальных, т. е. наиболее простых и быстрых, вычислительных процессов в языке достаточно широко используются переменные различного вида.

##### 4.3.2.2.1. Операции

Основным, первичным элементом вычисления, которым оперирует язык «Паллада», является первичный диагностический параметр вибросигнала, описанный выше. Для выполнения преобразований диагностических параметров в языке «Паллада» осуществляются операции различного вида.

При помощи операций производятся преобразования значений диагностических параметров, определенных из замера вибрации, по которому производится диагностика технического состояния контролируемого агрегата.

В программе предусмотрено использование следующих видов операций:

- арифметических,
- логических,
- тригонометрических
- специальных операций.

Основные, допустимые в диагностических правилах языка «Паллада» операции приведены ниже в таблице.

Обозначение	Доп. Обозначение	Пояснение
+, -, *, /, ()		Арифметические операции
И, ИЛИ, НЕ		Логические операции
Макс (A1,A2,...)		Выбор максимального значения из набора
Мин (A1,A2,...)		Выбор минимального значения из набора
Я1:=3		Операция присвоения
<, >, =, <=, >=, <>		Операции сравнения диагностических параметров
Есть(), Нет()		Истина, Ложь
Sin (), Cos (), Tg ()	СИН(), КОС(), ТАН()	Тригонометрические функции
ArcSin (), ArcCos(), ArcTg()	АРКСИН(), АРККОС(), АРКТАН()	Обратные тригонометрические функции

Lg, Ln, Exp		Специальные логарифмические функции
Sqrt(), Sqr(), □	КОРЕНЬ(), КВАДРАТ()	Специальные функции
Abs()		Выделение положительной части из числа
ЦЕЛОЕ()		Выделение целой части из числа

Различные операции имеют, при проведении последовательных вычислений, различные приоритеты, уровень которых является общепринятым. Например, операция умножения значений двух диагностических параметров является более приоритетной, чем операция сложения. Изменения порядка проведения операций осуществляется при помощи использования операторных «круглых» скобок. В выражении «( A + B ) \* C» в первую очередь будет выполняться операция сложения, а уже потом операция умножения. Количество вложенных (одна в другую) скобок изменения приоритетов выполнения операций в языке «Паллада» не ограничено.

При помощи использования различных операций в языке «Паллада» можно запрограммировать практически все необходимые процедуры сравнения и преобразования значений диагностических параметров.

Форма записи всех допустимых операций над значениями диагностических параметров, принятая в языке «Паллада», является стандартной, аналогичной той, которая принята в большинстве алгоритмических языков высокого уровня, и, поэтому, не требует специального пояснения. Если пользователь знает основы программирования хотя бы на одном алгоритмическом языке, например, на очень распространенном языке «Паскаль», то у него не будет больших проблем с программированием своих диагностических правил на языке «Паллада».

#### 4.3.2.2.2. Операторы управления

При помощи операторов управления языка «Паллада» пользователь может организовывать необходимую последовательность выполнения операций над значениями диагностических параметров. Операторы управления позволяют создавать законченные алгоритмические логические построения, оптимально реализующие вычисления в диагностических правилах.

Кроме того, именно при помощи специальных операторов вывода производится управление формированием и выводом итоговой информации, полученной по итогам работы диагностического правила, в отчетную диагностическую справку.

При написании диагностических правил с использованием языка «Паллада» могут быть использованы следующие операторы:

Оператор	Назначение оператора
Если ...	Начало логического выражения
То.....	Оператор условного перехода
Иначе..	Оператор условного перехода
Конец Если	Конец логического оператора
Пиши Выражение	Оператор вывода в справку итог расчета по выражению, указанному в тексте оператора
Новая Строка	Производится переход на новую строку в справке
Пиши Текст	Оператор вывода в справку текста

Первые 4 оператора управления формируют операции логического сравнения значения диагностических параметров или формальных параметров. Итогом работы этих операторов является передача управления от одного отдельного алгоритма программы диагностики к другому. При помощи их удастся объединять несколько выражений в общее логическое построение.

При помощи трех последних операторов управления формируется отчетная справка по итогам диагностики. В текст справки можно вывести текстовое сообщение ( например «Обнаружена расцентровка в муфте 1» ) и значение характерного параметра, при помощи которого можно оценить степень развития выявленного дефекта или другую справочную информацию.

#### 4.3.2.2.3. Переменные

В тексте диагностического правила достаточно часто могут повторяться одинаковые вычислительные фрагменты - математические операции над одним и тем же диагностическим параметром. Вычисление

значений этих повторяющихся несколько раз параметров или даже целых выражений, с точки зрения снижения вычислительных затрат, не эффективно и занимает много времени.

Простейшим примером повторяющихся расчетов является определение СКЗ вибросигнала с целью его сравнения с различными параметрами и константами. С целью ускорения работы правила удобно использование внутренних переменных, в которых эта константа может вычисляться один раз, а полученное значение запоминается и используется в расчете многократно.

В языке «Паллада» возможно использование переменных арифметического и логического типов. Переменные могут описывать отдельную константу или даже итог работы диагностического правила.

Наиболее часто используемые виды внутренних переменных, используемых внутри диагностических правил, приведены в таблице.

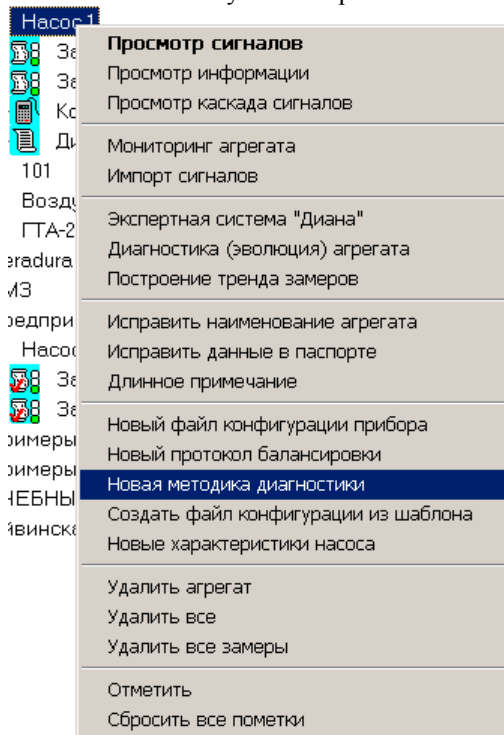
Переменная	Значение переменной
Я1, Я2 ...	Арифметически определяемая по параметрам или константам. Может начинаться с любой буквы, но лучше с «Я»
N1 – N4	Внутренняя константа правила, численно равная номеру точки. В методике принимает значения присвоенных подшипниковых точек
Результат правила	Результат работы диагностического правила, может принимать значения истина, если условие правило выполнилось, или ложь
Истина, Ложь	Логическая переменная

Работа с переменными будет описана подробнее при рассмотрении примеров составления диагностических правил для некоторых, наиболее характерных дефектов вращающегося оборудования. Набор этих правил с комментариями приведен в разделе 4.4. настоящего руководства.

### 4.3.3. Формирование методики диагностики

#### 4.3.3.1. Формирование новой методики диагностики

Для перехода к созданию новой методики диагностики агрегата в программе необходимо активную строку в поле базы данных установить на названии нужного агрегата и нажать на правую клавишу мышки.

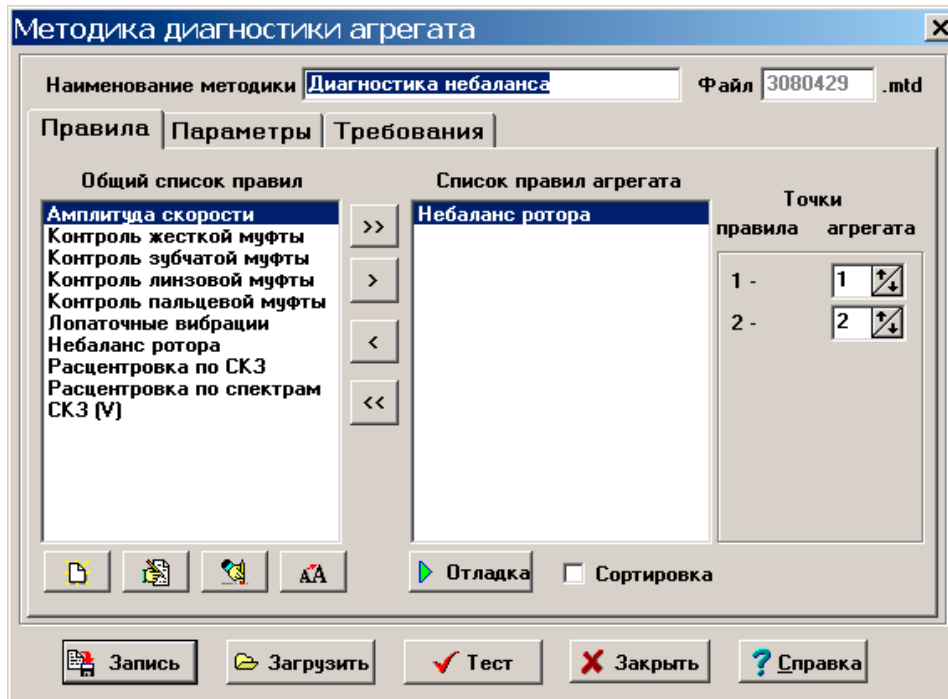


Выберите «Новая методика диагностики». При нажатии на эту строку программа переходит к формированию новой методики диагностики.

На экране появляется окно управления с наименованием «Методика диагностики агрегата». Это окно имеет три вложенных дополнительных окна, три страницы, и позволяет выполнять практически все процедуры, связанные с формированием диагностических правил и методик.







В верхней строке этого окна указывается наименование методики диагностики. Это наименование пользователь вводит сам, по своему усмотрению. Рядом имеется указание, в каком файле программа будет сохранять эту методику. Наименование файла хранения методики выбирается программой автоматически и состоит из цифрового кода. Первой стоит цифра, определяющая столетие. Сейчас это цифра 3. Далее следуют две цифр, определяющие год внутри столетия. Далее следует обозначение месяца и дня в месяце, когда происходило создание методики.

Если в один день пользователь для данного агрегата будет создавать несколько различных диагностических методик, то они будут различаться восьмым знаком в наименовании файла хранения, которое, при создании одной методики, в наименовании файла хранения не присутствует.

В нижней части окна в строку располагаются пять кнопок управления. Это:

1. Записать. При помощи этой клавиши можно записывать в память новую, вновь созданную, методику диагностики агрегата, или записать изменения, внесенные в методику в процессе отладки.
2. Загрузить. При помощи этой кнопки можно вызвать из памяти программы файл методики, созданный ранее пользователем для диагностики другого агрегата и хранящийся в директории этого (другого) агрегата. Эта методика диагностики может быть использована в качестве шаблона, при желании модифицирована и ее копия может быть записана для использования в директорию данного агрегата. Чаще всего эта функция используется при копировании методики, созданной пользователем ранее для агрегата такой же марки.
3. Тест. При помощи этой клавиши запускается диагностический алгоритм интерпретатора, который проверяет правильность составления методики и корректность определения диагностических параметров. Расчет с использованием замеров вибрации в данном случае не производится.
4. Отмена. Отменяет предыдущее действие пользователя.
5. Помощь.

Среднюю, самую большую часть окна занимают три графических страницы, называемые «Правила», «Параметры» и «Требования».

При помощи этих же страниц настройки пользователем осуществляется привязка создаваемых диагностических правил, имеющих при создании обобщенный характер, к конкретному типу диагностируемого агрегата.

Здесь же пользователем определяются все необходимые требования и ограничения к исходным вибросигналам, выполнение которых для проведения корректной диагностики обязательно.

Страница условно может быть подразделена на три зоны – «Общий список правил», «Список правил агрегата» и «Точки правила агрегата».

Зона с наименованием «Общий список правил». В этом окне перечислены наименования всех правил, имеющиеся в памяти программы АТЛАНТ. Эти правила могут быть поставлены с программным обеспечением или же созданы самим пользователем. В нижней части окна имеются четыре кнопки управления, которые могут быть использованы пользователем для работы с диагностическими правилами. Эти кнопки называются,

по порядку, «Новое правило», «Корректировать правило», «Удалить правило» и «Исправить наименование правила». Работа с этими кнопками понятна и достаточно подробно описана выше.

Зона с наименованием «Список правил агрегата». В этой части страницы перечислены все диагностические правила, которые пользователь решил использовать для проведения диагностики данного агрегата и уже включил в создаваемую методику. Добавление правил из общего списка в это окно производится при помощи четырех, вертикально расположенных, кнопок управления. Эти кнопки управления приведены слева.

Кнопки управления пересылкой диагностических правил называются, соответственно: «включить все правила в диагностику», «включить одно выбранное правило в диагностику», «исключить одно выбранное правило из диагностики», «исключить все правила из диагностики».

Одно и тоже диагностическое правило может быть включено в методику диагностики несколько раз. В качестве примера можно рассмотреть включение правила диагностики дефектов подшипника качения в методику диагностики агрегата четыре раза, если в выбранном агрегате имеется четыре подшипника.

Для сортировки диагностических правил, включенных в методику диагностики, служит специальное окно, расположенное чуть ниже. При практическом выполнении методики и в отчетной справке по итогам диагностики правила и их заключения будут следовать в том порядке, как они расположены в методике.

Окно «Точки правила агрегата». При помощи этого окна производится подключение соответствующих (реальных) точек диагностируемого агрегата к условным точкам, определенным при формировании диагностического правила.

Поясним это чуть подробнее. Как было указано выше, при составлении диагностических правил, уровень действия диагностического правила может распространяться на одну точку (уровень подшипник), на две точки (уровень механизм) и на четыре точки (уровень агрегат). При этом точки диагностики внутри правила носят относительный характер, или одна, или две, или четыре. В реальном агрегате все точки являются конкретными, относящимися к конкретным механизмам.

Для примера рассмотрим уровень агрегата – диагностику расцентровки. Наиболее подробно расцентровка диагностируется по четырем точкам – две рядом с муфтой и две с противоположной стороны механизмов. Будем считать, что пользователь написал именно такое полное диагностическое правило диагностики расцентровки, а не правило, базирующееся на двух точках контроля.

Рассмотрим случай, как это правило диагностики расцентровки пользователь должен применить к агрегату с 6 подшипниками, состоящему из трех механизмов, имеющему две муфты. Для этого он должен использовать свое правило диагностики дважды, определяя качество центровки сначала в первой муфте, а затем во второй. В первом случае он должен рассматривать реальные подшипниковые точки контроля 1, 2, 3 и 4. Для диагностики качества монтажа осей валов во второй муфте должны быть использованы подшипниковые точки 3, 4, 5 и 6.

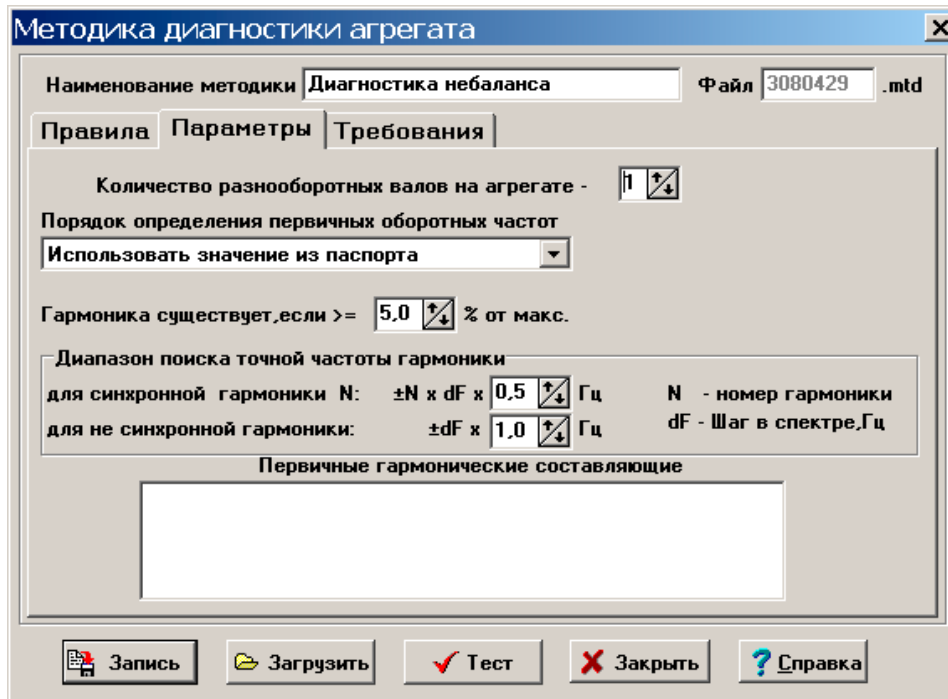
Формирование методики диагностики в этом случае происходит в два этапа следующим образом. При помощи кнопки «>» пользователь загружает правило в методику первый раз. При помощи окна «Точки правила агрегата» производится назначение точек правила точкам агрегата. Точке «1», в первой строке, присваивается значение 1, точке «2» присваивается 2, точке «3» - 3, а точке «4» - 4.

Далее переходим ко второй муфте. Правило диагностики расцентровки повторно загружается в методику, но точки диагностики назначаются по иному. Теперь точке «1», в первой строке, присваивается значение 3, точке «2» присваивается 4, точке «3» - 5, а точке «4» - 6. Теперь наше правило будет диагностировать состояние второй муфты, расположенной между механизмами 2 и 3.

Если в создаваемой методике диагностики будет использоваться правило диагностики состояния подшипника, относящееся к одной точке, то для агрегата с четырьмя точками данное диагностическое правило должно быть загружено в методику четыре раза, причем каждый раз будет назначаться новый подшипник. Программа контролирует соответствие количества точек в правиле количеству точек, назначаемых в агрегате. В окне «Точки правила агрегата» для подшипника будет доступна только одна строка для назначения точки контроля.

Применительно к диагностике дефектов подшипников качения в нижней части окна используется дополнительное окно, предназначенное для выбора марки установленного на агрегате подшипника качения. При этом, вновь создаваемая методика диагностики агрегата, по указанию пользователя, выберет из базы данных по подшипникам нужный и полученные подшипниковые частоты будет использовать в диагностике, например, по спектру огибающей вибросигнала.

База данных по наиболее широко используемым подшипникам качения поставляется в составе программного обеспечения прибора АТЛАНТ. Если информация по интересующему пользователя подшипнику в базе данных отсутствует, то пользователь имеет возможность ввести в базу данных информацию по этому подшипнику (см. диагностика подшипников качения).



Далее рассмотрим следующую графическую страницу, называемую при формировании новой методики диагностики «Параметры».

При помощи этой страницы пользователем определяются особенности определения первичных параметров диагностики. На первый взгляд проблемы, решаемые данной страницей, не кажутся важными, но это только на первый взгляд. От того, как точно будет определена частота и амплитуда первой гармоники любого семейства гармоник, очень сильно зависит достоверность получаемых при диагностике дефектов агрегата результатов. Мы рекомендуем нашим пользователям тщательно определить все первичные параметры диагностики, используя возможности данной страницы.

Функционально страница разбита на три зоны, в которых производится уточнение различных аспектов поиска и определения первичных параметров гармоник.

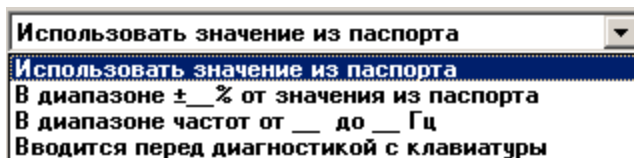
Это следующие особенности расчета:

- Количество и параметры первичных валов в агрегате.
- Диапазон поиска точной частоты первой (синхронной) гармоники.
- Первичные гармонические составляющие.

Рассмотрим их.

В первую очередь пользователь должен определиться, сколько разнооборотных валов имеется в диагностируемом агрегате. Еще раз напоминаем, что разнооборотными в нашей методике считаются такие валы, которые вращаются с различной частотой и не имеют механической связи между собой. Они могут иметь между собой газодинамическую связь, гидравлическую, электрическую и т. д., но не механическую. В большинстве контролируемых вибродиагностами агрегатов имеет место только один разнооборотный вал. Редуктор и ременная передача тоже являются агрегатами с одним разнооборотным валом, т. к. связь между валами является механической.

Далее пользователь должен определиться, каким образом он планирует в своей методике рассчитывать оборотную (первую гармонику) частоту вала (валов). Для этого при формировании методики используется окно следующего вида.



Можно выбирать точное паспортное значение (частоты оборотной гармоники) из диагностического паспорта, если оно там указано. Можно ввести дополнительный алгоритм уточнения, рассматривающий некоторый диапазон значений частот вблизи паспортного значения. Можно выбирать в качестве оборотной гармоники данного вала максимальную гармонику в заданном диапазоне частот. Можно пойти по самому простому пути - просто задавать необходимое значение оборотной частоты с клавиатуры непосредственно перед проведением диагностики агрегата.

Здесь же, чуть ниже, пользователь должен уточнить само понятие гармоники, пригодной для диагностики. Задается, в каком случае можно данный пик на спектре вибросигнала считать в диагностике

значимой гармоникой. В качестве опорной (базовой) точки для сравнения используется максимальное значение амплитуды в спектре (наибольшей гармоники). Гармоника считается значимой (диагностически), если она больше или равна выбранной процентной доли от максимальной гармоники спектра.

Далее пользователь должен определить «Диапазон поиска точной частоты гармоники». Это делается для того, чтобы когда в методике будет задана, например, пятая гармоника оборотной частоты, то программа должна знать допустимый разброс частот диапазона поиска. Необходимость этого обусловлена тем, что ширина спектральной линии достаточно часто составляет несколько процентов от оборотной частоты и на пятой гармонике, а тем более на десятой, погрешность определения частоты может составить несколько спектральных линий.

На странице приведены две формулы, одна для синхронных гармоник, частота которых связана с первичной гармоникой целым числом, и для несинхронных гармоник, частота которых не связана ( непосредственно ) с частотой вращения вала агрегата. Полученное по этим формулам значение показывает величину разброса, или границы диапазона, в котором следует вести поиск значимой гармоники. Центром диапазона поиска является точное расчетное значение частоты искомой гармоники.

Далее следует обратиться к окну «Первичные гармонические составляющие».

В этом окне выводятся те параметры диагностики, которые пользователь включил в диагностические правила, но однозначно их не определил.

Пример: В диагностическом правиле для насосов пользователем используется лопаточная гармоника, для определения которой нужно знать оборотную частоту ротора и количество лопаток на рабочем колесе насоса. Для удобства и общности правила пользователь в правиле может просто указать, что это лопаточная гармоника. Количество лопаток он будет должен определять в окне «первичные гармонические составляющие» при составлении методики диагностики.

Алгоритм работы пользователя при составлении методики диагностики выбран таким образом, что программа сама в выбранных диагностических правилах определит те параметры, которые заданы неоднозначно, и предложит определить их подробно и точно.

#### 4.3.3.2. Требования к исходным вибросигналам

Для проведения диагностики состояния агрегата к исходным вибросигналам предъявляются определенные требования, невыполнение которых может привести к очень грубым ошибкам. Для формирования этих требований используется специальная страница «Требования», приведенная ниже.

**Методика диагностики агрегата**

Наименование методики: **Диагностика небаланса**      Файл: **3080429** .mtd

Правила    Параметры    **Требования**

Минимально необходимые параметры сигналов для диагностики:  
Необходимо, чтобы  временной сигнал или  спектр имели параметры:

Макс. частота	>=	1000	Гц
Число линий	>=	200	
Шаг по частоте	<=	5,000	Гц

Синхронный или синхронизированный сигнал

Кроме того в диагностике предполагается использовать:

Спектр огибающей

Кепстр

Выводить заголовок в отчет       Выводить наименование методики в отчет

Запись    Загрузить    Тест    Закрыть    Справка

По своему выбору пользователь может формировать на этой странице требования или к временному сигналу, или к спектру вибросигнала. Для этого он должен выбрать интересующую его позицию в окне.

На рисунке показан пример формирования требований к спектру вибросигнала. При этом задается максимальная частота в спектре и, по выбору, количество линий в спектре или шаг по частоте. Все эти три параметра связаны между собой и эта связь поддерживается внутренними алгоритмами программы.

Если же пользователь предпочитает сформировать требования не к спектру, а к временному сигналу, поскольку регистрация и хранение временных сигналов более предпочтительно, то на экране появляется другое окно. В этом окне пользователь должен задать следующие значения – количество отсчетов в сигнале, шаг по времени и длина временной выборки в секундах. Как и в случае задания параметров спектра эти три параметра связаны между собой внутренним алгоритмом программы

Далее пользователь должен определиться, планирует ли он использовать в методике спектр огибающей вибросигнала и кепстр. Если да, то необходимо будет задать необходимые для расчета спектра огибающей параметры полосового фильтра.

#### 4.3.4. Диагностические правила в языке «Паллада»

Диагностическое правило в языке «Паллада» является алгоритмическим элементом диагностики технического состояния оборудования среднего уровня. Оно включает в себя несколько последовательно выполняемых логических или арифметических операций сравнения значений диагностических параметров или целых выражений. Именно по итогам работы различных диагностических правил «Паллада» принимается решение о наличии в агрегата дефекта того или иного вида.

Формируемые в языке «Паллада» диагностические правила носят общий или частный характер и могут быть использованы для диагностики агрегатов одного или нескольких типов. Это определяется непосредственно пользователем на начальном этапе составления диагностических правил.

Например. Пользователь создает правило одно диагностики небаланса, которое может использовать для диагностики в нескольких методиках, созданных им для агрегатов различных типов. Это правило общего характера. Если же будет написано правило диагностики небаланса в конкретном типе агрегата, если оно будет учитывать только его конструктивные особенности, то это правило носит частный характер.

Для одного и того же типа (вида) дефекта оборудования пользователь может создать несколько различающихся диагностических правил. Каждое из этих правил может быть предназначено для диагностики данного вида дефекта в различных типах агрегатов. Пользователь может создать несколько правил для диагностики одного дефекта в агрегате одного типа. Просто каждое правило будет учитывать разные аспекты проявления данного дефекта в данном агрегате, реализовывать различный подход к диагностике дефекта. Такой гибкий подход к диагностике значительно расширяет возможности пользователя в написании диагностических правил.

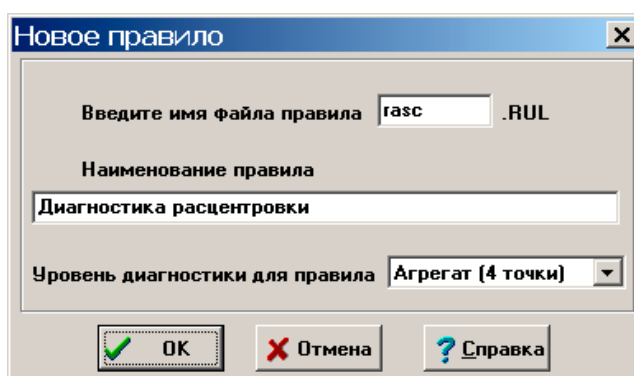
Дефект одного типа, например тот же небаланс, в конкретном агрегате пользователь может диагностировать, внутри одной диагностической методики, (это может даже проходить одновременно) при помощи нескольких диагностических правил, имеющих в памяти программы. Для реализации этого язык «Паллада» допускает включение в любую методику диагностики любого количества диагностических правил на один или несколько дефектов в одном типе агрегата.

##### 4.3.4.1. Создание нового диагностического правила

Для того, чтобы создать в программе «Паллада» новое диагностическое правило, необходимо открыть окно создания/редактирования Методики диагностики и нажать кнопку "Новое правило".

Далее пользователь должен ввести наименование формируемого диагностического правила. Это наименование диагностического правила будет использоваться в дальнейшем при формировании всех методик диагностики. Поэтому называть правило следует наиболее информативно, прямо указывая на диагностируемый дефект.

Наименование диагностического правила вводится при помощи специального окна с наименованием «Новое правило», имеющее вид, показанный ниже.



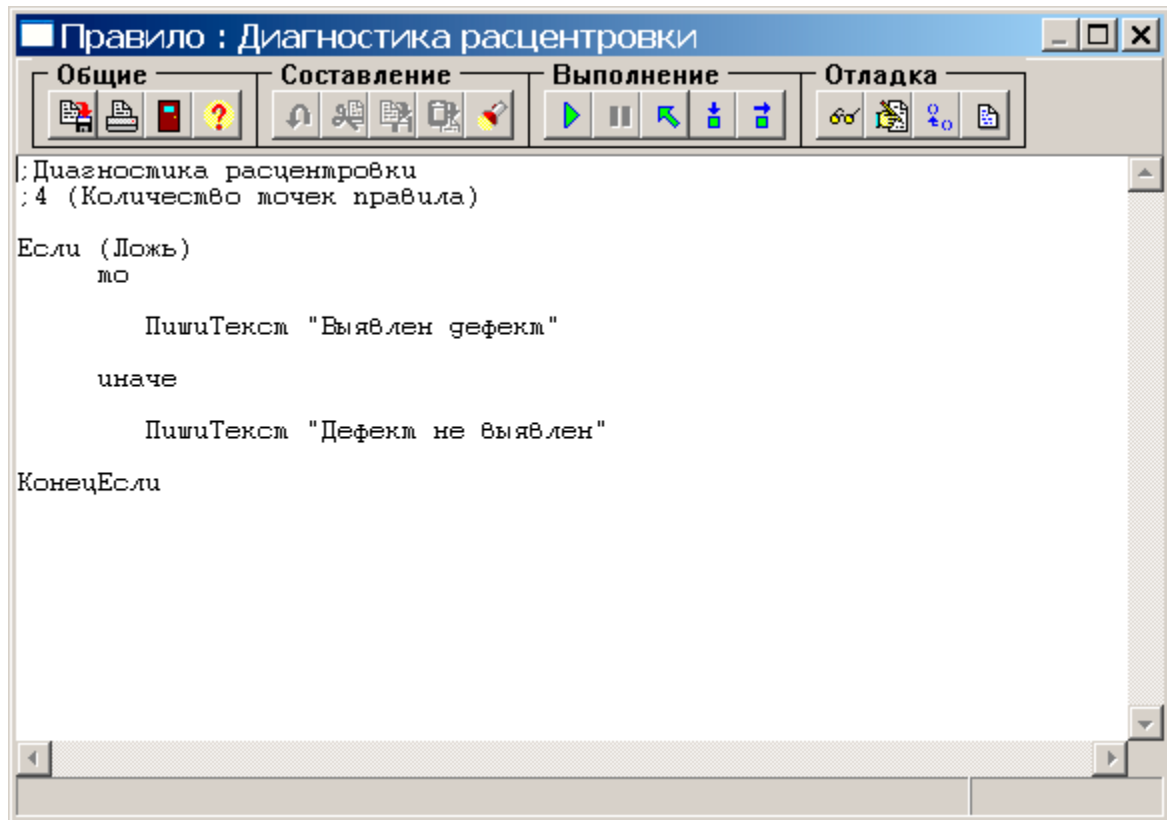
В окне ввода наименования правила пользователь должен заранее определить заданный уровень влияния диагностического правила, т. е. определить количество точек контроля вибрации, которое будет использоваться в правиле диагностики. Под уровнем диагностики здесь понимается то, на какой элемент агрегата (или на какую часть контролируемого агрегата) распространяется действие данного правила.

Если пользователем выбирается уровень «подшипник», то во вновь создаваемом правиле можно будет использовать параметры вибросигналов только с одного подшипника. Если пользователем будет выбран уровень «механизм», то новое правило может использовать в своих выражениях параметры вибросигналов с двух подшипников. Если пользователем будет выбран уровень «агрегат», то в правиле могут быть использованы вибросигналы с четырех подшипников одного агрегата.

Сделав этот очень важный выбор пользователь должен нажать на кнопку «ОК» и перейти непосредственно к работе с правилом.

Войдя в соответствующее окно с наименованием «Методика диагностики агрегата», в нем, в левой нижней части выбирается кнопка управления, имеющее такой вид и называемое «новое правило диагностики». При нажатии на эту кнопку на экране программы «раскрывается» специальное окно, предназначенное для проведения работ работы с диагностическими правилами. При помощи различных функций этого окна пользователем производится создание правил и проверки их работоспособности.

На экране появляется окно создания и корректирования диагностических правил, имеющее название «Правило». Вид этого окна приведен ниже.



В поле окна сразу же имеется логическая заготовка для формирования правила, при помощи которой создавать новое правило несколько удобнее.

В верхней части окна имеются четыре группы кнопок управления, при помощи которых ведется управление работой интерпретатора программы.

Группа «Общие». Включает в себя кнопки, при помощи которых производится управление файлами, в которых хранятся диагностические правила. Эти кнопки управления по своему назначению просты и в дополнительных комментариях не нуждаются.

- ◇ Сохранить – сохранение измененной версии файла правила.
- ◇ Печатать – печать на принтере текста правила.
- ◇ Выход – завершение работы с диагностическим правилом.
- ◇ Помощь.

Группа «Составление». При помощи кнопок данной группы производится составление и корректировка текста диагностического правила. При помощи кнопок группы производится копирование и перемещение фрагментов текста.

- Отменить – отменяет предыдущее действие по корректировке.
- Вырезать – удаляется выделенный фрагмент текста и сохраняется в буфере.
- Скопировать – копируется выделенный фрагмент текста в буфер.
- Вставить – вставляется вырезанный или скопированный фрагмент текста, хранящийся в буфере.
- Поиск – производится поиск при помощи специального окна, в котором пользователь указывает интересующее его слово.

Группа «Запуск». При помощи кнопок данной группы производится отладочный запуск диагностического правила.

Эта группа включает в себя кнопки:

- Старт – начало работы правила. По этой команде правило выполняется от начала до конца.
- Пауза – остановка работы правила.

- Сброс / сначала – возврат на начало правила. После нажатия на эту кнопку можно начать выполнение правила сначала.
- Шаг – выполнение всех операций в одной строке правила.
- Маленький шаг – выполнение одной отдельной операции.

Группа «Отладка». При помощи кнопок данной группы производится контроль значений диагностических переменных и констант в процессе работы правила.

Включает в себя:

- Просмотр значений. В дополнительном пользователе назначает параметры диагностики, значение которых он хочет проконтролировать в процессе выполнения правила. Особенно это удобно при пошаговом выполнении правила.
- Исправить переменную. При пошаговом выполнении правила пользователь имеет возможность, просмотрев значения переменных, задать им другие значения.
- Стек. При пошаговом выполнении правила в окне «Стек» можно просмотреть вычисленные значения выражений, имеющихся в правиле.
- Вывод. Вывод текстовой справки по итогам работы правила.

#### 4.3.4.2. Подпрограмма – конструктор наименований диагностических параметров

При формировании и корректировке диагностических правил очень важно корректно и точно описать каждый диагностический параметр. Чем меньше при этом будет сделано пользователем ошибок, тем быстрее и точнее будет работать правило, тем выше будет эффективность работы методики диагностики.

Для ускорения ввода диагностических параметров правил предусмотрено использование специального окна с наименованием «Гармоники». В этом окне приведены в виде «конструктора» все возможные сочетания параметров.

Оно появляется, если по правой кнопке мыши выбрать "Вставить параметр".

Окно формирования параметров диагностики «Гармоники», показанное выше, состоит из одиннадцати столбцов выбора составляющих параметра, окна вывода контрольного обозначения выбранного диагностического параметра и текстового окна вывода пояснения выбранного параметра.

Каждый столбец выбора в окне «Гармоники» описывает одну из возможных составляющих параметра.

Столбец 1, называется «Параметр диагностики». При его помощи можно выбирать значения диагностического параметра: амплитуда, частота, фаза, мощность сигнала, мощность в полосе, среднеквадратичное значение - СКЗ, боковая гармоника, боковая гармоника слева, боковая гармоника справа.

Столбец 2, называется «Номер гармоники». В этом столбце можно выбрать любую синхронную гармонику с номером до 10.

Столбец 3, называется «Первая гармоника семейства». В этом столбце можно выбрать любую первую гармонику семейства. Доступны: оборотная, масляная, скольжения, лопаточная, шестеренная, электромагнитная, подшипниковая внутренней обоймы, подшипниковая тел качения, подшипниковая наружной обоймы, подшипниковая сепаратора.

Столбец 4, называется «Первичный вал». В этом столбце выбирается, от какого первичного разнооборотного вала должен быть определен данный диагностический параметр в правиле.

Столбцы 5, 6 и 7 «Номер гармоники», «Первая гармоника семейства» и «Первичный вал». Они повторяют столбцы 2, 3 и 4. Используются в тех параметрах диагностики, в которых указываются двойные аргументы, например, при использовании в диагностике боковых гармоник или мощности в полосе.

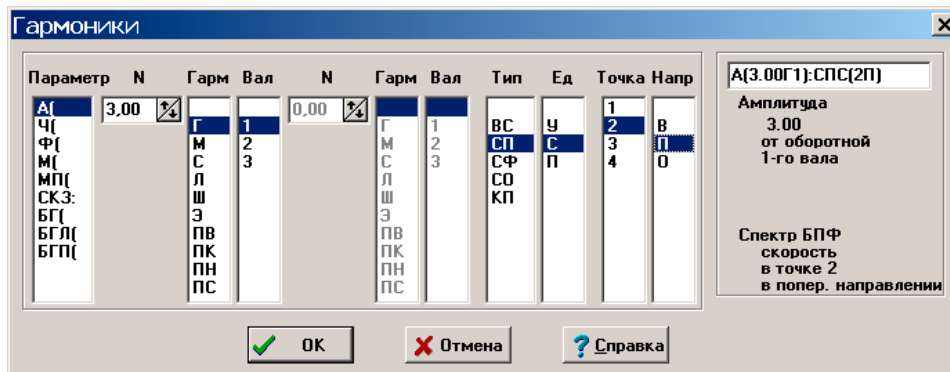
Столбец 8, называется «Тип выполняемого преобразования вибросигнала». В этом столбце можно выбрать следующие возможные преобразования вибросигнала: спектр, определяемый при помощи БПФ, спектр, определяемый по интегралу Фурье, спектр огибающей вибросигнала, кепстр.

Столбец 9, называется «Размерность или представление вибросигнала». В этом столбце можно выбрать любое из стандартных представлений вибросигнала - виброускорение, виброскорость или виброперемещение.

Столбец 10, «Условная точка контроля вибрации на агрегате». В этом столбце можно выбирать из четырех точек (уровень диагностики агрегат), из двух точек (уровень диагностики механизм). При уровне диагностики «подшипник» в этом столбце будет только одна точка.

Столбец 11, «Направление проекции регистрации вибросигнала». В этом столбце пользователь может выбрать вибросигнал вертикального направления регистрации, поперечного или осевого.





В правой части окна, вверху, находится окно, показывающее текущее обозначение выбранного пользователем параметра диагностики. При любом изменении выбора перемещением курсора в столбцах происходит изменение и в этом окне. Чуть ниже идет текстовое описание выбранного параметра диагностики. В нем приводится полное название выбранного параметра диагностики.

Выбранное значение диагностического параметра, при нажатии на кнопку управления «OK», будет внесено в основной текст диагностического правила в то место, где стоял указатель мышки перед входом в окно «Гармоники».

#### 4.3.4.3. Корректировка диагностического правила

Корректировка диагностического правила производится пользователем, по мере возникающей необходимости, с использованием всех стандартных функций окна с наименованием «Правило». Войти в это окно можно из окна базы данных на экране компьютера, выбрав активную функцию с наименованием «Корректировка методики диагностики» Активная строка, перемещаемая указателем мышки, при этом должна находиться в директории агрегата на наименовании корректируемой методики. Методика может быть выбрана любая.

В правило можно вносить практические любые изменения, менять операторы, параметры переменные и т. д.

Сделав все необходимые изменения в тексте диагностического правила пользователь имеет возможность записать их в память программы АТЛАНТ при помощи кнопки «Сохранить».



## 4.4. Примеры диагностических правил

### 4.4.1. Проблемы агрегатного объединения механизмов

В этом разделе приведены примеры диагностических правил, которые относятся к диагностике дефектов в нескольких механизмах или связаны с особенностями агрегатирования механизмов. Все диагностические правила написаны сотрудниками фирмы «Вибро-Центр» и могут быть непосредственно использованы пользователями для составления своих диагностических методов. Второе назначение приведенных правил – использование их в качестве шаблонов, модернизируя которые пользователь напишет свои правила, в которых использует свои наработки.

#### 4.4.1.1. Диагностика расцентровки по спектрам вибросигналов

Пример диагностического правила для диагностики расцентровки двух механизмов, базирующегося на контроле спектров вибрации в двух точках рядом с муфтой.

Текст диагностического правила	Комментарий
<p>;Расцентровка по спектрам                      ;2 (Количество точек правила)                      ;В правило передаются 2 точки для диагностики                      ;1 - вторая точка механизма слева (точка слева муфты)                      ;2 - первая точка механизма справа (точка справа муфты)                      ;Правило требует синхронно зарегистрированных сигналов                      ; НормаСКЗ – переменная, равная норме СКЗ в мм/с во всех точках.                      ; Если перед переменной НормаСКЗ поставить ';' НормаСКЗ можно ввести в методике                      НормаСКЗ:=7.1                      ;Проверка на уровень вибрации механизма                      Переменная1:=Макс(2Г:1В,2Г:1П)/НормаСКЗ                      Переменная2:=Макс(2Г:2В,2Г:2П)/НормаСКЗ                      ; Переменная3 – переменная, равная максимальному отношению                      ; значения второй оборотной к норме СКЗ                      Переменная3:=Макс(Переменная1,Переменная2)                      ; Диагностируем расцентровку если значения второй оборотной к норме СКЗ &gt; 40%                      Если (Переменная3 &gt;= 0.4)                      То                      ; Разность фаз вторых гармоник в вертикальном направлении в точках 1 и 2                      РазностьФаз1:=Ф(2Г):1В-Ф(2Г):2В                      ; Абсолютное значение разности фаз                      РазностьФаз1:=ABS(РазностьФаз1)                      Если (РазностьФаз1&gt;180)                      То                      РазностьФаз1:=360-РазностьФаз1                      КонецЕсли                      Если (2Г:1В &gt;= 0.4*НормаСКЗ) и                      (2Г:1В &gt;= 0.6*Г:1В) и                      (2Г:2В &gt;= 0.4*НормаСКЗ) и                      (2Г:2В &gt;= 0.6*Г:1В) и                      (РазностьФаз1 &gt; 120)                      то ВертикальнаяРасцентровка:=истина                      иначе ВертикальнаяРасцентровка:=ложь                      КонецЕсли                      ; Разность фаз вторых гармоник в горизонтальном направлении в точках 1 и 2                      РазностьФаз2:=ABS(Ф(2Г):1П-Ф(2Г):2П)                      ; Абсолютное значение разности фаз                      РазностьФаз2:=ABS(РазностьФаз2)                      Если (РазностьФаз2&gt;180)                      То                      РазностьФаз2:=360-РазностьФаз2                      КонецЕсли                      Если (2Г:1П &gt;= 0.4*НормаСКЗ) и</p>	<p>Общее описание правила.                       Задание значения нормы на СКЗ виброскорости.                       Определение промежуточных переменных.                       Проверка величины максимальной вибрации в точках рядом с муфтой.                       Проверка фазового сдвига гармоник с двух сторон муфты в вертикальном направлении.                       Определение вероятности наличия расцентровки в вертикальном направлении.                       Аналогичные проверки в поперечном направлении.</p>

<p>(<math>2Г:1П \geq 0.6*Г:1В</math>) и  (<math>2Г:2П \geq 0.4*НормаСКЗ</math>) и  (<math>2Г:2П \geq 0.6*Г:1П</math>) и  (РазностьФаз2 &gt; 120)  то ГоризонтальнаяРасцентровка:=истина  иначе ГоризонтальнаяРасцентровка:=ложь  КонецЕсли  Если (ВертикальнаяРасцентровка) или  (ГоризонтальнаяРасцентровка)  То  Правило:=истина  ПишиТекст "В муфте между точками "  Пиши Точка1  ПишиТекст " - "  Пиши Точка2  Если (ВертикальнаяРасцентровка)  То  ПишиТекст " расцентровка в вертикальном  направлении"  Иначе  ПишиТекст " расцентровка в горизонтальном  направлении"  КонецЕсли  ;Анализ третьей гармоники для определения излома оси  Если (ВертикальнаяРасцентровка) и  (<math>3Г:1В &gt; 2Г:1В*0.4</math>) и  (<math>3Г:2В &gt; 2Г:2В*0.4</math>)  то  ПишиТекст " с изломом оси в муфте."  КонецЕсли  Если (ГоризонтальнаяРасцентровка) и  (<math>3Г:1П &gt; 2Г:1П*0.4</math>) и  (<math>3Г:2П &gt; 2Г:2П*0.4</math>)  то  ПишиТекст " с изломом оси в муфте."  КонецЕсли  ПишиТекст "."  НоваяСтрока  СреднееЗначе  ние2гарм:=(<math>2Г:1В+2Г:1П+2Г:2В+2Г:2П</math>)/4/НормаСКЗ  Если (СреднееЗначение2гарм &lt; 0.7)  То  ПишиТекст "Влияние расцентровки  незначительно."  Иначе  Если (СреднееЗначение2гарм <math>\geq</math> 0.7) и  (СреднееЗначение2гарм <math>\leq</math> 1)  то  ПишиТекст "Влияние расцентровки  существенно."  НоваяСтрока  ПишиТекст "Выполнение ремонтных работ  необходимо."  НоваяСтрока  Иначе  Если (СреднееЗначение2гарм &gt; 1)  То  ПишиТекст "Расцентровка велика  и отрицательно сказывается на  состоянии агрегата."  НоваяСтрока  ПишиТекст "Выполнение ремонтных</p>	<p>Диагностика горизонтальной расцентровки.</p> <p>Проверка на наличие излома оси в муфте.</p> <p>Проверка степени влияния расцентровки на вибрационное состояние агрегата.</p>
--	---

<p style="text-align: center;">работ обязательно."</p> <p style="text-align: center;">НоваяСтрока КонецЕсли КонецЕсли КонецЕсли КонецЕсли КонецЕсли Если (Правило=ложь) То     ПишиТекст "Признаков расцентровки по спектрам         вибросигналов в муфте "     Пиши Точка1     ПишиТекст " - "     Пиши Точка2     ПишиТекст " не обнаружено."     НоваяСтрока КонецЕсли</p>	<p style="text-align: center;">Выход из правила в том случае, когда признаков расцентровки по спектрам обнаружить не удалось.</p>
--	---

4.4.1.2. Диагностика расцентровки по СКЗ виброскорости

Это более простое диагностическое правило, которое учитывает только значения СКЗ виброскорости. Недостатком правила является необходимость контроля вибрации в четырех точках агрегата, но, поскольку измерять СКЗ проще, это не вызывает у пользователей больших сложностей. Данное правило имеет высокую практическую эффективность.

Текст диагностического правила	Комментарий
<p>;Расцентровка по СКЗ ;4 (Количество точек правила) ;В правило передаются 4 точки для диагностики ;1 - первая точка механизма слева ;2 - вторая точка механизма слева (точка слева возле муфты) ;3 - первая точка механизма справа (точка справа возле муфты) ;4 - вторая точка механизма справа ; НормаСКЗ – переменная, равная норме СКЗ в мм/с во всех точках НормаСКЗ:=7.1 ;Проверка на уровень вибрации механизма Переменная1:=Макс(СКЗ:1В,СКЗ:1П)/НормаСКЗ Переменная2:=Макс(СКЗ:2В,СКЗ:2П)/НормаСКЗ Переменная3:=Макс(СКЗ:3В,СКЗ:3П)/НормаСКЗ Переменная4:=Макс(СКЗ:4В,СКЗ:4П)/НормаСКЗ ; Переменная5 – переменная, равная макс. отношению ; значения второй оборотной к норме СКЗ Переменная5:= (Переменная1+Переменная2+Переменная3+Переменная4)/4 ; Диагностируем расцентровку если значения второй оборотной к норме СКЗ &gt; 40% Если (Переменная5 &gt;= 0.4) То ; К1 – переменная, равная отношению СКЗ в вертикальной     проекции ; к СКЗ в горизонтальной(поперечной) проекции в точке 1     К1:=СКЗ:1В/СКЗ:1П Если (К1 &lt;= 1) и (К1 &gt;= 0.7) то     К1:=0 Иначе     Если (К1 &gt; 1)         то К1:=1     КонецЕсли     Если (К1 &lt; 0.7)         то К1:=-1     КонецЕсли КонецЕсли</p>	<p>Начальное описание правила.</p> <p style="text-align: center;">Задается норма на величину СКЗ виброскорости. Для каждой точки контроля вибрации определяется максимальный относительный уровень вибрации.</p> <p style="text-align: center;">Начало работы правила.</p> <p style="text-align: center;">Анализ вибраций в вертикальном и поперечном направлениях в точке 1.</p>

<p>; K2 – переменная, равная отношению СКЗ в вертикальной проекции</p> <p>; к СКЗ в горизонтальной(поперечной) проекции в точке 2  <math>K2:=СКЗ:2В/СКЗ:2П</math>  Если <math>(K2 \leq 1)</math> и <math>(K2 \geq 0.7)</math>  то  <math>K2:=0</math>  Иначе  Если <math>(K2 &gt; 1)</math>  то <math>K2:=1</math>  КонецЕсли  Если <math>(K2 &lt; 0.7)</math>  то <math>K2:=-1</math>  КонецЕсли  КонецЕсли</p> <p>; K3 – переменная, равная отношению СКЗ в вертикальной проекции</p> <p>; к СКЗ в горизонтальной(поперечной) проекции в точке 3  <math>K3:=СКЗ:3В/СКЗ:3П</math>  Если <math>(K3 \leq 1)</math> и <math>(K3 \geq 0.7)</math>  то  <math>K3:=0</math>  Иначе  Если <math>(K3 &gt; 1)</math>  то <math>K3:=1</math>  КонецЕсли  Если <math>(K3 &lt; 0.7)</math>  то <math>K3:=-1</math>  КонецЕсли  КонецЕсли</p> <p>; K4 – переменная, равная отношению СКЗ в вертикальной проекции</p> <p>; к СКЗ в горизонтальной(поперечной) проекции в точке 4  <math>K4:=СКЗ:4В/СКЗ:4П</math>  Если <math>(K4 \leq 1)</math> и <math>(K4 \geq 0.7)</math>  то  <math>K4:=0</math>  Иначе  Если <math>(K4 &gt; 1)</math>  то <math>K4:=1</math>  КонецЕсли  Если <math>(K4 &lt; 0.7)</math>  то <math>K4:=-1</math>  КонецЕсли  КонецЕсли</p> <p>Переменная1:=K2+K3  Переменная2:=K1+K4  Если <math>(Переменная1 = 2)</math> и <math>(Переменная2 \geq 1)</math>  то ВертикальнаяРасцентровка:=истина  иначе ВертикальнаяРасцентровка:=ложь  КонецЕсли  Если <math>(Переменная1 = -2)</math> и <math>(Переменная2 \leq -1)</math>  то ГоризонтальнаяРасцентровка:=истина  иначе ГоризонтальнаяРасцентровка:=ложь  КонецЕсли  Если <math>(ВертикальнаяРасцентровка)</math> или  <math>(ГоризонтальнаяРасцентровка)</math>  То  Правило:=истина  ПишиТекст "В муфте между точками "  Пиши Точка2  ПишиТекст " - "</p>	<p>Анализ вибраций в вертикальном и поперечном направлениях в точке 2.</p> <p>Анализ вибраций в вертикальном и поперечном направлениях в точке 3.</p> <p>Анализ вибраций в вертикальном и поперечном направлениях в точке 4.</p> <p>Совместный анализ соотношения вертикальной и поперечной вибраций во всех точках агрегата.</p> <p>Формирование отчетной справки о наличии расцентровки.</p>
--	--

<p>Пиши Точка3                  Если (ВертикальнаяРасцентровка)                  То                  ПишиТекст " расцентровка в вертикальном направлении"                  Иначе                  ПишиТекст " расцентровка в горизонтальном направлении"                  КонецЕсли                  ;Анализ осевой составляющей для определения излома оси                  Переменная1:=СКЗ:1В+СКЗ:2В+СКЗ:3В+СКЗ:4В                  Переменная2:=СКЗ:1П+СКЗ:2П+СКЗ:3П+СКЗ:4П                  Переменная3:=СКЗ:1О+СКЗ:2О+СКЗ:3О+СКЗ:4О                  Если (Переменная3 &gt;= (Переменная1+Переменная2)/2*0.7)                  То                  ПишиТекст " с изломом оси в муфте."                  Иначе                  ПишиТекст ". "                  КонецЕсли                  НоваяСтрока                  КонецЕсли                  КонецЕсли                  Если не Правило                  То                  ПишиТекст "Признаков расцентровки по СКЗ в муфте "                  Пиши Точка2                  ПишиТекст " - "                  Пиши Точка3                  ПишиТекст " не обнаружено."                  НоваяСтрока                  КонецЕсли</p>	<p>Контроль вибрации на наличие в муфте излома вала.</p>
--	--

4.4.1.3. Проблемы жестких муфт

Далее идут четыре диагностических правила, в которых производится диагностика качества монтажа и технического состояния муфт различной конструкции.

В первую очередь рассмотрим диагностику состояния жесткой муфты, когда валы «жестко» соединяются в одно целое. Такие муфты применяются в крупных агрегатах. Алгоритмы и особенности диагностики жестких муфт в той или иной степени участвуют в диагностике муфт других типов.

Текст диагностического правила	Комментарий
<p>;Контроль жесткой муфты                  ;4 (Количество точек правила)                  ;В правило передаются 4 точки для диагностики                  ;1 - первая точка механизма слева                  ;2 - вторая точка механизма слева (точка слева возле муфты)                  ;3 - первая точка механизма справа (точка справа возле муфты)                  ;4 - вторая точка механизма справа                  ;Правило требует синхронно зарегистрированных сигналов                  ; НормаСКЗ – переменная, равная норме СКЗ в мм/с во всех точках                  НормаСКЗ:=7.1                  ;Проверка на уровень вибрации механизма                  Переменная1:=Макс(Г:1В,Г:1П)/НормаСКЗ                  Переменная2:=Макс(Г:2В,Г:2П)/НормаСКЗ                  Переменная3:=Макс(Г:3В,Г:3П)/НормаСКЗ                  Переменная4:=Макс(Г:4В,Г:4П)/НормаСКЗ                  Если (Переменная2 &gt;= 0.6) и                  (Переменная3 &gt;= 0.6) и                  (Переменная1 &gt;= 0.5) и                  (Переменная4 &gt;= 0.5)                  то                  ;Проверка на "Маятник" в В                  СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)/2;</p>	<p>Начальные описания параметров правила.                   Задание нормы на СКЗ виброскорости в агрегате.                  Контроль относительного уровня вибрации в агрегате.</p>

<p>Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180) То СреднееЗначениеФазы14:=360- СреднееЗначениеФазы14 КонецЕсли СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)/2; Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180) То СреднееЗначениеФазы23:=360- СреднееЗначениеФазы23 КонецЕсли Если (( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)&gt;300 ) ) и (( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)&gt;300 ) ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 ) То Правило:=истина ПишиТекст "В жесткой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа 'Маятник'." НоваяСтрока КонецЕсли ;Проверка на "Маятник" в П СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)/2; Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180) То СреднееЗначениеФазы14:=360- СреднееЗначениеФазы14 КонецЕсли СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)/2; Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180) То СреднееЗначениеФазы23:=360- СреднееЗначениеФазы23 КонецЕсли Если (( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)&gt;300 ) ) и (( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)&gt;300 ) ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 ) То Правило:=истина ПишиТекст "В жесткой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа 'Маятник'." НоваяСтрока КонецЕсли ;Проверка на "Колено" в В СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)/2;</p>	<p>Проверка вибрационных параметров на соответствие дефекту типа «маятник». Сравнение проводится по фазам первых гармоник в разных точках агрегата.</p> <p>Должны быть попарно одинаковыми фазы гармоник в точках 1 – 4 и 2 – 3. Между собой эти пары должны отличаться на 180 градусов.</p> <p>Формирование сообщения в справку.</p> <p>Аналогичная проверка проводится в поперечном направлении, может «маятник» проявится здесь.</p> <p>Проверка на наличие дефекта типа «колено».</p> <p>«Колено» проявляется в том, что фазы по точкам чередуются через 180 градусов.</p>
---	--

<p>Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То              СреднееЗначениеФазы14:=360-              СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То              СреднееЗначениеФазы23:=360-              СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&gt;300 ) ) и          (( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&gt;300 ) ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-              СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-              СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То              Правило:=истина              ПишиТекст "В жесткой муфте "              Пиши Точка2              ПишиТекст " - "              Пиши Точка3              ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа              'Колено' в вертикальном направлении."              НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Проверка на "Колено" в П          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То              СреднееЗначениеФазы14:=360-              СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То              СреднееЗначениеФазы23:=360-              СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&gt;300 ) ) и          (( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&gt;300 ) ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-              СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-              СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То              Правило:=истина              ПишиТекст "В жесткой муфте "              Пиши Точка2              ПишиТекст " - "              Пиши Точка3              ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа              'Колено' в поперечном направлении."              НоваяСтрока          КонецЕсли          КонецЕсли          Если (Правило=ложь)          То</p>	<p>Формирование сообщения в справку.</p> <p>Сообщение об отсутствии дефектов в жесткой муфте.</p>
--	---

ПишиТекст "Признаков дефектов в жесткой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " не обнаружено." НоваяСтрока КонецЕсли	
---	--

#### 4.4.1.4. Проблемы монтажа линзовых муфт

Линзовая муфта по своим свойствам занимает промежуточное положение между жесткими муфтами и муфтами, имеющими «люфт». Обычно линзовая муфта представляет собой гибкую мембрану, внешне напоминающую элемент барометрической коробки. Соединяемые валы фиксируются на плоских поверхностях элемента. Линзовая муфта допускает некоторое смещение валов относительно друг друга. Усилие в муфте пропорционально смещению центрируемых валов.

Текст диагностического правила	Комментарий
;Контроль линзовой муфты ;4 (Количество точек правила) ;В правило передаются 4 точки для диагностики ;1 - первая точка механизма слева ;2 - вторая точка слева (точка слева возле муфты) ;3 - первая точка справа (точка справа возле муфты) ;4 - вторая точка механизма справа ;Требуется синхронно зарегистрированных сигналов ; НормаСКЗ – норма СКЗ в мм/с во всех точках НормаСКЗ:=7.1 ;Проверка на уровень вибрации механизма Переменная1:=Макс(Г:1В,Г:1П)/НормаСКЗ Переменная2:=Макс(Г:2В,Г:2П)/НормаСКЗ Переменная3:=Макс(Г:3В,Г:3П)/НормаСКЗ Переменная4:=Макс(Г:4В,Г:4П)/НормаСКЗ Если (Переменная2 >= 0.5) и (Переменная3 >= 0.5) и (Переменная1 >= 0.4) и (Переменная4 >= 0.4) то ;Проверка на "Маятник" в В СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)/2; Если (СреднееЗначениеФазы14>180) То СреднееЗначениеФазы14:=360- СреднееЗначениеФазы14 КонецЕсли СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)/2; Если (СреднееЗначениеФазы23>180) То СреднееЗначениеФазы23:=360- СреднееЗначениеФазы23 КонецЕсли Если (( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)<60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)>300 ) ) и (( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)<60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)>300 ) ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14- СреднееЗначениеФазы23)>150 ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14- СреднееЗначениеФазы23)<30 ) То Правило:=истина ПишиТекст "В жесткой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3	Общие описания правила.  Задание нормы на СКЗ виброскорости в четырех точках агрегата. Если амплитуда первой гармоники во всех четырех точках агрегата превышает 40 – 50 % от нормы на СКЗ, то правило работает на диагностику.  Проверка на маятник, т. е. на неправильный монтаж полумуфт в вертикальных проекциях вибрации.  Формирование сообщения в справку о наличии признаков маятника в вертикальных проекциях вибросигналов.



<p>ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа 'Маятник' в вертикальном направлении."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Проверка на "Маятник" в П          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы14:=360-          СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы23:=360-          СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)&gt;300 ) ) и (( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)&gt;300 ) ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То          Правило:=истина          ПишиТекст "В жесткой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа 'Маятник' в поперечном направлении."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Проверка на "Колено" в В          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы14:=360-          СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы23:=360-          СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&gt;300 ) ) и (( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&gt;300 ) ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То          Правило:=истина          ПишиТекст "В линзовой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа</p>	<p>Проверка на маятник в поперечных вибрациях.</p> <p>Формирование сообщения в справку.</p> <p>Проверка на колено в вертикальных вибрациях.</p> <p>Проверка на колено в поперечных вибрациях.</p>
---	---

<p>'Колено' в вертикальном направлении."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Проверка на "Колено" в П          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы14:=360-          СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы23:=360-          СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&gt;300 ) ) и          (( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&lt;60 ) или ( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&gt;300 ) ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То          Правило:=истина          ПишиТекст "В линзовой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа          'Колено' в поперечном направлении."          НоваяСтрока          КонецЕсли          КонецЕсли          Если (Правило=ложь)          То          ПишиТекст "Признаков дефектов в линзовой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " не обнаружено."          НоваяСтрока          КонецЕсли</p>	<p>Формирование сообщения о том, что дефектов монтажа линзовой муфты не обнаружено.</p>
---	---

#### 4.4.1.5. Проблемы зубчатых (зубцовых) муфт

В данном диагностическом правиле идет проверка состояния муфты, имеющей две зубчатые полумуфты и соединяющий элемент. Диагностика проводит проверку на наличие следующих дефектов:

1. износ элементов муфты;
2. увеличенные зазоры в зубчатых соединениях;
3. дефекты монтажа полумуфт.

Текст диагностического правила	Комментарий
<p>;Контроль зубчатой муфты            ;4 (Количество точек правила)            ;В правило передаются 4 точки для диагностики            ;1 - первая точка механизма слева            ;2 - вторая точка слева (точка слева возле муфты)            ;3 - первая точка справа (точка справа возле муфты)            ;4 - вторая точка механизма справа            ;Требует синхронно зарегистрированных сигналов            ; НормаСКЗ – норма СКЗ в мм/с во всех точках            НормаСКЗ:=7.1</p>	<p>Общие описание правила и требований к регистрации вибросигналов.             Задание нормы на вибрацию.</p>

<p>;Проверка на уровень вибрации механизма          Переменная1:=Макс(Г:2В,Г:2П)/НормаСКЗ          Переменная2:=Макс(Г:3В,Г:3П)/НормаСКЗ          Если (Переменная1 &gt;= 0.6) и          (Переменная2 &gt;= 0.6)          то          ;Проверка на "Колено" в В          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):4В)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы14:=360-          СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):3В)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы23:=360-          СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&lt;60 ) или          ( ABS(Ф(1Г):1В-Ф(1Г):3В)&gt;300 ) ) и          (( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&lt;60 ) или          ( ABS(Ф(1Г):2В-Ф(1Г):4В)&gt;300 ) ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То          Правило:=истина          ПишиТекст "В зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " возможен дефект монтажа типа          'Колено' в вертикальном направлении."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Проверка на "Колено" в П          СреднееЗначениеФазы14:=ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):4П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы14&gt;180)          то          СреднееЗначениеФазы14:=360-          СреднееЗначениеФазы14          КонецЕсли          СреднееЗначениеФазы23:=ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):3П)/2;          Если (СреднееЗначениеФазы23&gt;180)          То          СреднееЗначениеФазы23:=360-          СреднееЗначениеФазы23          КонецЕсли          Если (( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&lt;60 ) или          ( ABS(Ф(1Г):1П-Ф(1Г):3П)&gt;300 ) ) и          (( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&lt;60 ) или          ( ABS(Ф(1Г):2П-Ф(1Г):4П)&gt;300 ) ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&gt;150 ) и          ( ABS(СреднееЗначениеФазы14-          СреднееЗначениеФазы23)&lt;30 )          То          Правило:=истина          ПишиТекст "В зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "</p>	<p>Проверка на величину          первых гармоник в          вибросигналах вблизи муфты.          Правило начинает          работать только тогда, когда          амплитуды первых гармоник          превышают 60 % от нормы на          СКЗ виброскорости.          Проверка на колено в          вертикальных вибрациях.</p> <p>Проверка на колено в          поперечных вибрациях.</p> <p>Контроль величины</p>
---	---

<p>Пиши Точка3  ПишиТекст "возможен дефект монтажа типа 'Колено' в поперечном направлении."  НоваяСтрока  КонецЕсли  ;Увеличенные зазоры в муфте в В  КоличествоСинхронныхГармоник1:=0  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2  Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10  Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2В &gt;  НормаСКЗ*0.2 )  то КоличествоСинхронныхГармоник1:=  КоличествоСинхронныхГармоник1+1  КонецЕсли  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=  ТекущаяСинхроннаяГармоника+1  КонецПока  КоличествоСинхронныхГармоник2:=0  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2  Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10  Если (ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:3В &gt;  НормаСКЗ*0.2 )  то КоличествоСинхронныхГармоник2:=  КоличествоСинхронныхГармоник2+1  КонецЕсли  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=  ТекущаяСинхроннаяГармоника+1  КонецПока  Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &gt;= 4 ) и  (КоличествоСинхронныхГармоник2 &gt;= 4 )  то  Правило:=истина  ПишиТекст "В зубчатой муфте "  Пиши Точка2  ПишиТекст " - "  Пиши Точка3  ПишиТекст " увеличенные зазоры в вертикальной  проекции."  НоваяСтрока  КонецЕсли  ;Увеличенные зазоры в муфте в П  КоличествоСинхронныхГармоник1:=0  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2  Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10  Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2П &gt;  НормаСКЗ*0.2 )  то КоличествоСинхронныхГармоник1:=  КоличествоСинхронныхГармоник1+1  КонецЕсли  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=  ТекущаяСинхроннаяГармоника+1  КонецПока  КоличествоСинхронныхГармоник2:=0  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2  Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10  Если (ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:3П &gt;  НормаСКЗ*0.2 )  то КоличествоСинхронныхГармоник2:=  КоличествоСинхронныхГармоник2+1  КонецЕсли  ТекущаяСинхроннаяГармоника:=  ТекущаяСинхроннаяГармоника+1</p>	<p>зазоров по вибросигналам в вертикальном направлении.</p> <p>Проверка на увеличенные зазоры по вибросигналам в поперечном направлении.</p>
---	--

<p>КонецПока          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 <math>\geq 4</math>) и          (КоличествоСинхронныхГармоник2 <math>\geq 4</math>)          то          Правило:=истина          ПишиТекст "В зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " увеличенные зазоры в вертикальной          проекции."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Износ или дефекты элементов муфты в В          КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=9          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника <math>\leq 25</math>          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2В &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник1:=          КоличествоСинхронныхГармоник1+1          иначе          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &lt;3 )          То КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          КонецЕсли          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=9          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника <math>\leq 25</math>          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:3В &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник2:=          КоличествоСинхронныхГармоник2+1          иначе          Если (КоличествоСинхронныхГармоник2 &lt;3 )          То КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          КонецЕсли          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 <math>\geq 3</math>) и          (КоличествоСинхронныхГармоник2 <math>\geq 3</math>)          то          Правило:=истина          ПишиТекст "В зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " износ или дефекты элементов муфты          в вертикальной проекции."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Износ или дефекты элементов муфты в П          КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=9          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника <math>\leq 25</math>          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2П &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник1:=</p>	<p>Поиск дефектных          элементов (зубцов) по          сигналам в вертикальном          направлении.</p> <p>Поиск дефектов          элементов муфты по          выбросигналам в поперечном          направлении.</p>
---	--

<p>КоличествоСинхронныхГармоник1+1          иначе          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &lt;3 )          то КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          КонецЕсли          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=9          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 25          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:3П &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник2:=          КоличествоСинхронныхГармоник2+1          иначе          Если (КоличествоСинхронныхГармоник2 &lt;3 )          То КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          КонецЕсли          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &gt;= 3 ) и          (КоличествоСинхронныхГармоник2 &gt;= 3 )          то          Правило:=истина          ПишиТекст "В зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " износ или дефекты элементов муфты          в поперечной проекции."          НоваяСтрока          КонецЕсли          КонецЕсли          Если (Правило=ложь)          То          ПишиТекст "Признаков дефектов в зубчатой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " не обнаружено."          НоваяСтрока          КонецЕсли</p>	<p>Формирование          сообщения о хорошем          состоянии муфты.</p>
---	--

#### 4.4.1.6. Проблемы пальцевых муфт

В данном диагностическом правиле идет проверка состояния муфты с «пальцевым» соединением полумуфт на следующие дефекты:

1. износ элементов муфты;
2. дефекты соединительных пальцев.

Муфты такого типа имеют некоторый «свободный ход». Конструктивно имеют очень много разновидностей.

Текст диагностического правила	Комментарий
<p>;Контроль пальцевой муфты            ;4 (Количество точек правила)            ;В правило передаются 4 точки для диагностики            ;1 – первая точка механизма слева            ;2 – вторая точка слева (точка слева возле муфты)            ;3 – первая точка справа (точка справа возле муфты)            ;4 – вторая точка механизма справа</p>	<p>Общие описания            правила.</p>

<p>;Требуется синхронно зарегистрированных сигналов          ; НормаСКЗ – норма СКЗ в мм/с во всех точках          НормаСКЗ:=7.1          ;Износ элементов муфты в В          КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2В &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник1:=          КоличествоСинхронныхГармоник1+1          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2В &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник2:=          КоличествоСинхронныхГармоник2+1          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &gt;= 4 ) и          (КоличествоСинхронныхГармоник2 &gt;= 4 )          то          Правило:=истина          ПишиТекст "В пальцевой муфте "          Пиши Точка2          ПишиТекст " - "          Пиши Точка3          ПишиТекст " износ элементов в вертикальной          проекции."          НоваяСтрока          КонецЕсли          ;Износ элементов муфты в П          КоличествоСинхронныхГармоник1:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2П &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник1:=          КоличествоСинхронныхГармоник1+1          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          КоличествоСинхронныхГармоник2:=0          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=2          Пока ТекущаяСинхроннаяГармоника &lt;= 10          Если ( ТекущаяСинхроннаяГармоника Г:2П &gt;          НормаСКЗ*0.2 )          то КоличествоСинхронныхГармоник2:=          КоличествоСинхронныхГармоник2+1          КонецЕсли          ТекущаяСинхроннаяГармоника:=          ТекущаяСинхроннаяГармоника+1          КонецПока          Если (КоличествоСинхронныхГармоник1 &gt;= 4 ) и          (КоличествоСинхронныхГармоник2 &gt;= 4 )</p>	<p>Задание нормы на СКЗ          виброскорости.</p>
--	---

<pre> то Правило:=истина ПишиТекст "В пальцевой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " износ элементов в вертикальной проекции." НоваяСтрока КонецЕсли ;Дефект соединительных пальцев Если (А(ПальцеваяЧастота):2В &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) или (А(ПальцеваяЧастота):2П &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) или (А(ПальцеваяЧастота):2О &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) или (А(ПальцеваяЧастота):3В &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) или (А(ПальцеваяЧастота):3П &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) или (А(ПальцеваяЧастота):3О &gt;= НормаСКЗ*0.5 ) то Правило:=истина ПишиТекст "В пальцевой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " дефект соединительных пальцев." НоваяСтрока КонецЕсли Если (Правило=ложь) То ПишиТекст "Признаков дефектов в зубчатой муфте " Пиши Точка2 ПишиТекст " - " Пиши Точка3 ПишиТекст " не обнаружено." НоваяСтрока КонецЕсли </pre>	<p>Поиск дефектов соединительных пальцев.</p> <p>Сообщение о хорошем состоянии муфты.</p>
--	---

#### 4.4.2. Проблемы отдельных механизмов

В этом разделе приведены примеры диагностических правил, которые относятся к диагностике дефектов в нескольких механизмах или связаны с особенностями агрегатирования механизмов.

##### 4.4.2.1. Небаланс ротора

Пример диагностического правила для выявления в механизмах небалансов. В основу этого правила положено сравнение амплитуды первой гармоники с мощностью вибросигнала в полосе частот от первой до седьмой гармоники. Именно в этой зоне сосредоточены гармоники, возникающие в механизме при дефектах «механического» происхождения.

Текст диагностического правила	Комментарий
<pre> ;Небаланс ротора ;2 (Количество точек правила) МаксимальнаяМеханическаяМощность1:= Макс(МП(0,7Г):1В,МП(0,7Г):1П) МаксимальнаяМеханическаяМощность2:= Макс(МП(0,7Г):2В,МП(0,7Г):2П) Если (МаксимальнаяМеханическаяМощность1 &gt;= МП(0,7Г):1О) и (МаксимальнаяМеханическаяМощность2 &gt;= МП(0,7Г):2О) и ( ( (А(1Г):1В &gt;МП(0,7Г):1В *0.6) и (А(1Г):1П &gt;МП(0,7Г):1П *0.6) и (А(1Г):2В &gt;МП(0,7Г):2В *0.6) и (А(1Г):2П &gt;МП(0,7Г):2П *0.6) ) или ( (А(1Г):1В &gt;МП(0,7Г):1В *0.4) и </pre>	<p>Общие описания правила.</p> <p>Если первая гармоника занимает более 60 - 70 % от мощности вибросигнала, то правило начинает работать.</p>



<pre> (A(1Г):1П &gt;МП(0,7Г):1П *0.8) и (A(1Г):2В &gt;МП(0,7Г):2В *0.4) и (A(1Г):2П &gt;МП(0,7Г):2П *0.8) ) ) то Правило:=истина НебалансРотора:=истина ПишиТекст "В механизме " Пиши Точка1 ПишиТекст " - " Пиши Точка2 ПишиТекст " выявлен небаланс ротора." НоваяСтрока Иначе НебалансРотора:=ложь КонецЕсли Если (НебалансРотора=ложь) и (МаксимальнаяМеханическаяМощность1 &gt;= МП(0,7Г):1О) и ( ( (A(1Г):1В &gt;МП(0,7Г):1В *0.6) и (A(1Г):1П &gt;МП(0,7Г):1П *0.6) ) или ( (A(1Г):1В &gt;МП(0,7Г):1В *0.4) и (A(1Г):1П &gt;МП(0,7Г):1П *0.8) ) ) ) то Правило:=истина ПишиТекст "Небаланс в районе " Пиши Точка1 ПишиТекст " подшипника." НоваяСтрока КонецЕсли Если (НебалансРотора=ложь) и (МаксимальнаяМеханическаяМощность2 &gt;= МП(0,7Г):2О) и ( ( (A(1Г):2В &gt;МП(0,7Г):2В *0.6) и (A(1Г):2П &gt;МП(0,7Г):2П *0.6) ) или ( (A(1Г):2В &gt;МП(0,7Г):2В *0.4) и (A(1Г):2П &gt;МП(0,7Г):2П *0.8) ) ) ) то Правило:=истина ПишиТекст "Небаланс в районе " Пиши Точка2 ПишиТекст " подшипника." НоваяСтрока КонецЕсли Если (Правило=ложь) то ПишиТекст "Признаков небаланса в механизме " Пиши Точка1 ПишиТекст " - " Пиши Точка2 ПишиТекст " не обнаружено." НоваяСтрока </pre>	<p>Формирование сообщения о небалансе в двух точках механизма в справку.</p> <p>Формирование сообщения о небалансе только районе одного подшипника механизма.</p> <p>Сообщение об отсутствии небаланса в механизме.</p>
--	---

КонецЕсли	
<p>4.4.2.2. Лопаточные вибрации насосов</p> <p>Диагностическое правило предназначено для диагностики причин возникновения повышенных лопаточных вибраций в насосных агрегатах.</p>	
<p>Текст диагностического правила</p> <p>;Лопаточные вибрации  ;2 (Количество точек правила)  ;В правило передаются 2 точки для диагностики  ;1 - первая точка механизма  ;2 - вторая точка механизма  ; НормаСКЗ - переменная, равная норме на СКЗ в мм/с во всех точках  НормаСКЗ:=7.1  ;ЛопаточнаяЧастота - переменная , равная оборотной частоте,  умноженной на  ;количество лопаток в механизме  ;Если переменной "ЛопаточнаяЧастота" не присваивать значение в  правиле, то  ;это необходимо будет сделать в методике диагностики, содержащей  данное правило.  Если (  (A(ЛопаточнаяЧастота):1В &gt; НормаСКЗ*0.8) и  (A(ЛопаточнаяЧастота):2В &gt; НормаСКЗ*0.8)  ) или  (  (A(ЛопаточнаяЧастота):1П &gt; НормаСКЗ*0.8) и  (A(ЛопаточнаяЧастота):2П &gt; НормаСКЗ*0.8)  )  то  Правило:=истина  ЛопаточныеВМеханизме:=истина  ПишиТекст "В механизме "  Пиши Точка1  ПишиТекст " - "  Пиши Точка2  ПишиТекст " увеличенные лопаточные вибрации"  Иначе  ЛопаточныеВМеханизме:=ложь  КонецЕсли</p> <p>ЛопаточнаяЧастота2:=ЛопаточнаяЧастота*2  Если (ЛопаточныеВМеханизме=истина) и  (  (  (A(ЛопаточнаяЧастота):1В &gt; НормаСКЗ) и  (A(ЛопаточнаяЧастота2):1В &gt; НормаСКЗ*0.2)  ) или  (  (A(ЛопаточнаяЧастота):1П &gt; НормаСКЗ) и  (A(ЛопаточнаяЧастота2):1П &gt; НормаСКЗ*0.2)  ) или  (  (A(ЛопаточнаяЧастота):2В &gt; НормаСКЗ) и  (A(ЛопаточнаяЧастота2):2В &gt; НормаСКЗ*0.2)  ) или  (  (A(ЛопаточнаяЧастота):2П &gt; НормаСКЗ) и  (A(ЛопаточнаяЧастота2):2П &gt; НормаСКЗ*0.2)  )  )  то  УвеличенныеЗазоры:=истина</p>	<p>Комментарий</p> <p>Начальное описание входных параметров правила.</p> <p>Задается значение нормы на СКЗ виброскорости для агрегата ( может задаваться в виде переменной ).</p> <p>Проводится сравнение амплитуды лопаточной гармоники в вертикальном и поперечном направлении со значением нормы на СКЗ.</p> <p>Если хотя бы в одной проекции лопаточная гармоника больше 80 % от нормы на СКЗ, то правило начинает работать, в отчет пишется сообщение о наличии «лопаточных вибраций».</p> <p>Проводится проверка, не является ли лопаточная вибрация следствием увеличенных зазоров в подшипниках насоса.</p> <p>Формируется сообщение об увеличенном зазоре с указанием точки, в которой обнаружены эти увеличенные зазоры.</p>

ПишиТекст " вероятно увеличение зазоров в подшипнике"	
---	--

<p>Иначе УвеличенныеЗазоры:=ложь КонецЕсли</p> <p>Если (ЛопаточныеВМеханизме=ложь) и (А(ЛопаточнаяЧастота):1В &gt; НормаСКЗ*0.8) или (А(ЛопаточнаяЧастота):1П &gt; НормаСКЗ*0.8) то Правило:=истина ЛопаточныеВПодшипнике1:=истина ПишиТекст "Увеличенные зазоры в " Пиши Точка1 ПишиТекст " подшипнике" Иначе ЛопаточныеВПодшипнике1:=ложь КонецЕсли</p> <p>Если (ЛопаточныеВМеханизме=ложь) и (А(ЛопаточнаяЧастота):2В &gt; НормаСКЗ*0.8) или (А(ЛопаточнаяЧастота):2П &gt; НормаСКЗ*0.8) то Правило:=истина ЛопаточныеВПодшипнике2:=истина ПишиТекст "Увеличенные зазоры в " Пиши Точка2 ПишиТекст " подшипнике" Иначе ЛопаточныеВПодшипнике2:=ложь КонецЕсли</p> <p>Если (УвеличенныеЗазоры=истина) и ( (БГЛ(ЛопаточнаяЧастота,1Г):1В &gt; СКЗ:1В*0.15) и (БГП(ЛопаточнаяЧастота,1Г):1В &gt; СКЗ:1В*0.15)) или (БГЛ(ЛопаточнаяЧастота,1Г):2В &gt; СКЗ:2В*0.15) и (БГП(ЛопаточнаяЧастота,1Г):2В &gt; СКЗ:2В*0.15)) или (БГЛ(ЛопаточнаяЧастота,1Г):1П &gt; СКЗ:1П*0.15) и (БГП(ЛопаточнаяЧастота,1Г):1П &gt; СКЗ:1П*0.15)) или (БГЛ(ЛопаточнаяЧастота,1Г):2П &gt; СКЗ:2П*0.15) и (БГП(ЛопаточнаяЧастота,1Г):2П &gt; СКЗ:2П*0.15)) ) то ПишиТекст " или наличие дефектной лопатки" КонецЕсли</p> <p>Если (Правило=ложь) То ПишиТекст "Лопаточных вибраций в механизме " Пиши Точка1 ПишиТекст " - " Пиши Точка2 ПишиТекст " не обнаружено." НоваяСтрока Иначе ПишиТекст ". " НоваяСтрока КонецЕсли</p>	<p>Проводится диагностика на наличие дефектной лопатки, в случае обнаружения формируется необходимое сообщение в отчет.</p> <p>Формирование сообщения о том, что лопаточные вибрации в насосе не превышают допустимого значения.</p>
---	--

## 5. Система “Ариадна” - диагностика подшипников качения

### 5.1. Назначение и возможности экспертной системы

#### 5.1.1. Назначение экспертной системы “Ариадна”

Экспертная система “Ариадна” предназначена для ранней диагностики состояния подшипников качения по пик - фактору временного сигнала, по спектру исходного сигнала и спектру огибающей сигнала.

В отличие от существующих систем диагностики дефектов подшипников качения предлагаемая программа “Ариадна”:

- Работает с минимальным количеством технических средств для регистрации и обработки временных сигналов, не требует наличия встроенных или внешних аналоговых третьоктавного ( октавного, пол -октавного ) фильтра и детектора огибающей. Все эти функции в системе “Ариадна” реализованы на программном уровне при цифровой обработке вибросигналов.
- Программа производит автоматический поиск наиболее информативной полосы частот ( полосы пропускания фильтра ) в исходном спектре вибросигнала, в которой содержится наибольшая информация после детектирования.
- В экспертной системе “Ариадна” можно легко перенастроить пороги “сильных дефектов”, являющиеся основным критерием технического состояния подшипника. Перенастройка осуществляется на основании информации по конструктивным параметрам подшипника, рабочей частоты вращения и места установки регистрирующего вибродатчика.
- Система использует в диагностике состояния подшипника качения одновременно три метода диагностики: по “пик - фактору” временного сигнала, по исходному спектру вибросигнала и по спектру огибающей вибросигнала, что значительно повышает достоверность диагноза и позволяет диагностировать до 15 различных дефектов состояния и монтажа подшипника.
- Проводит диагностику дефектов подшипника не по одному вибросигналу, зарегистрированному в одной проекции, а по всем имеющимся в базе данных проекциям вибросигнала, зафиксированным на данном подшипнике в процессе измерения. Такой подход к диагностике повышает эффективность за счет увеличения информативности входной информации.

При использовании экспертного модуля программы “Ариадна” в составе программы АТЛАНТ, совместно с экспертной системой общего назначения “Паллада+”, диагностирующей общие проблемы монтажа и состояния агрегата в целом, такие, как небалансы, расцентровки и т. д., удастся более дифференцированно выявлять собственные дефекты подшипников.

Диагностику подшипников качения по спектрам огибающей вибросигнала пользователь может написать в ПО Атлант сам, используя средства языка написания диагностических правил «Паллада». В этой методике диагностики пользователь может реализовать все свои наработки. При такой постановке вопроса экспертная система «Ариадна» является первым шагом в создании пользователем общей методики диагностики подшипников качения по вибросигналам.

Для работы экспертной программы “Ариадна” в приборе Атлант используются две базы данных:

- База данных по станциям, цехам и контролируемым агрегатам, которая включает в себя информацию по всем выполненным замерам вибрации, которая является основной в приборе АТЛАНТ.
- База данных по различным типам и маркам подшипников качения. Возможно дополнение пользователем собственной базы, возможно использование баз данных других программ. Она хранится в текстовом файле bearings.dat в каталоге INI.

Новой является только база данных по подшипникам. Такой подход к информации в системе «Ариадна» повышает универсальность применения прибора АТЛАНТ за счет комплексности использования информации из основной базы данных прибора. Один и тот же замер может быть использован и для общей диагностики состояния агрегата, и для диагностики состояния подшипников качения.

#### 5.1.2. Основные модули системы “Ариадна”

##### 5.1.2.1. Обработчик вибросигналов

При помощи этого достаточно сложного алгоритма программы “Ариадна” производится обработка и преобразование вибросигналов. Набор этих алгоритмов позволяет заменить те функции, которые в стандартных приборах контроля подшипников выполняют внешний полосовой фильтр и детектор огибающей вибросигнала. Последовательность работы этого алгоритма примерно следующая.

Основой для работы экспертной системы «Ариадна» являются исходные временные сигналы с вибродатчиков, установленных на контролируемом подшипнике. Сигналы должны регистрироваться и

храниться в памяти прибора только, в размерности виброускорения. При использовании других способов хранения вибросигналов теряется информативность и они не пригодны для диагностики подшипников качения.

В обработчике вибросигналов расчет параметров технического состояния подшипника качения производится в три этапа:

- Сигнал фильтруется средствами цифровой фильтрации в заданной полосе частот. Параметры фильтра могут изменяться в широких пределах. Отфильтрованный вибросигнал детектируется цифровым детектором огибающей и обрабатывается процедурой БПФ. По полученному спектру огибающей сигнала идет диагностика дефектов, в основном относящаяся к износу тел и поверхностей качения и более развитых дефектов - трещин и сколов на поверхностях качения. Это диагностика состояния подшипника.
- Исходный сигнал в размерности виброускорения интегрируется и обрабатывается процедурой БПФ. По полученному спектру виброскорости сигнала идет, в основном, диагностика дефектов монтажа подшипника. На этом этапе проводится диагностика величин зазоров в подшипнике. Данная диагностика более относится к условиям монтажа и эксплуатации подшипника.
- По исходному временному сигналу идет диагностика модальных параметров процессов, возникающих при ударах в подшипниках. На этом этапе пользователь может контролировать собственные резонансные частоты элементов подшипника и конструкции механизма, связанные с общим состоянием подшипниковых узлов. Данный вид контроля может проводиться с использованием вейвлет – преобразования вибросигналов. Здесь же идет расчет пик - фактора временного вибросигнала. Информация данного способа диагностики является уточняющей к двум предыдущим.

В алгоритмах обработчика вибросигналов используются только цифровые методы преобразования и анализа вибросигналов. Это позволяет значительно упростить аналоговую часть приборов регистрации вибросигналов и повысить оперативность проведения диагностических работ при диагностике состояния подшипников качения. По одному сигналу в памяти прибора можно провести диагностику состояния подшипника с использованием различных установок полосового фильтра и детектора огибающей.

Благодаря применению средств цифровой обработки сигналов стандартный прибор Атлант пригоден для диагностики состояния подшипников качения любых типов и марок, работающих при любых скоростях вращения. Это очень важное преимущество, так как обычные спектроанализаторы не пригодны для диагностики тихоходных подшипников из – за ограниченности времени регистрации вибросигналов.

#### 5.1.2.2. Диагностический процессор

Диагностический процессор - это основной, центральный алгоритм системы “Ариадна”, его экспертная часть. При помощи диагностического процессора производится непосредственная диагностика технического состояния подшипников качения по диагностическим параметрам, полученным из обработчика вибросигналов.

Для удобства работы, возможности проведения дальнейшего анализа, использования функций прогнозирования развития дефектов, все диагностируемые системой дефекты подшипников, в зависимости от степени их влияния на состояние агрегата и будущую стратегию проведения ремонтов и замен, в диагностическом процессоре системы “Ариадна” разделены на пять уровней:

- Общие проблемы состояния подшипника, связанные с условиями монтажа и эксплуатации подшипника в данном механизме. Это, чаще всего, перекос наружного кольца при установке, неоднородный радиальный натяг подшипника, проскальзывание кольца в посадочном месте, ослабление крепления корпуса подшипника, задевания в подшипнике и в уплотнениях.
- Проблемы технического обслуживания подшипников в процессе работы в механизмах. Чаще всего это проблемы застывания смазки.
- Проблемы износа элементов подшипника в процессе работы. Наиболее часто встречаются увеличенные зазоры в подшипнике из - за общего износа, частичный износ поверхностей тел качения и сепаратора, износ поверхности внутреннего кольца, дефект группы поверхностей трения и т. д.
- Дефекты технического состояния подшипника, имеющие локальное расположение и являющиеся результатом ударов и внутренних дефектов материалов подшипников. К этой группе дефектов обычно относят раковины и трещины на наружном и внутреннем кольце, раковины и сколы на телах качения.
- Наведенные проблемы. В эту группу относятся такие дефекты механизма ( не подшипника ! ), которые приводят к повышению вибрации на подшипнике и которые, при недостаточно тщательном диагностировании, могут быть ошибочно приняты диагностами за дефекты подшипников. К дефектам такого вида чаще всего можно отнести обкатывание наружного кольца за счет небаланса или других внешних причин. При выявлении таких дефектов совсем не нужно менять подшипник, необходимо только устранять первичную причину повышенной вибрации.

Такое разделение причин повышенной вибрации на пять групп дает возможность дифференцировать на каждом подшипнике:

1. дефекты монтажа, эксплуатации и обслуживания;
2. дефекты износа и нарушения поверхностей качения
3. “собственные” и “наведенные” вибрации.

Это позволяет оценивать вклад в общую вибрацию от причин разного уровня, правильно рассчитывать остаточный ресурс подшипников, планировать сроки проведения следующих замеров вибрации.

### 5.1.2.3. База данных по подшипникам

Наличие большой базы данных по подшипникам, допускающей ее оперативное расширение и дополнение - обязательное условие для работы экспертных систем ранней диагностики подшипников. В программе “Ариадна” используется обобщенная база данных, созданная по информации нескольких фирм.

В базе данных программного обеспечения Атлант хранится вся необходимая информация по параметрам подшипников различных марок. Эти параметры разделены на две группы – геометрические размеры подшипников и характерные подшипниковые частоты. Расчет подшипниковых частот по геометрическим размерам производится в программе автоматически, без участия пользователя.

База данных может быть легко дополнена пользователем информацией по «новым» подшипникам, для этого в программе предусмотрены специальные функции модернизацией информации.

Внедрение системы "Ариадна" на предприятиях способствует :

- увеличению времени работы подшипников между заменами или ремонтами, это способствует уменьшению аварийности работы оборудования и снижению затрат на проведение ремонтов;
- планированию ремонтов и замен подшипников на основе знания текущего технического состояния, что повышает надежность работы оборудования;
- устранению вторичных поломок, например, поломки редуктора из-за неисправностей подшипника;
- устранению ненужного расхода деталей, исключению замены подшипников, эксплуатация которых еще возможна;
- уменьшению объема запасных частей, т. к. заранее известны номенклатура и количество необходимых запасных частей;
- уменьшению общей продолжительности ведения ремонтных работ, т. к. все необходимые работы планируются заранее.

## 5.2. Работа с системой “Ариадна”

### 5.2.1. Выбор типа подшипника для диагностики в базе данных

Информация по всем подшипникам хранится в основной базе данных по подшипникам. Эта база данных активна во всех режимах работы прибора АТЛАНТ, используется при составлении диагностических паспортов агрегатов. Информация из базы по подшипникам может быть использована как справочная при проведении подбора и поиска аналогов подшипников некоторых марок.

Для вызова любой справочной информации по диагностируемым подшипникам качения из базы данных для просмотра, корректировки и дополнения используется специальная клавиша на экране компьютера, расположенная в левой верхней части, рядом с клавишей управления печатью — База Данных по подшипникам.

При нажатии указателем мышки на эту клавишу на экране компьютера появляется графическое окно базы данных, специально предназначенное для работы с подшипниками.

Марка подшипника	Геометрические размеры подшипника (мм)					Относит. частоты элементов (x Оборотн. Гц)				
	D внут.	D наруж.	N тел. кач.	D тел. кач.	Угол обк.	BFFD (нар.)	BPFI (внут.)	BSF (т.к.)	FTF (сепарат.)	
100	10	26	7	4.76	0.0	2.574	4.426	1.759	0.368	
100H	10	~	9	~	~	3.352	5.648	1.770	0.372	
101	~	12	~	8	~	3.048	4.952	1.982	0.381	
101H	~	~	10	~	~	3.864	6.136	2.016	0.386	
102	~	~	9	~	~	3.608	5.392	2.370	0.401	
102H	~	10	~	16	~	7.122	8.880	4.506	0.445	
103	~	~	10	~	~	4.105	5.895	2.646	0.410	
103H	~	~	13	~	~	5.351	7.649	2.648	0.412	
104	~	20	~	9	~	3.578	5.422	2.339	0.398	
104H	~	~	11	~	~	4.411	6.589	2.344	0.401	
105	~	25	~	10	~	4.118	5.882	2.746	0.412	
105H	~	~	13	~	~	5.392	7.608	2.752	0.415	
106	~	30	~	11	~	4.576	6.424	2.892	0.416	
106H	~	~	14	~	~	5.875	8.125	2.927	0.420	
107	~	35	~	11	~	4.600	6.400	2.972	0.418	
107H	~	~	15	~	~	6.314	8.686	2.978	0.421	
108	~	40	~	12	~	5.118	6.882	3.327	0.426	
108H	~	~	17	~	~	7.293	9.707	3.333	0.429	
109	~	45	~	12	~	5.554	7.446	3.264	0.427	

Подшипнику качения каждой отдельной марки в этом графическом окне базы данных соответствует одна отдельная строка. Она начинается с наименования марки данного подшипника, далее последовательно идут все основные геометрические размеры и параметры подшипника, определенные в мм. Завершает строку сведений о подшипнике справочная информация о характерных частотах, на которых при дефектах возбуждаются вибрации от отдельных элементов подшипника. Это частоты наведенных вибраций, возникающие при дефектах наружного кольца подшипника, внутреннего кольца, тел качения и сепаратора. Столбцы базы данных, в которых указаны характерные частоты, обозначены в верхней части окна базы данных в двух системах - международной, сокращенно в виде символов, и по наименованию элемента.

Это:

- BPFO - основная характерная частота в спектре огибающей вибросигнала при дефектах наружного кольца подшипника качения.

- BPFI - основная характерная частота в спектре огибающей вибросигнала при дефектах внутреннего кольца подшипника качения.

- BSF - основная характерная частота в спектре огибающей вибросигнала при дефектах тел качения подшипника качения.

- FTF - основная характерная частота в спектре огибающей вибросигнала при дефектах сепаратора подшипника качения.

Все характерные частоты вибрации элементов подшипников в базе данных приведены не абсолютных значениях, в герцах, а в относительных единицах, в долях от оборотной частоты вращения подшипника.

Порядок расположения строк в базе данных может быть легко отсортирован по любому параметру, т. е. сведения по подшипникам могут быть расположены в функции возрастания или убывания того или иного параметра подшипника. Для изменения сортировки подшипников в базе данных достаточно нажать указателем мышки на кнопку с наименованием нужного параметра, и порядок следования строк с информацией по подшипникам в базе данных будет изменен по увеличению данного параметра.

Параметр, по которому в данный момент времени выполнена сортировка базы данных по подшипникам, в графическом окне выделен цветом, клавиша с наименованием этого параметра является более светлой. Возможность изменения сортировки базы данных очень полезна для эксплуатации в случае подбора подшипника для проведения замены одной марки на другую.

Информацию по любому подшипнику пользователь может откорректировать при помощи клавиши “Исправить”. При этом на экране появляется графическое окно с наименованием “изменение параметров подшипника”. Оно имеет следующий вид.









Марка подшипника	Геометрические размеры подшипника (мм)					Относит. частоты элем-тов ( x Оборотн. , Гц)			
	D внут.	D наруж.	N тел. кач.	D тел. кач.	β угол обк.	BPF0 (нар.)	BPF1 (внут.)	BSF (т.к.)	FTF (сепарат.)
100	100	150	15	14.30	0.0	2.574	4.426	1.759	0.368

Сделав все необходимые изменения параметров подшипника в этом окне, следует нажать клавишу “Ок”. Все изменения будут записаны в базу данных.

Не нужные или ошибочно введенные в память базы данных сведения о подшипнике можно легко удалить, нажав клавишу “Удалить” в графическом окне “Основная база подшипников”.

Если в базе данных в окне “основная база подшипников” пользователю не удастся обнаружить подшипник нужной ему марки, то он может самостоятельно дополнить базу данных необходимой информацией.

Добавление в базу данных информации по “новому подшипнику” производится пользователем при помощи клавиши “Новый” в окне “Основная база подшипников”.

При нажатии на эту клавишу управления на экране компьютера появляется графическое окно ввода информации.

Марка подшипника	Геометрические размеры подшипника (мм)					Относит. частоты элем-тов ( x Оборотн. , Гц)			
	D внут.	D наруж.	N тел. кач.	D тел. кач.	β угол обк.	BPF0 (нар.)	BPF1 (внут.)	BSF (т.к.)	FTF (сепарат.)
120	100	150	15	14.30	0.0				

Пользователь может, по своему выбору, вводить в базу данных или геометрические размеры подшипники (в миллиметрах), или же частоты вибрации от основных элементов подшипника, если они уже ему известны. Для выбора типа ввода параметров подшипника необходимо нажать указателем мышки на необходимое наименование в заголовке таблицы для ввода информации.

При вводе геометрических размеров подшипника характерные частоты вибрации от основных элементов подшипника будут рассчитаны программой автоматически. При вводе частот вибрации элементов подшипника поля, предназначенные в базе данных для ввода геометрических размеров подшипника, остаются свободными. На проведение диагностики состояния подшипника это не сказывается, т. к. геометрические размеры подшипника, в явном виде, в расчетах дефектов участия не принимают.

База данных по подшипникам качения является основой для работы прибора. Она используется в программном обеспечении АТЛАНТ для нескольких решения нескольких различных задач:

- Она может применяться в виде справочной таблицы для работы с информацией по подшипникам качения. В этом случае она помогает пользователю быстро находить информацию по нужному подшипнику. База данных позволяет подбирать необходимые аналоги для возможной замены одного типа подшипника на другой, обладающих одинаковыми геометрическими размерами.

- База данных по подшипникам используется экспертной системой “Ариадна” для проведения диагностики подшипников качения по спектру огибающей временного сигнала в размерности виброускорения и по спектру виброскорости. При помощи этой вибродиагностической системы можно организовать обслуживание и замену подшипников по реальному техническому состоянию.

- База данных используется при составлении диагностических паспортов агрегатов с подшипниками качения. Планируется, что по такому паспорту будет одновременно выполняться и диагностика общего технического состояния, и диагностика состояния подшипников качения.

### 5.2.2. Последовательность диагностики состояния подшипников качения

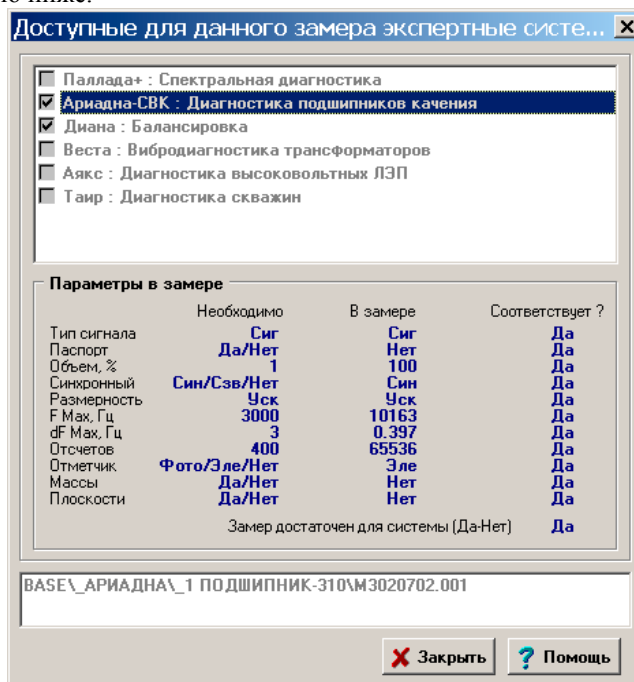
Для того, чтобы в приборе АТЛАНТ перейти от регистрации вибросигналов к диагностике технического состояния подшипников качения, пользователь должен выполнить несколько предварительных операций. Целью этих операций является проверка возможности проведения диагностики по спектру огибающей с использованием имеющихся вибросигналов.

Вся проверка состоит из нескольких этапов:

- В первую очередь проверяется наличие в базе данных по интересующему пользователя агрегату хотя бы одного замера вибрации. При наличии нескольких замеров необходимо выбрать замер, наиболее актуальный для пользователя.

- Далее следует убедиться, что в выбранном замере вибрации, в интересующей пользователя точке (контролируемом подшипнике), должны обязательно присутствовать вибросигналы по необходимым проекциям контроля. Для этого следует “раскрыть” для просмотра базу данных до уровня просмотра проекций вибросигналов. В нужной точке желательно иметь все три проекции вибрации, минимально диагностика возможна при наличии только одной вертикальной составляющей.

Выбранные пользователем вибросигналы должны соответствовать специфическим требованиям, выполнение которых делает возможной работу экспертной системы диагностики “Ариадна”. Для проверки этого соответствия необходимо активную строку в поле базы данных установить на нужный пользователю замер, нажать правую кнопку мышки и выбрать из списка активных функций строку с наименованием “просмотр информации. На экране появится графическое окно “доступные для данного замера экспертные системы”. Это окно показано ниже.



В этом окне перечислены все требования, которым должен отвечать замер вибрации для того, чтобы с ним могла работать система «Ариадна». Замер вибрации только тогда пригоден для диагностики подшипников качения, когда рядом с наименованием “Ариадна - СВК: Диагностика подшипников качения” будет стоять “галочка” - “квиток”. Более подробно требования к вибросигналам можно уточнить, если активную строку при помощи указателя мышки установить на строку с наименованием системы “Ариадна”, как это показано на рисунке. В этом случае в графическом окне, ниже наименований экспертных систем, будет приведен более полный перечень требований к замеру вибрации.

В этом перечне имеется столбец с общими наименованиями требований и три отдельных столбца с заголовками:

- В первом столбце будет стоять минимально допустимое значение параметра, необходимое для работы системы.
- Во втором столбце будет стоять реальное значение, соответствующее выбранному замеру вибрации.
- В третьем столбце будет располагаться итоговое заключение по каждому параметру, определяющее пригодность к диагностике состояния подшипников качения по спектру огибающей вибросигнала.

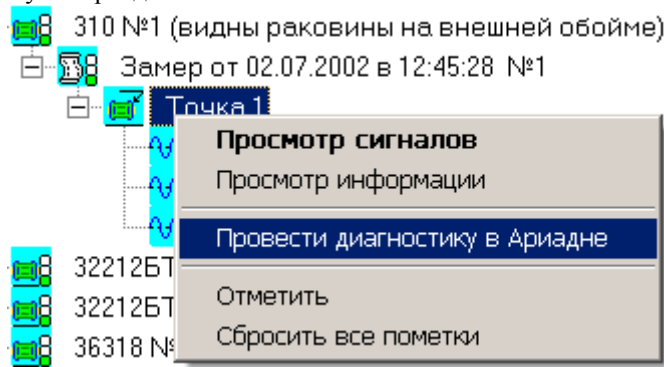
Если выбранный пользователем замер вибрации не соответствует хотя бы одному из приведенных требований, перечисленному в графическом окне, то баеся заключение «Замер не достаточен для системы». По данному замеру вибрации провести диагностику состояния подшипников при помощи системы “Ариадна” нельзя.

При несовпадении невозможно вызвать систему “Ариадна” для обработки данного замера вибрации. Для проведения диагностики состояния подшипников качения пользователь должен вернуться к изменению конфигурации прибора для проведения регистрации вибросигналов по данному параметру и заново сделать измерения.

Если параметры выбранного замера вибрации соответствуют требованиям экспертной системы к вибросигналам, то можно непосредственно перейти к диагностике подшипников качения.

Для непосредственного вызова диагностической системы “Ариадна” необходимо активную строку в базе данных установить на наименовании точки контроля вибрации на агрегате. Для этого базу данных по замерам следует несколько раскрыть. Активная строка устанавливается на нужный замер и нажимается левая кнопка мышки. На экране появляется перечень контролируемых точек агрегата.

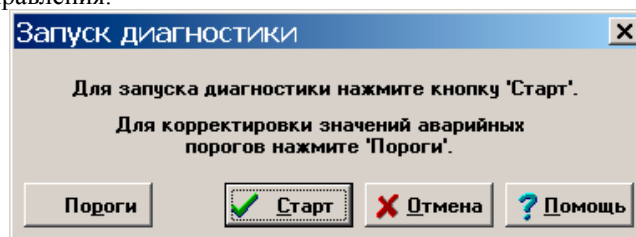
Активная строка устанавливается на точку, в которой располагается контролируемый подшипник, далее нажимается правая клавиша мышки. На экране появляется перечень активных функций программы. Выберите пункт “Провести диагностику в “Ариадне”



Справка: Если исходный замер вибрации не удовлетворяет основным требованиям, которые предъявляет в сигналам система “Ариадна”, то при установке активной строки на наименование точки контроля в списке активных функций будет отсутствовать возможность диагностики подшипников качения. В списке активных функций наименование диагностической системы «Ариадна» будет отсутствовать. Запустить систему “Ариадна” на диагностику по замеру, не подходящему для этого, невозможно. При этом дополнительных уточняющих сообщений на экране появляться не будет.

После начала запуска системы на экране появляется окно работы с базой данных, уже рассматриваемое выше. В базе данных пользователь выбирает необходимую ему марку подшипника и продолжает работу далее. Может ввести информацию по новому подшипнику, если нужного подшипника в базе нет.

Далее на экране появляется графическое окно с наименованием «Запуск диагностики» следующего вида. В нем имеются клавиши управления:



“Пороги” - при помощи этой клавиши производится корректировка уровней порогов сильных дефектов. Это один из основных критериев состояния подшипника качения при диагностике его состояния по спектру огибающей вибросигнала. Под “сильным дефектом” в системе “Ариадна”, как и в других системах диагностики подшипников по спектру огибающей, понимается дефект такой степени развития, когда уже следует вести речь о замене подшипника. Наличие в подшипнике двух «сильных дефектов» (например одновременно на внутренней обойме и тела качения) является основанием для обязательной замены подшипника качения.

Пороги всех дефектов подшипников качения в диагностике состояния по спектру огибающей измеряются в процентах. Количественно эти процентные соотношения отражают уровень модуляции характерными, для данного дефекта, гармониками из спектра огибающей вибросигнала, всего сигнала огибающей вибросигнала.

Чем более сильными и значимыми, являются эти характерные гармоники от дефектного элемента подшипника в огибающей вибросигнала, тем сильнее они модулируют суммарный сигнал ( огибающую сигнала ), тем более сильно, количественно, данный дефект влияет на состояние подшипника.

Не только для каждой марки подшипника качения, но и для различных условий эксплуатации каждого подшипника данной марки, а также для различных особенностей проведения виброизмерений на контролируемом агрегате следует применять свои, специфические, пороги сильных дефектов.

Для корректного выбора уровней порогов сильного дефекта, являющихся основой для проведения браковки подшипников, в экспертной системе “Ариадна” используется дополнительное графическое окно с наименованием “пороги аварийного состояния ( % )”, показанное на рисунке.

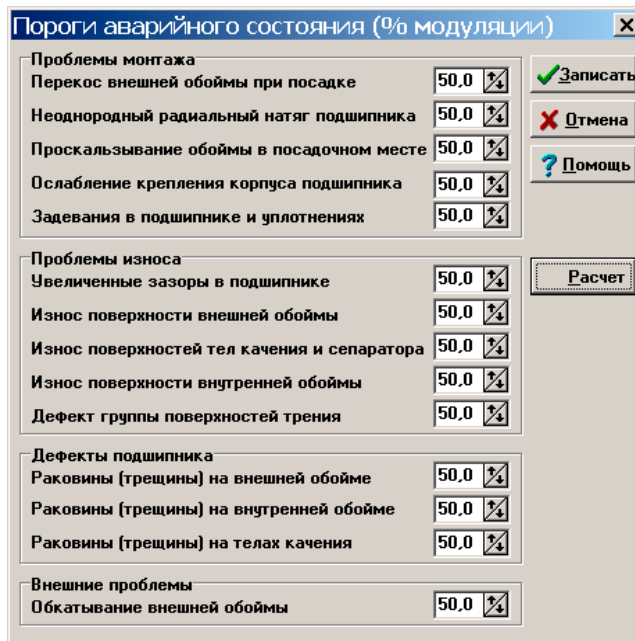
Для удобства пользования все диагностируемые дефекты подшипников качения, по которым определяются пороги сильных дефектов, дефекты на этом рисунке объединены в несколько групп:

- Проблемы монтажа подшипника на агрегате. В эту группу включены те дефекты, которые возникают из - за некачественного монтажа практически исправного подшипника. Эти дефекты чаще всего могут быть устранены без замены подшипника.

- Проблемы общего или частного износа элементов подшипника. Эти проблемы носят уже неустранимый характер. Появление таких дефектов обычно говорит о том, что срок службы данного подшипника уже существенно ограничен.

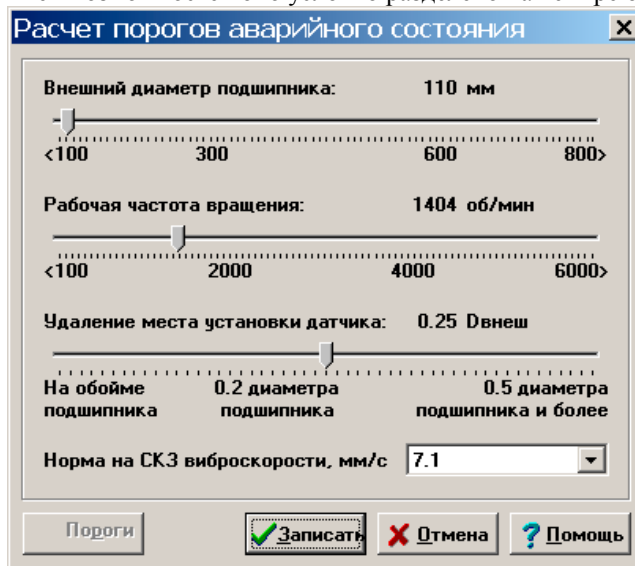
- Явно выраженные дефекты подшипника, связанные с разрушением рабочих поверхностей. Это тоже неустранимые проблемы, когда нарушаются геометрические параметры подшипников. Появление этих дефектов чаще всего говорит или о неправильной эксплуатации подшипника, или о его низком качестве.

Внешние проблемы, влияющие на вибрацию подшипника. В основном это относится к тем случаям, когда из-за дефектов самого оборудования происходит неравномерное, циклическое или случайное, нагружение подшипника.



Если пользователь хочет произвести перерасчет порогов сильных дефектов, то он должен в графическом окне “пороги аварийного состояния” нажать клавишу “расчет”. При этом появляется возможность учета основных параметров подшипника, влияющих на количественное значение порогов сильных дефектов при помощи алгоритмов программы “Ариадна”.

Графическое окно “расчет порогов аварийного состояния” показано на рисунке ниже. Для удобства использования имеющихся в нем возможностей оно условно разделено на четыре основные зоны:



- При помощи верхней части этого окна производится учет влияния габаритного размера контролируемого подшипника, на величину порога сильного дефекта. Это производится при помощи введения в программу величины внешнего диаметра подшипника в мм. Пользователь перемещает в окне выбора указатель при помощи манипулятора мышки. При этом на экране, в верхней строке показывается количественное значение выбранного параметра. Параметры выбора учитываются при определении всех порогов сильного дефекта.

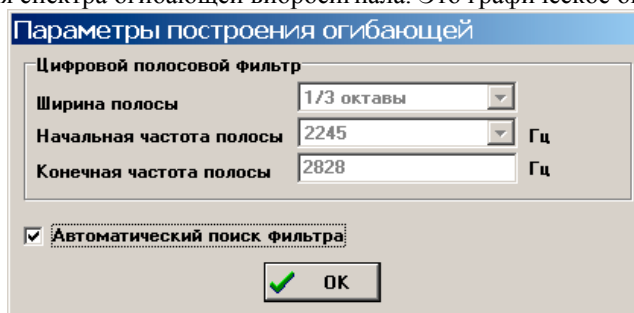
- Ниже, в окне, проводится учет влияния величины рабочей частоты вращения подшипника. При помощи мышки производится перемещение указателя частоты вращения по шкале. Выбранное значение частоты вращения подшипника отображается выше шкалы.

- Далее устанавливается удаление места установки регистрирующего вибродатчика от внешней обоймы подшипника. Чем дальше при измерении датчик располагается от подшипника, тем, более ослабленной является полезная составляющая вибросигнала. Учет этого производится при помощи нижней части окна графического выбора параметров для расчета порогов сильного дефекта.

- В самой нижней части экрана пользователь выбирает численное значение нормы по вибрации в размерности СКЗ виброскорости, значение которой тоже влияет на количественные параметры величин порогов сильных дефектов. Здесь можно выбрать нужное значение из стандартного ряда ISO.

Сделав выбор во всех позициях можно нажать клавишу “Ок” и в окне “пороги аварийного состояния” просмотреть вновь рассчитанные значения порогов сильных дефектов для подшипника данной марки с данными параметрами эксплуатации.

Далее нужно вернуться в окно “запуск диагностики” и нажать клавишу “старт”. Произойдет запуск программы диагностики. На экране появится окно выбора параметров преобразования сигнала - фильтрации, детектирования и получения спектра огибающей вибросигнала. Это графическое окно имеет следующий вид.



В верхней части окна задаются параметры цифровой фильтрации вибросигнала перед диагностикой. Здесь выбирается ширина пропускания полосового фильтра, октава, пол-октавы, треть октавы. Далее выбирается нижняя частота интересующего диапазона частот, верхнюю частоту программа предлагает сама, из базы данных.

Далее нажимается клавиша “Ок” и начинается расчет. По итогам расчета на экран выдается документ, справка по состоянию подшипника.



## Заключение

о состоянии подшипника марки 310  
 Станция: Примеры диагностики подшипников качения  
 Агрегат: 310 №1 (видны раковины на внешней обойме) Точка: 1  
 по замеру от 02.07.02 12:43:27  
 Примечание к замеру: 6310 14ггз

### *Выявленные дефекты*

Дефекты	Уровень дефекта, о.е.
Перекос внешней обоймы при посадке	0.30
Неоднородный радиальный натяг подшипника	0.00
Проскальзывание обоймы в посадочном месте	0.00
Ослабление крепления корпуса подшипника	0.00
Задвигания в подшипнике и уплотнениях	0.00
Увеличенные зазоры в подшипнике	0.00
Износ поверхности внешней обоймы	0.00
Износ поверхностей тел качения и сепаратора	0.14
Износ поверхности внутренней обоймы	0.00
Дефект группы поверхностей трения	0.02
Раковины (трещины) на внешней обойме	0.78
Раковины (трещины) на внутренней обойме	0.00
Раковины (трещины) на телах качения	0.00
Обкатывание внешней обоймы	0.00

### Дополнительная информация:

Уровень виброускорения в полосах частот (методика М4600-001-00233856-97 РД37.006.086):

50 - 300 Гц	72 Дб (79/83)
300 - 1800 Гц	89 Дб (89/93)
1800 - 10000 Гц	96 Дб (97/101)

Уровень виброускорения в полосе частот 22 - 11200 Гц:

97 Дб (97/101)

*Оценка эксцесса виброускорения:*

3.03 (0.80/1.20)

**Общее состояние подшипника неудовлетворительное.**

## 6. “Диана” - балансировка роторов в собственных подшипниках.

### 6.1. Назначение и возможности системы

#### 6.1.1. Назначение экспертной системы “Диана”

Основное назначение программы балансировки роторов механизмов в собственных подшипниках “Диана”, входящей в состав комплекта программного обеспечения прибора АТЛАНТ - снижение вибрации агрегатов за счет оперативного устранения небалансов роторов в условиях эксплуатации.

Программное обеспечение экспертной системы “Диана” позволяет проводить устранение небалансов роторов механизмов исходя из двух различных стратегий расчета - “балансировка” и “успокоение”.

- Балансировка - это процесс уменьшения вибрации механизмов за счет максимально полного устранения основной составляющей вибрации от небаланса - первой гармоники оборотной частоты. На практике это достигается за счет установки корректирующих грузов таким образом, чтобы полностью, по возможности, исключить небаланс.

- Успокоение - это процесс максимально возможного снижения общей вибрации механизма за счет максимально уменьшения амплитуд всех гармоник в спектре вибрации. Это также достигается за счет установки корректирующих грузов. Критерий эффективности успокоения - снижение СКЗ виброскорости.

При внешней схожести определений этих двух режимов работы программы, в них имеются существенные различия:

- При обычной балансировке стоит задача максимального снижения вибрации путем снижения только составляющей от небаланса, т. е. оборотной гармоники в вибросигнале. Процесс балансировки считается окончанным тогда, когда первая гармоника в вибросигнале станет относительно небольшой, в идеале нулевой.
- При проведении успокоения агрегата стоит задача максимального снижения общей вибрации в контролируемых точках. Процесс успокоения агрегата считается окончанным тогда, когда достигается максимально возможное общее снижение СКЗ вибрации. При этом в механизме не следует однозначно добиваться абсолютного уменьшения амплитуды оборотной гармоники в вибросигнале. Более того, в некоторых случаях “успокоения” первая гармоника может даже возрасти, главное чтобы снизилась общая вибрация в контролируемых точках. Иными словами говоря делается попытка “при помощи устранения или введения небаланса” устранить или снизить влияние других причин повышенной вибрации в агрегате. Иногда груз “ставится в противофазе” к имеющимся причинам повышенной вибрации.

Методика расчета комплексных коэффициентов влияния одинакова в обеих стратегиях. Различие состоит в том, что в режиме “балансировка” рассчитываются коэффициенты влияния только от первой гармоники оборотной частоты ротора.

В режиме “успокоение” программой рассчитываются коэффициенты влияния, т. е. учитывается влияние корректирующих грузов, на все синхронные гармоники спектра вибросигнала, кратные оборотной частоте ротора, в диапазоне до 10 гармоники.

Рассматривая две стратегии балансировки в самом общем виде видно, что обе стратегии работают примерно одинаково. Кроме того сразу становится очевидным, что широко используемая в настоящее время в практике стратегия “балансировка” является частным случаем стратегии “успокоения”. Процесс “подавления” влияния одной гармоники есть частный случай процесса “подавления” нескольких гармоник.

Программа “Диана” предназначена для использования в специализированных вибродиагностических службах предприятий. Она достаточно проста в использовании и не требует специальной подготовки персонала, кроме обычного обучения балансировке. Основой для определения параметров корректирующих грузов являются замеры вибрации, в самом общем случае, в трех направлениях - “Вертикальном”, “Поперечном” и “Осевом” и сигнал от отметчика фазы. В самом простом варианте балансировки может быть использован один датчик в контролируемой точке.

В качестве отметчика фазы может быть использован фотодатчик, вихретоковый датчик, электронный отметчик фазы. Последний очень удобен при балансировке роторов агрегатов, приводимых во вращение синхронными электродвигателями, т. к. в этом случае не требуется установки датчика на роторе.

Все эти датчики легко подключаются к регистратору АТЛАНТ. Достоинством балансировки с использованием прибора АТЛАНТ является то, что благодаря многоканальности и синхронности регистрации повышается оперативность и точность проводимых расчетов по определению корректирующих грузов.

Максимальные возможности системы “Диана”:

- количество контролируемых и используемых в расчетах плоскостей коррекции на агрегате - до 14 (одновременно);

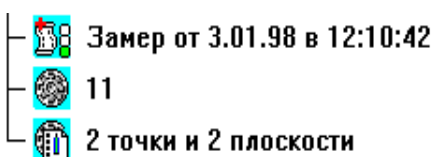
- количество точек контроля вибрации, участвующих в процессе балансировки - до 14, причем в каждой точке вибрация может контролироваться одновременно в 3 проекциях, всего до 42 датчиков контроля.

### 6.1.2. Основные алгоритмические модули и понятия системы “Диана”

Протокол балансировки.

Это основное, центральное понятие в системе “Диана”. Протокол балансировки является дополнением к конфигурации прибора АТЛАНТ, используемом только применительно к процессу балансировки в собственных подшипниках. В протокол балансировки агрегата входит описание кинематической схемы балансируемого агрегата, количества и мест расположения плоскостей коррекции, количества и мест расположения контролирующих вибродатчиков. Протокол балансировки является управляющим алгоритмом, средствами которого происходит определение особенностей проведения расчетов в программе в режиме балансировки.

На один и тот же агрегат пользователем может быть сформировано и хранится в памяти прибора АТЛАНТ несколько различающихся между собой протоколов балансировки. В рамках работы с каждым протоколом балансировки, в процессе проведения расчетов, может быть произведено, в различных целях, упрощение описанной в протоколе общей схемы балансировки агрегата. Расширение протокола балансировки, в процессе работы с программой, производится не может.



Все созданные пользователем протоколы балансировки хранятся в базе данных в директории конкретного агрегата и располагаются в нижней части директории, там, где хранятся и показываются конфигурации прибора.

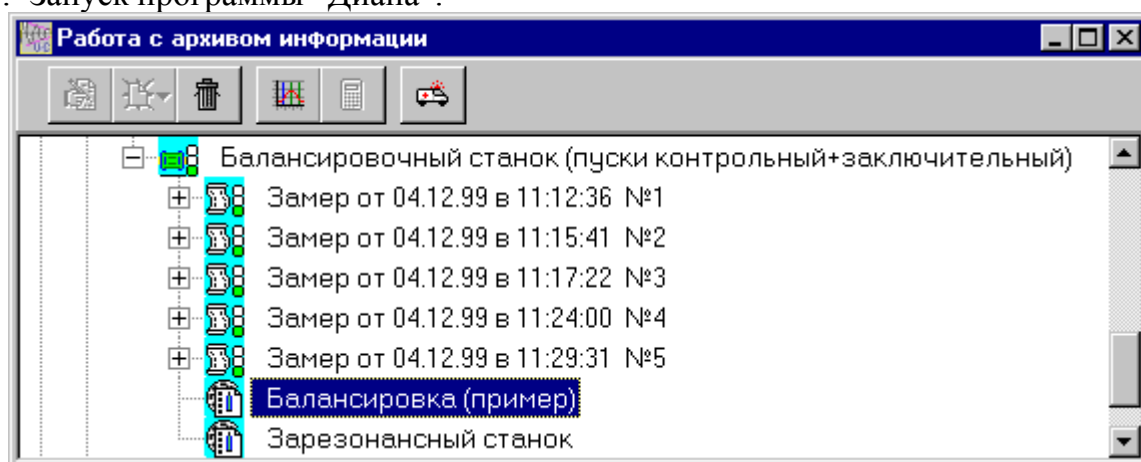
Файлы протоколов балансировки в поле базы данных показываются специальным значком, рядом с которым написано наименование протокола, данное ему пользователем. На рисунке показан фрагмент окна базы данных, на котором показан один замер, одна конфигурация прибора с наименованием “11” и один протокол балансировки с наименованием “2 точки и 2 плоскости”.


Расчетный процессор программы “Диана” – универсальный алгоритм позволяющий выполнять следующие функции:

1. Выполнять расчет коэффициентов влияния для данного протокола балансировки и хранить рассчитанные значения в памяти компьютера;
2. Определять величины корректирующих масс по коэффициентам влияния и непосредственно по вибросигналам;
3. Реализовать при расчете корректирующих грузов стратегии балансировки и успокоения;
4. Выявлять пробные пуски, в которых наиболее сильно сказывается нелинейность коэффициентов влияния или имеются ошибки в данных (для этого используется дополнительный контрольный пуск);
5. Проводить на основании контрольного пуска корректировку коэффициентов влияния и параметров корректирующих грузов;
6. Проводить расчет и коррекцию грузов на экране компьютера при помощи наглядного графического алгоритма, дополненного стратегией расчета диапазонов изменения параметров грузов;

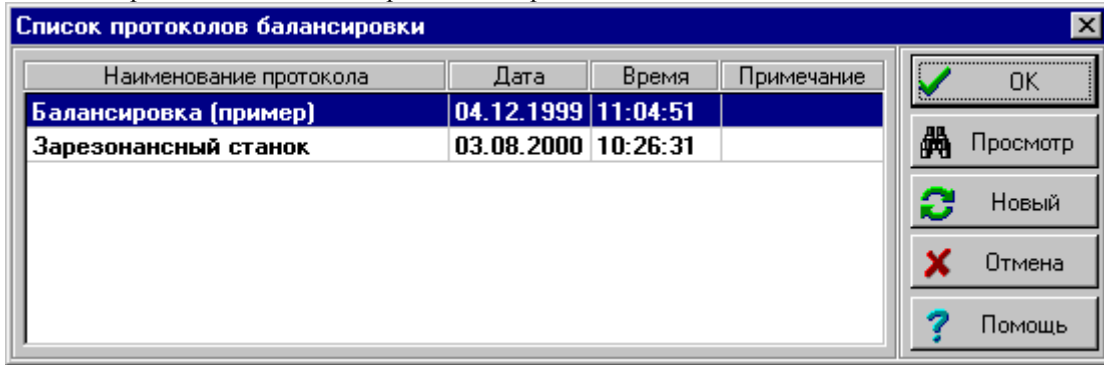
## 6.2. Работа с системой “Диана”.

### 6.2.1. Запуск программы “Диана”.

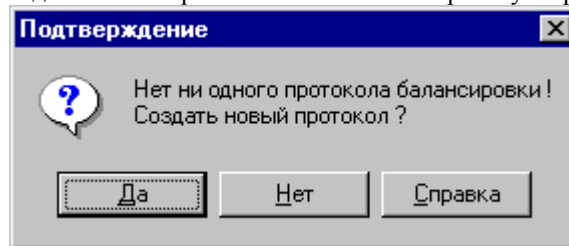


Для запуска программы “Диана” необходимо войти в базе данных в директорию конкретного агрегата (например, “Балансировочный станок (пуски контрольный+заключительный)”) и установить активную строку на протокол балансировки (“Балансировка (пример)”, см. рисунок выше). Далее необходимо нажать на клавишу выбора экспертных систем “” или вы брать пункт “Экспертная система “Диана”” из контекстного меню появляющегося при нажатии на правую клавишу мышки. Произойдет автоматический запуск программы “Диана” с выбранным протоколом балансировки.

Если же активная строка была установлена на наименование агрегата, то перед своим запуском программа отобразит на экране список всех протоколов балансировки для данного агрегата и потребует от пользователя выбрать один из них для продолжения работы.



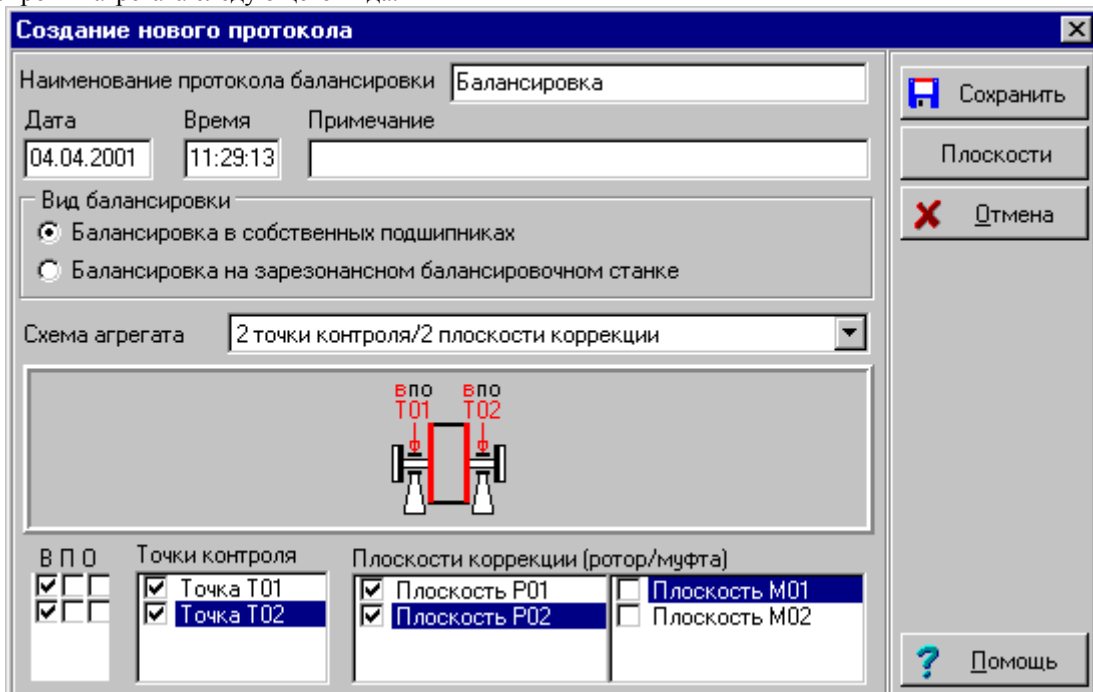
Если в директории выбранного агрегата на существует ни одного протокола балансировки, то пользователю будет предложено создать новый протокол или закончить работу с программой.



Справка. Для запуска программы “Диана” сначала необходимо создать протокол балансировки. Без протокола балансировки программу “Диана” запустить невозможно.

### 6.2.2. Формирование протокола балансировки”

Установите активную строку на наименовании агрегата и нажмите на правую кнопку мышки. На экране появится контекстное меню, относящееся к данному агрегату. Из списка пунктов меню выберите “Новый протокол балансировки”, при этом на экране компьютера появляется окно создания нового протокола балансировки агрегата следующего вида.



В верхней части этого окна располагаются основные справочные сведения о данном протоколе балансировки. Пользователь сам вводит наименование протокола (вводится обязательно) и примечание. Если такое наименование уже присутствует с базы данных, то программы выдает предупреждающее сообщение. Дату и время создания протокола балансировки программа устанавливает автоматически в соответствии в текущим временем на компьютере пользователя, но возможна ручная корректировка.

Затем необходимо выбирать вид балансировки (по умолчанию он всегда установлен на пункт “Балансировка в собственных подшипниках”):

1. "Балансировка в собственных подшипниках" – это основная расчетная схема программы. Максимальное количество балансировочных плоскостей и плоскостей коррекции равно 14.
2. "Балансировка на резонансном балансировочном станке" – данная схема предусматривает балансировку на резонансном балансировочном станке с максимальным количеством плоскостей не более двух. В этом режиме доступна дополнительная функция программы (кнопка “Небаланс” в окне “Список пусков” основной программы) позволяющая определить остаточный дисбаланс ротора. Внимание !!! При попытке использовать эту функцию программы для других агрегатов (кроме резонансного балансировочного станка) результаты расчета дисбаланса будут некорректными.

Далее пользователь должен выбрать нужную ему схему агрегата, исходя из целей предполагаемых балансировочных работ. Это делается на экране при помощи специального дополнительного окна, которое показывается на экране при нажатии на указатель рядом с “Схема агрегата”. В нем нужно определиться с максимально возможным в данном протоколе балансировки количеством точек контроля вибрации и количеством используемых плоскостей коррекции. Перечень возможных конфигураций для протокола балансировки показан левее.

После выполнения выбора на экране компьютера максимальных параметров схемы балансировки агрегата, в специальном графическом окне, появляется упрощенная кинематическая схема агрегата, соответствующая данному протоколу балансировки.

Выбор кинематической схемы агрегата является важной и ответственной задачей. По итогам этого выбора, при начале работы с данным протоколом балансировки, программа “Диана” автоматически определяется с максимальными возможными размерами внутренних массивов и матриц, используемых для расчетов и для хранения различной информации по балансировкам, выполненным по данному протоколу балансировки для данного агрегата. Объем этой информации должен быть достаточным, но не избыточным, чтобы излишне не загромождать расчеты по объему и по времени.

Далее пользователь должен для выбранной схемы агрегата отметить интересующие его точки контроля и необходимые ( доступные ) плоскости коррекции. Выбор производится при помощи левой клавиши мышки, когда на экране компьютера значком “□” отмечаются выбираемые для данного протокола балансировки точки контроля вибрации. При этом на кинематической схеме агрегата, выше выбранной точки, выделяются цветом, наносятся нужные обозначения и показываются датчики. Далее для каждой точки пользователь должен выбрать и отметить те проекции контроля вибрации, в которых будут устанавливаться датчики. На схеме агрегата выбранные проекции отмечаются цветом.

Пользователь выбирает на кинематической схеме агрегата интересующие его плоскости коррекции. В окне выбора плоскостей коррекции они обозначаются буквами “М” и “Р” и цифрой, обозначающей точку контроля вибрации, вблизи которой располагается данная плоскость. Если это буква “М”, значит в качестве корректирующей плоскости используется муфта или ее элемент, распложенный снаружи агрегата. Если выбирается плоскость с буквой “Р”, то это обозначает, что плоскость коррекции располагается внутри, на роторе механизма. Выбранные плоскости, при выборе, сразу же показываются на схеме цветом.

Созданный протокол сохраняется в памяти прибора с указанием пользователю наименования файла хранения.

### 6.2.3. Подготовка к расчету параметров корректирующих грузов.

Перед проведением балансировочных работ, в первую очередь, создается протокол балансировки, являющийся основным, управляющим процессом балансировки файлом программы. Этот файл определяет количество необходимых для балансировки пусков, задает алгоритм расчета коэффициентов влияния.

Для проведения балансировочных работ необходимо создать специальную конфигурацию “виртуального прибора” АТЛАНТ. Особенностью этой конфигурации является то, что она специально ориентирована на проведение балансировочных работ. При ее создании в окне “конфигурация”, сверху справа, где назначается тип прибора, необходимо выбрать строку “балансировка”. Во второй, нижней, части графического окна создания файла конфигурации прибора необходимо выбрать необходимый протокол балансировки. Программа, по умолчанию, предлагает первый по списку протокол, имеющийся в базе данных прибора, но пользователь может приписать к данному файлу конфигурации прибора любой из имеющихся файлов протоколов балансировки.

Создание специальной конфигурации прибора для балансировки необходимо для того, чтобы регистрация информации с вибродатчиков и отметчика фазы осуществлялось в нужном объеме, достаточном для проведения расчетов параметров грузов. С другой стороны информация не должна быть избыточной, излишне загромождающей базу данных прибора. Кроме того программа, при проведении записи замеров в память базы данных, будет предлагать возможность ввода информации по пробным и корректирующим грузам.

Все дальнейшие выборы особенностей работы алгоритмов программы, в процессе проведения расчетов параметров корректирующих грузов, будут осуществляться в автоматическом режиме, без участия пользователя. Пользователь может изменять в процессе расчетов только такие параметры, которые не изменяют размерность решаемых систем уравнения в большую сторону.

Пользователь может выбирать для использования в расчетах любые пуски, имеющиеся в базе данных по агрегату и зарегистрированные по данной конфигурации. Все записанные в память базы данных пуски и могут быть использованы для расчетов в любой последовательности. Могут быть использованы пуски сегодняшнего

дня, пуски, выполненные в предыдущих балансировках и даже пуски от других агрегатов. Такая гибкость процесса балансировки значительно расширяет возможности пользователя в совершенствовании определения параметров корректирующих грузов.

Пользователь может в процессе проведения расчетов изменять стратегию и параметры балансировки, использовать расчет по коэффициентам, графо - аналитический расчет.

Все эти опции процесса балансировки программа сама предлагает последовательно выбрать из всей имеющейся в базе данных информации.

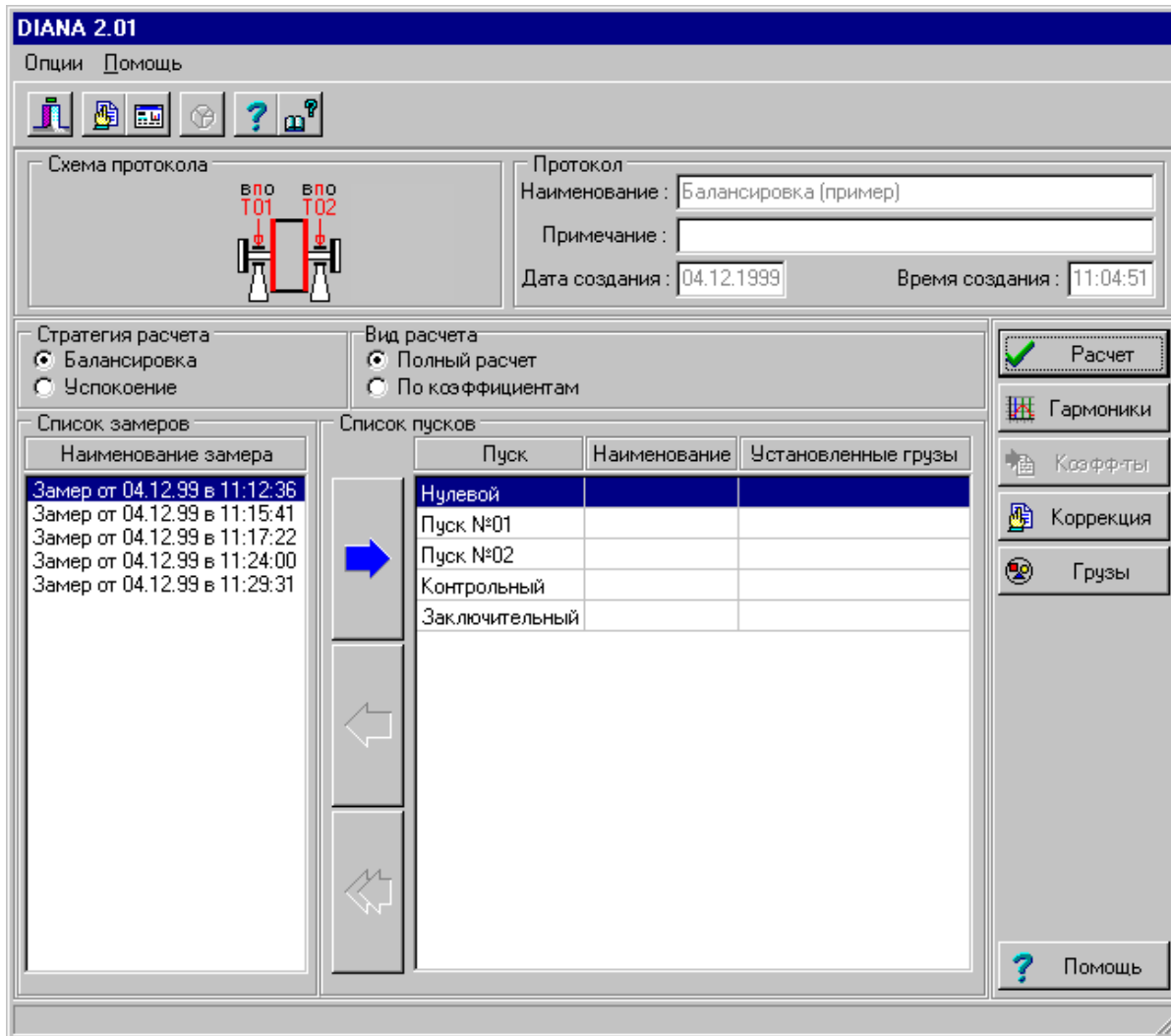
Перед проведением расчетов параметров корректирующих грузов не требуется выполнения процедур предварительного обнуления информации, программа автоматически делает все подготовительные работы.

Установки конфигурации прибора (см. рисунок выше), которые должны быть обязательно установлены для проведения замеров для балансировки:

1. Тип – балансировка. Никакой другой тип замера не будет принят программой “Диана” для проведения расчетов.
2. Тип запуска – по отметчику.
3. Протокол балансировки – здесь указывается наименование протокола балансировки, в соответствии с которым будет регистрироваться замер.
4. Протокол включения датчиков должен быть заполнен в соответствии с выбранным протоколом балансировки.







#### 6.2.4. Запуск программы балансировки в собственных подшипниках.

Для проведения процесса балансировки, выполнения расчетов по уже зарегистрированным замерам, необходимо запустить программу “Диана” одним из выше описанных способов. Регистрация замеров производится при помощи стандартных функций прибора АТЛАНТ по специально созданной для балансировки конфигурации. После запуска программы “Диана” на экране компьютера появиться рабочее окно вида.



В окне “схема протоколов” отображается кинематическая схема агрегата.

Вверху рабочего окна программы расположена панель функциональных клавиш:

-  - завершение работы с программой;
-  - список протоколов балансировки;
-  - список проведенных расчетов;
-  - сервисная функция для разложения рассчитанного груза на две составляющих;
-  - помощь;
-  - помощь (справочный указатель и поиск);

Справка: В программе “Диана” не производится регистрация сигналов с датчиков. Регистрация производится в основной программе АТЛАНТ с использованием той конфигурации прибора, которая имеет ссылку на нужный протокол балансировки. В программе “Диана” только производятся расчеты параметров корректирующих грузов с использованием ранее сделанных замеров.

Ниже кинематической схемы агрегата расположены основные параметры и критерии приведения расчета:

- стратегии проведения расчетов параметров балансировочных грузов ( это может быть балансировка или успокоение );
- выбора вида проведения расчета ( это может быть полный расчет или не полный расчет по уже известным коэффициентам влияния );
- выбор способа определения обобщенного критерия расчета корректирующих грузов.

Нижнюю часть окна занимают два окна для хранения списка замеров и пусков. Правое окно хранит информацию по “обезличенным” замерам, а левое - по пускам, уже связанным с алгоритмом расчета. Замер, перенесенный в правое окно, приписывается к конкретному пуску исходя из стратегии расчета - нулевому, первому и т. д.

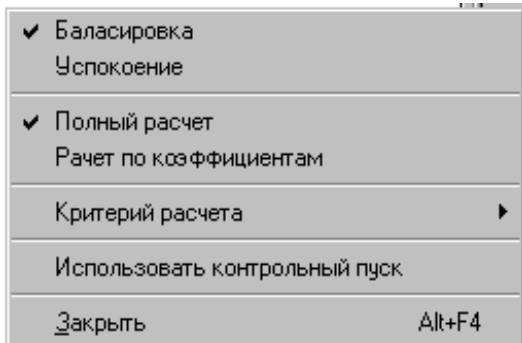
Внимание ! В левом окне отображаются только те замеры, которые подходят для данного протокола балансировки. Все остальные замеры игнорируются программой.

В левом окне замеров указывается только дата и время проведения регистрации информации, в правом окне пусков дополнительно указываются параметры пробных грузов, использованных в данном пуске, показываемые в формате масса / угол. Эта информация берется непосредственно из самого замера, куда она была приписана при записи замера в память базы данных прибора.

Для того, чтобы непосредственно перейти к процедуре расчета параметров грузов необходимо к каждому пуску приписать замер. Состав пусков в правом окне автоматически предлагается программой исходя из выбранного протокола балансировки.

Процедура приписывания замеров к пускам выполняется при помощи клавиш “□” и “□” в центре окна. При нажатии на них активный замер, выделенный активной строкой, перемещается из окна замеров в выделенное активной строкой место в окне пусков.

Программа будет требовать выбрать такое количество пусков, которое будет достаточным для проведения расчетов корректирующих масс.

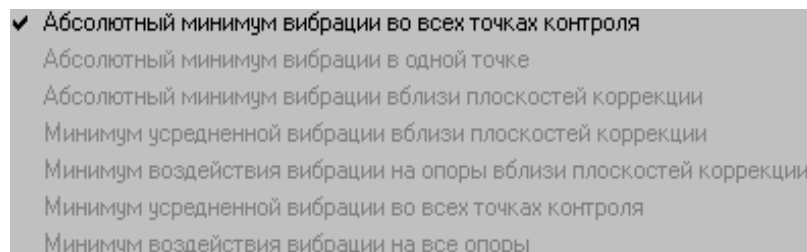


При необходимости общую стратегию и основные целевые параметры метода расчета корректирующих грузов можно оперативно изменить. Для этого следует нажать правую клавишу мышки (указатель мышки должен находится в поле окна выбора пусков, в любой его части) и на экране появится окно выбора дополнительных функций параметров и критериев расчета для определения параметров балансировочных грузов. Вид окна показан на рисунке слева.

При помощи активных функций этого окна можно сделать все необходимые изменения в используемом алгоритмическом обеспечении процесса расчета параметров балансировочных грузов для балансировки ротора в собственных подшипниках.

В первую очередь можно перейти от режима балансировки к реализации стратегии успокоения, от расчета по исходным сигналам перейти к расчету параметров корректирующих грузов по уже известным, рассчитанным ранее, коэффициентам влияния, можно изменить общий критерий расчета.

При помощи функций этого окна можно ввести в общий расчет контрольный пуск, параметры которого зарегистрированы на агрегате после установки на нем грузов с расчетными параметрами. Введение в расчет контрольного пуска позволяет выявлять нелинейность коэффициентов влияния и вероятность наличия в каждом пуске дефектов регистрации, и, в конечном итоге, уточнить расчет параметров корректирующих грузов.



В графическом окне слева, для примера, приведен полный перечень возможных критериев, на основании которых программа “Диана” может вести расчет параметров корректирующих грузов при балансировке. Их достаточно много.

Выбор того или иного критерия расчета для проведения балансировки

зависит от многих факторов, в основном это зависит от цели, поставленной при балансировке. Большое влияние на это оказывает опыт и частная практика проведения балансировочных работ конкретного пользователя программы.

При поставке системы АТЛАНТ, с вложенной программой балансировки роторов в собственных подшипниках “Диана”, алгоритм расчета “настроен” на основной критерий “Абсолютный минимум вибрации во всех точках контроля”. Все остальные критерии, показанные выше в графическом окне, для пользователя недоступны.

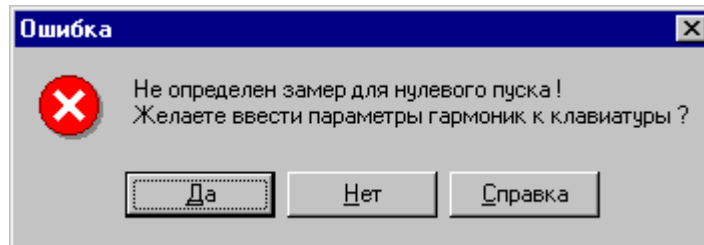
В случае, когда пользователь считает необходимыми использование в практике расчетов и других критериев балансировки, то необходимо, еще на стадии заключения договора на поставку прибора АТЛАНТ, согласовать каждый из этих, возможных, критериев оптимизации с пользователем программы, чтобы в итоге проводимых расчетов получаемые результаты одинаково трактовались как разработчиками программы, так и ее пользователями.

Изменение критериев и параметров балансировки может производиться оперативно, при работе в программе “Диана”, с использованием уже имеющихся замеров вибрации. Для этого не требуется выходить в основную программу АТЛАНТ, т. к. при этом не затрагиваются конфигурация прибора и протокол балансировки, неизменным остается список замеров, пригодных для проведения процесса балансировки.

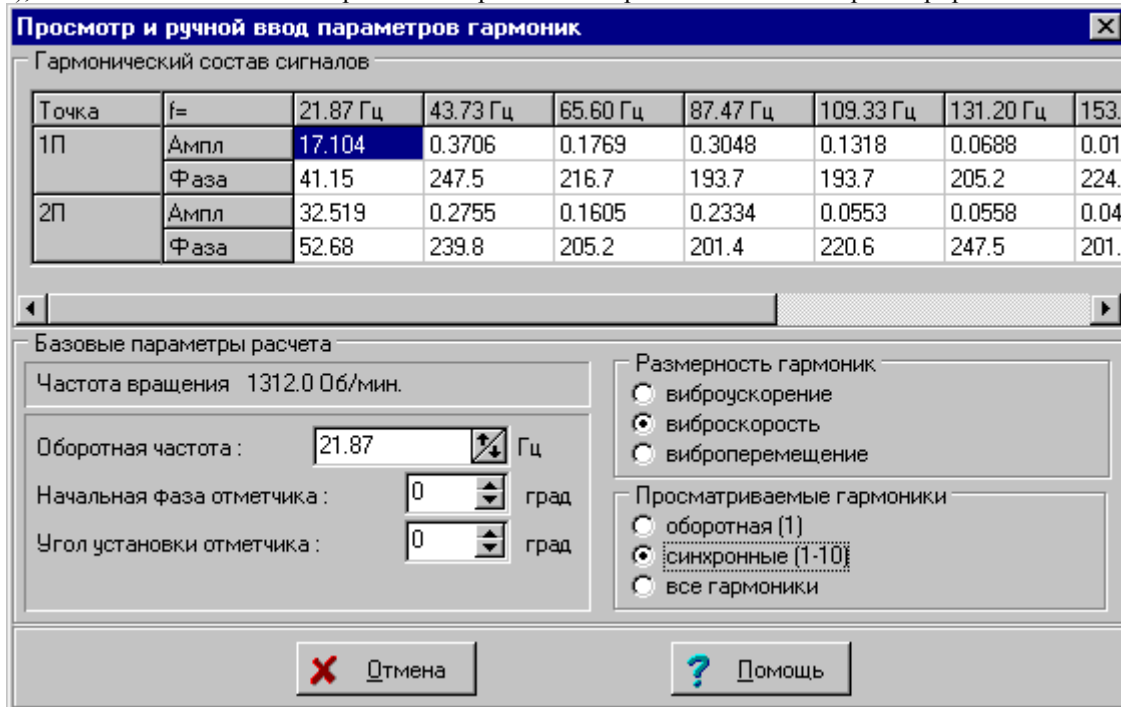
Кнопка “Гармоники”.

По каждому замеру вибрации, когда он уже приписан к номеру расчетного пуска, можно не только просмотреть параметры пробных грузов, но и список гармоник в сигналах. Для этого следует нажать клавишу “Гармоники”, и на экране появится окно гармоник. Если активная строка стояла на “пустой” позиции в окне “список пусков”, то на экране появляется запрос следующего вида.





В нем указывается номер пуска, сообщается, что замер для этого пуска не определен, и задается вопрос, будет ли пользователь вводить информацию по гармоникам с клавиатуры. При подтверждении этого на экране появляется окно просмотра и ручного ввода параметров гармоник. При уже определенном замере ( в строке пусков ), в этом окне показываются реальные гармоники оборотной частоты в зарегистрированных сигналах.



В верхней части окна можно просмотреть ( или ввести с клавиатуры ) основные параметры гармоник - частоту, амплитуду и начальную фазу. Состав и размерность показа амплитуд гармоник определяется правой нижней частью окна.

Если выбрана только обратная гармоника, то показывается только первая гармоника. Если выбраны все синхронные гармоники, с первой по десятую, то показываются целые гармоники оборотной частоты с первой по десятую. При выборе “все гармоники” показывается весь гармонический состав всех сигналов, включая дробные гармоники.

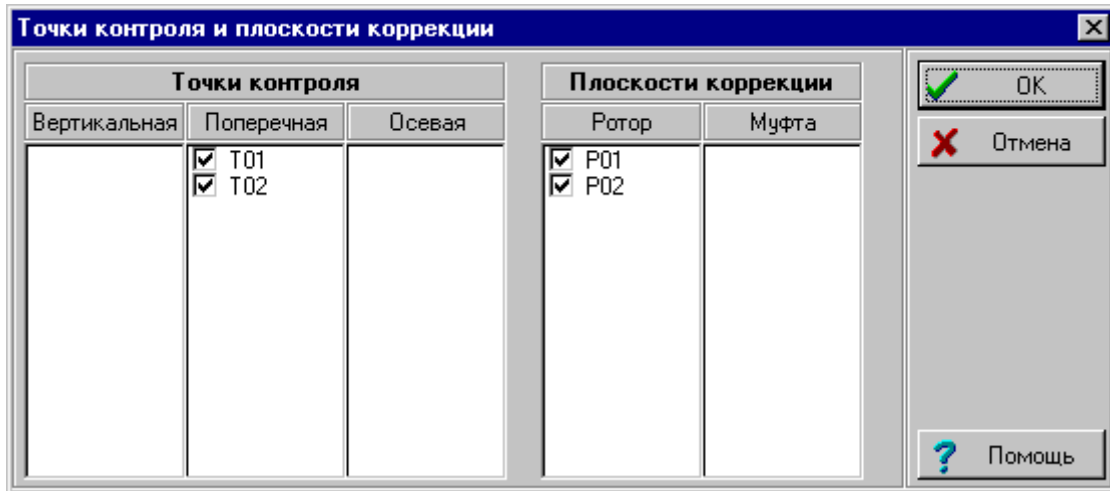
Параметры гармоник можно корректировать при помощи клавиши “исправить”.

Слева внизу показываются параметры установки отметчика фазы, начальная фаза отметчика ( его фазовая погрешность ) и начальный угол установки отметчика.

Справка: Начальная фаза гармоник в базе данных всегда хранится и показывается в той размерности, в которой проводилась регистрация сигналов. При переходе от одного представления вибросигнала к другому, реально, фаза изменяется. При переходе от виброускорения к виброскорости начальная фаза увеличивается на 90 градусов, при переходе от виброскорости к виброперемещению она возрастает еще на 90 градусов. ( Во всех этих переходах действует правило перехода через 3600. ) В окне показа она не изменяется. Практически, это может оказать влияние на точность расчета корректирующих грузов тогда, когда пользователь использует ранее рассчитанные коэффициенты влияния, например для размерности виброперемещения, для расчета сигналов в размерности виброускорения. Мы рекомендуем определять всегда в файлах конфигурации размерность вибросигналов “виброускорение”, что гарантирует всегда меньшие ошибки, т. к. это есть исходные сигналы с вибродатчиков.

Кнопка “Коррекция”.

Если нажать клавишу “Коррекция”, то можно провести корректировку протокола балансировки (в сторону уменьшения параметров расчета) без изменения параметров замеров. На экране при этом появится окно “Точки контроля и плоскости коррекции”, т. е. описание выбранного протокола балансировки.



При помощи этого дополнительного окна можно провести корректировку протокола балансировки в сторону уменьшения точек контроля и плоскостей коррекции, исключая их из рассмотрения.

Такую процедуру приходится иногда делать при недостатке исходной информации или при ограниченности доступных плоскостей коррекции. Иногда это делается с целью упрощения измерений и расчета, исключения из расчета плоскостей с пониженным влиянием.

Кнопка “Грузы”.

После выбора пусков для расчета необходимо проверить наличие информации по пробным грузам, которые были установлены на плоскостях коррекции в каждом из выбранных пусков.

Для этого курсор активной строки устанавливается на соответствующий пуск в разделе “Список пусков” и нажимается “Грузы”. Информация по всем использованным ( установленным ) в замере ( пуске ) грузам показывается в дополнительном графическом окне “Параметры корректирующих грузов”. При помощи этого окна пользователь может просмотреть и, при необходимости, откорректировать величину и угол установки грузов, или даже приписать к замеру новую информацию по грузам.

Все внесенные в этом режиме изменения параметров масс и углов установки корректирующих грузов, будут автоматически записаны в базу данных и приписаны к данному файлу замера, информация по которому корректируется. Внимание: При всех следующих вызовах этого файла замера для просмотра на экране будут показаны и использованы во всех расчетах новые, откорректированные параметры грузов !

Кнопка “Коэффициенты”.

Клавиша “коэффициенты влияния” в окне “список пусков” становится доступной для пользователя только тогда, когда по данному агрегату и данному протоколу балансировки уже выполнялся хотя бы один расчет корректирующих грузов и были рассчитаны коэффициенты влияния. Если расчет коэффициентов влияния еще не выполнялся, то данная клавиша для пользователя не является активной.

Ручной ввод параметров и проведение балансировки..

В программе предусмотрен не только режим корректировки на экране информации по пробным грузам, но и все необходимые функции для ввода в программу полной информации для проведения процесса балансировки при отсутствии замеров вибрации, выполненных при помощи прибора АТЛАНТ.

Для этого необходимо ввести в программу:

- Ввести в программу информацию по гармоническому составу вибросигналов во всех необходимых пусках, состав которых определен протоколом балансировки.
- Ввести в программу информацию по параметрам корректирующих грузов во всех пусках.
- Произвести расчет параметров грузов обычным образом.
- Информация по сформированному пуску ( пускам ) будет записана в базу данных и может быть, в дальнейшем, использована в расчетах обычным образом.

Такой режим работы может оказаться полезным и тогда, когда, например, делается попытка анализа балансировок, выполненных пользователем ранее. Или в том случае, когда пользователь не имеет замеров вибрации в полном объеме, необходимом для расчета, но знает значения коэффициентов влияния, определенные другим методом.

Для реализации этой функции необходимо встать на поле нужного пуска и нажать клавишу “гармоники”. Порядок ввода описан выше.

Справка: Угол установки корректирующих грузов всегда отсчитывается от метки на валу ( более точно от границы перехода, обычно это точка перехода от черного к белому ) против вращения ротора. Начальный угол установки отметчика отсчитывается от вертикали по направлению вращения ротора.

### 6.2.5. Аналитический ( классический ) расчет параметров корректирующих грузов.

После запуска алгоритма расчета корректирующих грузов при помощи нажатия клавиши “Расчет” программа в автоматическом режиме выполняет все необходимые преобразования вибросигналов и расчеты.

Общее управление алгоритмом расчета параметров корректирующих грузов выполняется протоколом балансировки, в котором сосредоточена вся необходимая для этого информация.

Итоги выполненного расчета коэффициентов влияния и параметров корректирующих грузов представляются на экране в отдельном “двойном” графическом окне просмотра. Это окно просмотра имеет две страницы, которые, по выбору пользователя, можно просматривать поочередно.

Панель просмотра результатов – “Расчетные массы”.

Расчетные массы			Расчетные остаточные вибрации (мм.с)							
Плоскость	Масса	Угол (°)	Точка	СКЗ	Первая гармоника					
					Вертикальная		Поперечная		Осевая	
					Ампл	Фаза (°)	Ампл	Фаза (°)	Ампл	Фаза (°)
P01	1.54	130.6	T01	0.0	--	--	0.0	0.0	--	--
P02	0.20	128.2	T02	0.0	--	--	0.0	0.0	--	--

Первая страница окна просмотра называется “расчетные массы” (выбор делается в верхней части экрана) и отображает конечные итоги выполненных расчетов по определению параметров корректирующих грузов. В ней сведены все рассчитанные значения масс грузов и углы их установки. В правой части этого окна приведены остаточные значения вибрации в контролируемых точках, которые, по расчету, должны остаться после установки на плоскости контроля агрегата грузов с рассчитанными параметрами. Остаточная вибрация приведена только для контролируемых гармоник. В нижней части окна приведена информация по расчетной эффективности процесса балансировки.

Пример окна со значениями расчетных масс приведен выше. В нем имеется информация по массам, остаточным вибрациям в точках контроля и различных проекциях измерения вибрации, а так же значение расчетной эффективности балансировки или успокоения, в зависимости от выбранной стратегии балансировки.

Панель просмотра результатов – “Коэффициенты влияния”.

Вторая страница графического окна просмотра итогов расчета является справочной и предназначена для просмотра на экране значений расчетных коэффициентов влияния от плоскостей коррекции на точки контроля. Она называется “коэффициенты влияния” и выглядит несколько иначе.

Расчетные коэффициенты влияния					Дополнительные параметры			
Плоскость	Точка T01П		Точка T02П		Плоск	Чувств.	Пуск	Достов.
	Модуль	Фаза	Модуль	Фаза				
P01	8.7432	84.147	19.888	102.75	P01	14.32	№01	96.6%
P02	19.815	114.77	9.8228	94.389	P02	14.82	№02	79.0%

Нелинейность коэффициентов влияния		
	Точка T01П	Точка T02П
	6.782	17.62

На нем дополнительно к информации по величинам комплексных коэффициентов влияния показывается информация по чувствительности плоскостей. Если в расчете была использована информация по контрольному пуску, который выполнялся после установки расчетных грузов, то в окне “коэффициенты влияния” показывается достоверность каждого из опытных пусков и нелинейность всех коэффициентов влияния от пуска к пуску.

Достоверность параметров пуска приходится рассматривать и анализировать тогда, когда имеет место несоответствие расчетных остаточных вибраций и реальных, полученных после установки рассчитанных грузов и проведения контрольного пуска.

При введении в расчет параметров контрольного пуска программа проводит анализ, параметры какого пуска внесли максимальный вклад в итоговую погрешность расчета. Если достоверность равняется 100%, то данный пуск не внес погрешности. Если расчетная достоверность равна 50%, то информация данного пуска достоверна наполовину.

Чувствительность плоскостей влияния оказывается полезной тогда, когда пользователь хочет минимизировать количество плоскостей коррекции, на которых планируется устанавливать груза.

Функциональные клавиши.

В этих двух окнах просмотра итогов расчета, расчетных масс и коэффициентов влияния, параметров корректирующих грузов, внизу, приведены и могут быть использованы активные клавиши:

- “Список пусков” - функция, позволяющая вернуться в окно формирования списка замеров для проведения расчета с новыми начальными установками, в котором можно изменить набор сигналов и произвести расчет заново. Можно изменить параметры алгоритма подбора пробных грузов, гармоник и т. д.

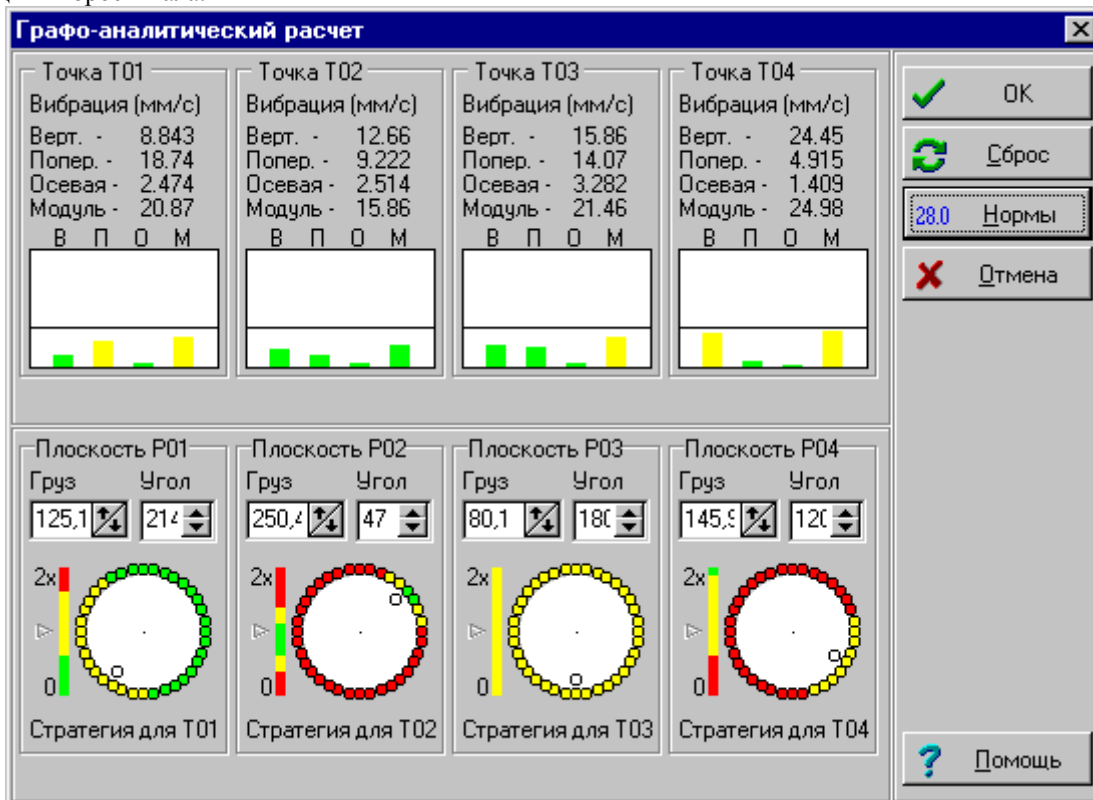
- “Отчет” - автоматическое формирование программой “Диана” отчетного протокола об итогах балансировки, просмотр этого протокола на экране компьютера и печать его принтере компьютера в графическом виде. Форма и состав формируемого программой отчета приведены ниже.
- “Графика” - мощная функция программы, позволяющая пользователю самостоятельно проводить корректировку рассчитанных грузов исходя из каких - либо специальных требований к расчету. Точнее эту функцию следует назвать графо-аналитическим методом подбора и расчета корректирующих грузов. Эта функция программы рассматривается в следующем разделе руководства.
- “Сохранить” – сохранение произведенного расчета в базе данных программы.

### 6.2.6. Графо-аналитический подбор параметров корректирующих грузов.

При помощи этой функции программы “Диана”, запускаемой при нажатии клавиши “Графика” (см. параграф выше), можно наглядно просмотреть на экране компьютера в графическом, мнемоническом, виде на экране итоги расчета параметров корректирующих грузов.

При помощи информации, показываемой в этом окне, легко моделировать и оценивать эффективность проведения (и проведенных!) балансировочных работ, выявить остаточные вибрации контролируемых точек (СКЗ виброскорости), остающиеся в агрегате после установки корректирующих грузов. Можно осознанно и целенаправленно вносить любые коррективы и изменения в итоги выполненного ранее аналитическим методом расчета параметров балансировки. При известных коэффициентах влияния можно выбирать оптимальную стратегию балансировки и успокоения механизма.

Окно графического определения параметров балансировки и просмотра итогов аналитического расчета “Графо-аналитический расчет” имеет вид, показанный на рисунке ниже. В зависимости от выбранного протокола балансировки в нем может быть различное количество вертикальных столбцов - модулей. Количество столбцов с графической и цифровой информацией, называемые “Точка T\_\_”, численно равно количеству точек контроля вибрации в агрегате, включенных в протокол балансировки. Количество не связано с количеством проекций контроля в каждой точке, т. к. в каждом столбце одновременно отражаются все три проекции вибросигнала.



Каждый отдельный столбец графического и цифрового отображения расчетных параметров балансировки и параметров состояния контролируемого агрегата условно может быть разделен на четыре функциональные зоны:

- В верхней части столбца располагается информация по величинам остаточных вибраций в данной контролируемой точке. Эти величины приведены как результат аналитического расчета параметров балансировочных грузов. Значения вибрации в этом окне представляется в цифровом виде, в размерности СКЗ виброскорости. Здесь представляются те проекции вибрации, по которым велось измерение и расчет. Если измерение в какой – либо проекции не проводилось, то в этой строке стоит нулевое значение. Нижнюю строчку информации по остаточным вибрациям занимает значение модуля СКЗ вибрации в данной точке ( подробнее см. описание программы “Паллада+” ).

- Ниже расположено графическое окно представления остаточных вибраций в данной точке по проекциям. Количественно величина вибрации в каждой проекции представляется в виде столбцов. Правый столбец - вертикальная проекция, далее поперечная, осевая и завершает столбец, высота которого пропорциональна модулю вибрации. Горизонтальная линия на экране соответствует нормативному значению вибрации для данного агрегата. Величина нормируемого значения виброскорости указана и может быть откорректирована при помощи клавиши “Нормы”, расположенной правее графика. При нажатии на эту клавишу на экране появляется перечень норм (рекомендаций ISO), в котором пользователь выбирает необходимое значение. В любой момент цвет столбца виброскорости на графике отражает его относительную величину. Относительное значение выбиралось как отношение СКЗ проекции вибрации к выбранной пользователем норме. Зеленый цвет - хорошее состояние, желтый - удовлетворительное, а красный - неудовлетворительное состояние контролируемой точки в данной проекции по вибрации.

- Ниже, в середине столбца, располагается зона количественных параметров устанавливаемого в данной плоскости коррекции груза. Здесь указывается масса груза и угол его установки на плоскости коррекции. Значения массы и угла можно изменять при помощи стрелок “больше - меньше” правее цифр же или непосредственно вводя в поля цифровые значения при помощи клавиатуры.

- Самую нижнюю часть экрана занимает наиболее важная для практики зона - зона графического выбора параметров балансировочных грузов. Она включает в себя параметры, предназначенные для выбора оптимальной стратегии, направления изменения параметров, для подбора масс и углов установки корректирующих грузов. При помощи правой клавиши мышки можно выбрать, для какой точки контроля в данном столбце будет строиться стратегия подбора грузов. В приведенном примере, на картинке, четыре точки контроля и четыре плоскости коррекции. В этой зоне, слева, расположена вертикальная шкала для отображения и подбора величины массы груза. На столбце зеленым показано значение груза, при котором вибрация в контролируемой точке будет в зоне «хорошее состояние». Аналогичный смысл имеют желтая и красная зоны на вертикальной шкале. Правее располагается угловая шкала для отображения условных зон для подбора угла установки корректирующего груза на плоскости коррекции.

При входе в функцию графического подбора условный груз с рассчитанной массой в этой зоне располагается на окружности в расчетном значении угла. Вблизи точки установки груза (внутри окружности) часть окружности зеленая, далее по сторонам идут две желтых дуги, а далее окружность замыкает красная дуга. Цвет каждой дуги условно отражает величину остаточной вибрации в выбранной точке исходя из условия, что вибрации будут иметь такой уровень, если груз с исходной массой будет перемещен в данную точку плоскости коррекции. Условный груз можно перемещать на графике по окружности плоскости коррекции при помощи указателя и левой кнопки мышки. При этом на экране будут автоматически изменяться значения остаточных вибраций во всех точках контроля, на которые эта плоскость коррекции влияет. Также автоматически будет изменяться цветовая расцветка всех окружностей и столбиков вибрации.

На графиках можно не только перемещать груз по окружности плоскости коррекции, но и изменять величину массы любого корректирующего груза. При этом также будет изменяться общая картина остаточных вибраций в контролируемых точках и цветовая расцветка графиков и остаточных вибраций. Определить оптимальное направление изменения массы груза удобно при помощи вертикального столбца - шкалы, расположенного левее окружности. Крайние значения этой шкалы масс равны “0”, “1” и “2х”. Среднее значение шкалы, единица, соответствует текущему значению массы корректирующего груза, верхнее значение соответствует удвоенному текущему грузу.

Столбец по разному окрашен. Если зеленая зона сосредоточена вблизи центра столбца, значит масса груза выбрана правильно. Если центр столбца желтый, то массу груза нужно изменять в сторону зеленой части столбца, если конечно она на шкале имеется. Изменение массы груза производится нажатием на клавиши “вверх - вниз” до тех пор, пока зеленый сектор своей серединой не установится вблизи центра шкалы, напротив указателя.

Если на столбце - шкале подбора величины массы груза нет зеленого сектора, то это подразумевает, что при помощи изменения массы данного груза нельзя добиться снижения вибрации до нормы. Необходимо попытаться изменить угловое положение груза до зеленого сектора на окружности. Если же и на окружности тоже нет зеленого сектора, то отсюда следует, что вероятнее всего при помощи балансировочного груза только на этой плоскости коррекции нельзя снизить вибрации в контролируемой точке до “хорошего” значения, до “зеленого” цвета. Необходимо дополнительно воспользоваться другими плоскостями, оказывающими влияние на данную точку контроля вибрации.

При наличии в протоколе балансировки нескольких плоскостей коррекции и нескольких точках контроля пользователь может:

- самостоятельно попытаться подобрать массы и места установки грузов;
- исключить из балансировки плоскости, установка грузов в которых наиболее трудоемка.

Графический подбор грузов может быть выполнен как при балансировке, так и при успокоении агрегата. При успокоении, из - за возросшего объема вычислений, скорость изменения информации на экране несколько уменьшится, но все подсказки в выборе направления подбора грузов сохранятся. Режим успокоения при ручном подборе грузов может оказаться очень эффективным.

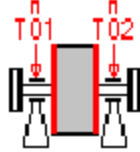
Графо-аналитический режим подбора корректировочных грузов очень удобен при известных коэффициентах влияния, когда при помощи одного замера в памяти прибора можно оптимизировать процесс балансировки, используя для него минимум плоскостей коррекции, что наиболее удобно при ремонтах.

Итоги расчета параметров балансировочных грузов, как после аналитического, так и после графо-аналитического расчета, могут быть сохранены в программе. Это дает возможность вернуться и в любой момент просмотреть итоги любого варианта расчета корректирующих грузов.

### 6.2.7. Отчет по балансировке.

Отчет формируется программой автоматически из окна “Расчетные массы и коэффициенты влияния”. Форма протокола является заданной заранее.

Основной фрагмент отчета по балансировке показан ниже.

<b>ДИАНА 2.0</b>							<b>© "Вибро-Центр"</b>		
Отчет по итогам проведения балансировочных работ 04.04.2001 14:46:30 агрегат "Балансировочный станок (пуски контрольный+заключительный)", станция "Тестовые Способ балансировки : Динамическая									
<b>Расчетная схема</b>									
									
<b>Исходные вибрации</b>							<b>Рекомендуемые груза</b>		
	Вертикальная		Поперечная		Осевая		Плоскость	Масса	Угол
Точка	Амплитуда	фаза	Амплитуда	фаза	Амплитуда	фаза			
T01	--	--	17.1	0.0	--	--	P01	1.5	130.6
T02	--	--	32.5	0.0	--	--	P02	0.2	128.2
<b>Остаточные вибрации</b>							<b>Установленные груза</b>		
	Вертикальная		Поперечная		Осевая		Плоскость	Масса	Угол
Точка	Амплитуда	фаза	Амплитуда	фаза	Амплитуда	фаза			
T01	--	--	1.1	102.1	--	--	P01	1.5	130.0
T02	--	--	1.8	90.5	--	--	P02	0.2	130.0

Для протокола балансировки у которого в “виде балансировки” указан резонансный балансировочный станок формируются еще два дополнительных отчета, в которых вместо вибрации фигурирует дисбаланс ротора.

## 7. Специальные возможности прибора “Атлант”

### 7.1. Расчет характеристик насосных агрегатов.

#### 7.1.1. Расчет КПД насосов.

Вопрос определения оптимальных рабочих точек насосных агрегатов не входит в круг задач, обычно решаемых на предприятиях вибродиагностическими службами. Тем не менее, в состав программных средств прибора Атлант была введена такая функция. Это объясняется несколькими причинами:

- высокая эффективность процедуры оптимизации рабочих точек насосных агрегатов, позволяющая сберечь значительные объемы потребляемой электроэнергии, до 20 процентов;
- простота реализации этой функции в составе прибора Атлант, где все необходимые процедуры уже имеются.

#### 7.1.2. Ввод информации.

Для входа в алгоритм расчета рабочих характеристик насосов необходимо установить активную строку на наименование агрегата и нажать правую клавишу мышки. Далее в списке активных функций программы выбирается функция «Рабочие характеристики насосов».

На экране появляется графическое окно с наименованием «Данные для расчета характеристик насоса».

N	Электродвигатель				Насос			КПД
	Напряжение фазы U, (В)	Ток фазы I, (А)	Cos F о.е.	Мощность двигателя P, (кВт)	Давление		Расход Q, (м3/час)	
					Вход P1 м вод.ст.	Выход P2 м вод.ст.		
1								
2								

Дата измерений: 19.06.98

Файл хранения: n190698.010

Примечание: \_\_\_\_\_

Buttons: Сохранить, Расчет КПД, Отмена, Помощь

На экране будет таблица, в которую пользователь должен ввести нужные показания.

Таблица имеет две основные группы столбцов. В первую входят параметры энергопотребления насосного агрегата. Это напряжение питания электродвигателя, потребляемый фазный ток, коэффициент мощности и потребляемая электродвигателем из питающей сети активная мощность. В строку можно вводить потребляемый ток, напряжение и коэффициент мощности, по которым программа сама рассчитает потребляемую из сети мощность. В таблицу можно вводить измеренное приборами значение мощности, тогда программа перерасчет производить не будет.

Если на насосном агрегате имеется только контрольный амперметр, то можно вводить потребляемый ток и напряжение, задав коэффициент мощности равным единице. Абсолютная точность расчетов при этом снизится, но рабочую точку с максимальным КПД можно будет определить достаточно точно.

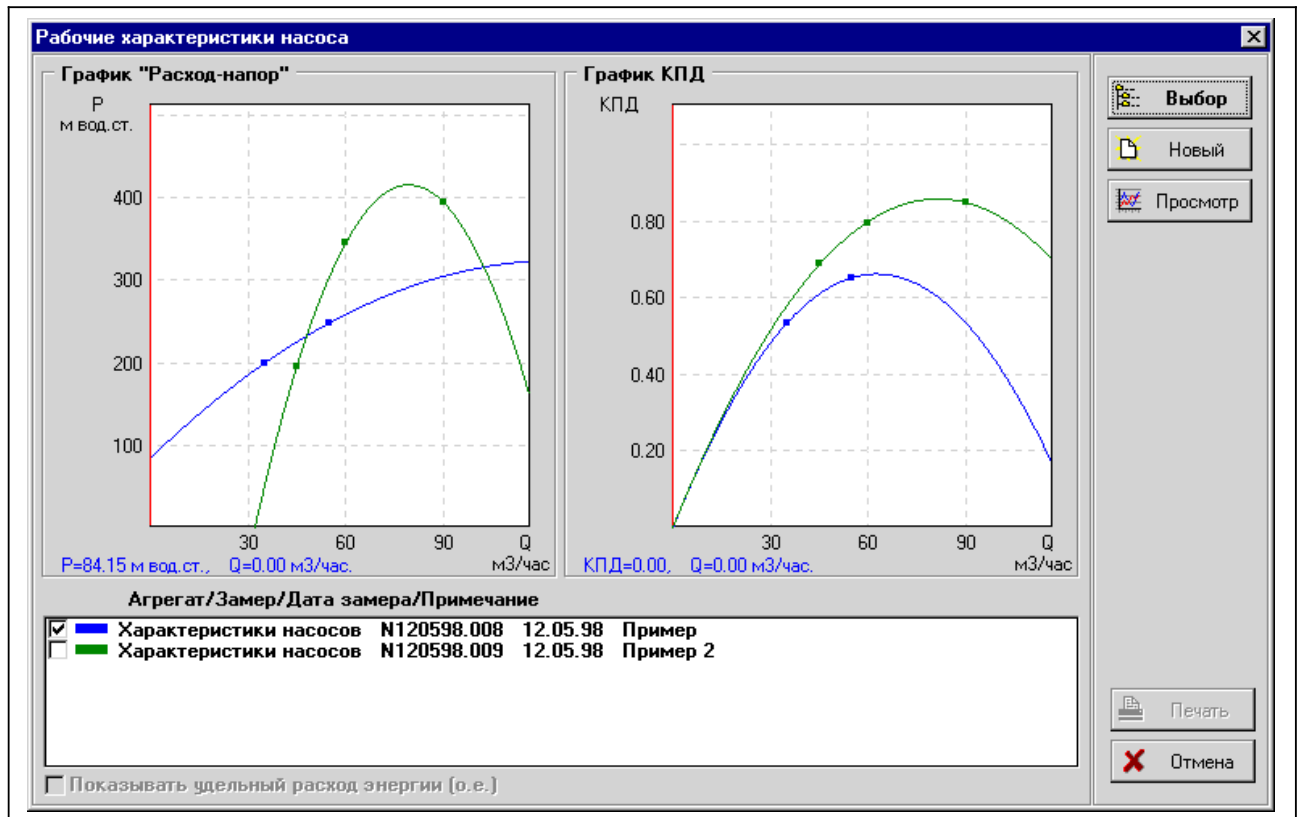
Во вторую группу параметров входит информация по рабочим параметрам насоса. Данные по давлениям и расходу пользователь должен брать с соответствующих показывающих приборов.

Значками «+» и «-» добавляются строки в таблицу данных.



### 7.1.3. Расчет характеристик насосов.

Графики «расход – напор» и «КПД» имеют вид, показанный на рисунке. Одновременно можно просматривать несколько графиков. Переход с одного на другой производится переключением в нижнем окне.



При помощи курсора можно определить такой режим работы насоса, когда его КПД будет максимальным.



## 8. ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВКИ

### 8.1. Методика калибровки прибора АТЛАНТ

Настоящая методика метрологической калибровки распространяется на многоканальный синхронный регистратор электрических сигналов АТЛАНТ.

1.1. При проведении калибровки должны выполняться операции, указанные в табл. 1

Наименование операции	Номер пункта методики калибровки	Обязательность проведения при калибровках	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	5.1	да	да
Определение массы и габаритных размеров	5.1	да	нет
Опробование	5.2	да	да
Определение основной относительной погрешности измерения амплитуды электрического сигнала на частоте 1000 Гц в диапазоне измерения по каждому каналу	5.3	да	да
Определение метрологических параметров неравномерности АЧХ измерения электрических сигналов	5.4	да	да

#### 2. СРЕДСТВА КАЛИБРОВКИ

2.1. При проведении калибровки должны применяться средства, указанные в табл. 2

Возможно применение средств измерений и оборудования других типов, имеющих аналогичные основные характеристики.

Наименование измеряемого параметра	Метрологические характеристики	Рекомендуемые средства поверки
Определение амплитудно – частотной характеристики	Диапазон частот 1 - 20000 Гц, стабильность не хуже $\pm 0,5\%$ .	Генератор сигналов низкочастотный типа / ГЗ-118 /
Определение выходных параметров	Погрешность измерения постоянного и переменного напряжения не хуже $\square 0,1\%$ .	Универсальный цифровой вольтметр В7 - 40, В7 - 34
Измерение габаритных размеров	Диапазон измерения до 1000 мм, погрешность $\pm 1$ мм.	Линейка измерительная металлическая ГОСТ 427-75
Измерение массы	Диапазон измерения до 2,5 кг, погрешность $\pm 0,01$ кг.	Весы аттестованные метрологической службой

#### 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении калибровки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- к работе с контрольной аппаратурой при калибровке должны допускаться лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности труда и пожарной безопасности.
- лица, допущенные к работе, должны проходить ежегодную проверку знаний по технике безопасности;

#### 4. УСЛОВИЯ КАЛИБРОВКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

При проведении калибровки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $20 \square 5 \square C$  ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 86 до 107 кПа;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме земного), влияющих на работу приборов;
- отсутствие вибраций, тряски и ударов, влияющих на работу приборов.

Подготовка к калибровке приборов, датчиков и контрольной аппаратуры должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации на них.

#### 5. ПРОВЕДЕНИЕ КАЛИБРОВКИ

5.1. Внешний осмотр. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемых приборов следующим требованиям:

- комплектность: прибор АТЛАНТ должен быть укомплектован, паспортом и методикой поверки, согласно комплекту поставки;
- должны отсутствовать дефекты и повреждения, влияющие на работу прибора или ухудшающие внешний вид;

При первичной калибровке прибора на предприятии - изготовителе производится проверка габаритных размеров и массы прибора на соответствие конструкторской документации.

5.2. Опробование. Производится согласно руководству по эксплуатации

При опробовании калибруемого прибора необходимо произвести следующие операции:

6. запустить программу - АТЛАНТ.
7. подключить к выходу генератора сигналов низкочастотного типа / ГЗ-118 / цифровой вольтметр и один из каналов прибора АТЛАНТ в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.
8. установить частоту сигнала с генератора равной 1000 Гц, уровень сигнала 1.0 В, контролируя его цифровым вольтметром.
9. убедиться в том, что основная относительная погрешность прибора не более 2%.

На этом проверка правильности функционирования прибора (опробование) закончена.

5.3. Определение основной погрешности прибора. Перед испытаниями прибор должен быть выдержан при температуре поверки на время не менее 2-х часов

Основную погрешность определяют при замерах не менее, чем в четырех контрольных точках, интервал между которыми не должен превышать 25% диапазона измерения, включая начальную и конечную амплитуду сигнала по показаниям прибора.

Определение основной погрешности прибора производится по каждому каналу измерения отдельно.

5.3.1. Поверка каналов измерения электрических сигналов в рабочем диапазоне частот производится с целью определения основных приведенных погрешностей

Калибровка должна производиться с использованием генератора и цифрового вольтметра согласно п.2.1 методики калибровки АТЛАНТ 001.МК.

Задается электрический сигнал с частотой 1000 Гц и уровнем сигнала в диапазоне от 0 до 3,5 В. Рекомендуемые значения амплитуд сигнала должны выбираться из ряда: 1,0; 2,0; 3,0; 3,5 В.

Основная абсолютная погрешность канала измерения прибора определяется по показаниям прибора в программе АТЛАНТ по формуле:

$$\Delta = U - U_i,$$

где: U - уровень сигнала, задаваемый генератором низкочастотных сигналов, В;

$U_i$  - уровень сигнала, зарегистрированного прибором, В.

$$U_i = A_i / \sqrt{2},$$

где:  $A_i$  - амплитуда сигнала, зарегистрированного прибором, В.

5.3.2. Калибровка канала измерения сигнала в рабочем диапазоне амплитуд производится с целью определения основных приведенных погрешностей измерения

Сигнал задается генератором низкочастотных сигналов с частотой  $1000 \pm 0,5$  Гц и уровнем от 0 до 3,5 В. Измерения проводятся при нескольких ( не менее 4 ) значениях ( см. п. 5.3.1 ).

Определение основной абсолютной погрешности прибора в контрольных точках производится по формуле:

$$\Delta_i = U - U_i,$$

где: U - уровень сигнала, задаваемого на генераторе сигналов, В;

$U_i$  - уровень сигнала, зарегистрированного прибором в контрольной точке, В.

5.3.3. Основную относительную погрешность прибора в процентах, рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = \Delta_i / D \cdot 100 \%,$$

$$\Delta_{\max} = \max ( \Delta_i ),$$

где:  $\Delta_{\max}$  - максимальное значение из  $\Delta_i$  погрешностей.

D - диапазон измерения.

Прибор считается выдержавшим испытания, если основная относительная погрешность каждого канала не превышает 5 %.

5.4. Определение метрологических параметров неравномерности амплитудно - частотной характеристики (АЧХ) прибора производится следующим образом. Установить частоту сигнала с генератора равной 1 кГц, уровень сигнала, равный 1,0В , контролируя его цифровым вольтметром. Затем, сохраняя

установленный уровень сигнала равным  $1,0B \pm 0,1\%$  , изменяют частоту сигнала генератора в соответствии с табл. 3, фиксируя показания прибора ( амплитуду зарегистрированного сигнала ) на фиксированных частотах. Прибор считается выдержавшим испытания, если относительная погрешность показаний прибора в контрольных точках лежит в пределах, указанных в табл. 3.

$$\Delta_{\max} = \max ( \Delta_i ),$$

$$\Delta_i = \Delta_i / D \cdot 100 \% ,$$

где:  $\Delta_{\max}$  - максимальное значение из  $\Delta_i$  погрешностей,

D - диапазон измерения.

F (Гц)	10	100	500	1000	5 000	7 500
U ( $\hat{A}$ )	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\Delta_{\text{доп}}$	$\Delta 0,5\%$	$\Delta 0,5\%$	$\Delta 1\%$	$\Delta 1\%$	$\Delta 1,5\%$	$\Delta 2\%$

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КАЛИБРОВКИ

6.1. Результаты калибровки заносят в протокол и заверяют оттиском клейма ОТК. При выполнении калибровки рекомендуется использовать протоколы по форме Прил.-1.

6.2. Отметка о проведении калибровки и заключение о пригодности прибора в комплекте с датчиками к применению оформляется в паспорте (свидетельство о приемке) в установленном порядке.

Запрещается выпуск в обращение и применение прибора не прошедшего калибровку. При этом в обязательном порядке осуществляется погашение клейм и выдается извещение о непригодности прибора к применению с записью в нем параметров, по которым он не соответствует техническим условиям.

## 8.2. Протокол калибровки многоканального синхронного регистратора электрических сигналов “АТЛАНТ”

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_  
годен , не годен

2. Опробование \_\_\_\_\_  
годен , не годен

3. Определение основной максимальной погрешности измерения сигнала в соответствии с методикой калибровки АТЛАНТ 001.МК.

\_\_\_\_\_ соответствует, не соответствует

4. Определение максимальной неравномерности амплитудно - частотной характеристики измерения в соответствии с методикой калибровки АТЛАНТ 001.МК.

\_\_\_\_\_ соответствует, не соответствует

Заключение :

По результатам проведенной калибровки прибор АТЛАНТ зав. № \_\_\_\_\_ признан

\_\_\_\_\_ к эксплуатации.

годен, не годен

Подпись ответственного лица \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

м. п.

## 9. Приложения

### 9.1. Приложение 1. Описание общей структуры базы данных версии 3.03

"Каталог программы"\Base\\_Stan\\_Ceh\\_Podrazd\\_Agr\Zamer

Base\ - общий каталог для всех баз. Также содержит каталог Psp - паспорта.

\_Stan,\_Ceh,\_Podrazd - каталоги станции, цеха, подразделения.

Причем каталоги цеха и подразделения могут быть опущены, то есть путь будет ...\\_Stan\\_Agr\...

Они содержат файл unit\_d.inf.

Это обычный Window's Ini-файл, в котором записана информация :

```
[Main]
Name=Арбатская
Date=01.01.97
Time=00:00:00
```

где Name - наименование (до 60 символов).

Date,Time - дата и время создания.

а также дополнительная информация для конкретных программ.

Например :

```
[Pallada]
Enabled=1
- каталог "привязан" для Паллады.
```

\_Agr - каталог агрегата.

Они содержат файл unit\_a.inf.

Это обычный Window's Ini-файл, в котором записана информация :

```
[Main]
Name=Насос НМА-8000 N-13
Date=01.01.97
Time=00:00:00
```

где Name - наименование (до 60 символов).

Date,Time - дата и время создания.

а также дополнительная информация для конкретных программ.

Например :

```
[Pallada]
Enabled=1
- каталог "привязан" для Паллады.
Psp=NS_NMA-8.PSP
- имя файла паспорта
Svet=0
- состояние Хорошее.
```

Zamer - файлы замеров. M???????.???

???????.fkf - файлы конфигураций.

## 9.2. Приложение 2. Формат хранения замеров в базе данных

```

{
                                                                                               Вибро-Центр (г. Пермь)
                                                                                               AndreySchekalev@vibrocenter.ru

    Описание структур нового файла замера версии 3.09 для Atlant
    Начато                               01.10.97
    Последние изменения и дополнения 13.03.09

}
unit ZamHdr;

{$A-} { убрать выравнивание }
{$H-} { Короткие String }

interface

{ ТИПЫ переменных }
Type TReal      = Double; { 8b }
    TByte       = Byte;   { 1b - используется только для резерва }
{$IFDEF WIN32}
    TInteger    = SmallInt;{ 2b signed }
{$ELSE}
    TInteger    = integer;{ 2b signed }
{$ENDIF}
    TLongWord   = Longword;{ 4b unsigned }
    { TString   = PChar; ?? }
    TDate       = array [1..3] of TInteger; { Год, месяц, день }
    TTime       = array [1..3] of TInteger; { Часы, минуты, секунды }

const iFalse    = 0;
    iTrue       = 1;

{-----}
{ Всякое общее }
const MaxShortStamps = 8000;
Type PIntegerArray = ^TIntegerArray;
    TIntegerArray = array [1..MaxShortStamps] of TInteger;
    PRealArray = ^TRealArray;
    TRealArray = array [1..MaxShortStamps] of TReal;

    { Масштабный коэффициент по умолчанию }
const MaxIntStamp = 15000;

{-----}
    { Заголовок замера - общие параметры }

Type TZamerPath   = array [0..80] of char;
    TZamerSign    = array [0..5] of char;
    TFileName     = array [0..12] of char;

const ZamerVersion = 301; { Текущая версия замера }

const CurrentZamerSign : TZamerSign = ('V','C','3','0','1',#0);

    { Заголовок замера - общие параметры }
Type TZamerHeader = record
    Path       : TZamerPath; { Путь к файлу }
    Date       : TDate;      { Дата и время создания }
    Time       : TTime;
end;

{-----}
    { Заголовок замера - Диагностические признаки файла замера }

const { ZamerType - Тип замера }
    ztOther    = 0; { Прочее - непонятный тип }
    ztSKZ     = 1; { СКЗ }

```

```

ztSignal          = 2; { Сигнал }
ztSpectr          = 4; { Спектр }
ztSpectrPower     = 8; { Спектр мощности }
ztSpectrFurie     = 16; { Спектр по Фурье }
ztSpectrOgib      = 32; { Спектр огибающей }
ztGarmon          = 64; { Гармоники }
ztKepstr          = 128; { Кепстр }
ztPowerBand       = 256; { Мощность в полосе }
ztAny             = $FFFF; { Любой }

const { DiagPsp - Наличие диагностического паспорта к замеру }
dpYes             = 2; { Есть }
dpNot             = 1; { Нет - свободный формат }
dpAny            = $FFFF; { Любой }

const { Synhro - Синхронность регистрации сигналов }
sySynhro         = 4; { Синхронно }
sySynhronyze     = 2; { Синхронизировано }
syNot            = 1; { Не синхронно }
syAny           = $FFFF; { Любой }

const { ZamerEdIzm - Размерность информации }
eiAcceleration   = 4; { Ускорение, м/с2 }
eiVelocity       = 2; { Скорость, мм/с }
eiDisplacement   = 1; { Перемещение, мкм }
eiVolt           = 16; { Вольты, В }
eiAmp            = 32; { Амперы, А }
eiOm             = 64; { Омы, Ом }
eiNikta         = 128; { Комплексный замер для Nikt-ы }
eiDinamo         = 256; { Динамограмма, Тонны }
eiVT            = 512; { Ваттметрграмма, }
eiTemp          = $400; { Температура, град }
eiForce         = $800; // Сила, Н
eiAny           = $FFFF; { Любая }

const { Stamp - Наличие отметчика }
stPhoto          = 4; { Фото }
stElectro        = 2; { Электронный }
stNot            = 1; { Нет }
stAny           = $FFFF; { Любой }

const { BalansMass - Наличие пробных корректирующих масс в балансировке }
bmYes            = 2; { Есть }
bmNot            = 1; { Нет }
bmAny           = $FFFF; { Любой }

const { BalansPlosk - Наличие плоскостей с грузами для балансировки }
bpYes            = 2; { Есть }
bpNot            = 1; { Нет }
bpAny           = $FFFF; { Любое }

{
    Заголовок замера - Диагностические признаки файла замера
    F - поле флажков - при наложении по AND должно быть <>0
    V> - числовые значения - должно быть больше, чем в замере
    V< - числовые значения - должно быть меньше, чем в замере
}

Type PZamerProperty = ^TZamerProperty;
TZamerProperty = record
    ZamerType      : TLongWord; { F Тип замера }
    DiagPsp       : TLongWord; { F Наличие диагностического
паспорта
                                к замеру }
    Persent       : TInteger; { V> Объем замера относительно
паспорта
                                в процентах }
    Synhro        : TLongWord; { F Синхронность регистрации
сигналов }
    ZamerEdIzm    : TLongWord; { F Размерность информации }

```

```

    SpectrFreq      : TLongWord; { V> Максимальная частота спектра,
Гц }
    SpectrStep      : TLongWord; { V< Ширина спектральной линии
*1000, Гц }
    AllX            : TLongWord; { V> Число отсчетов в _сигнале_ }
    Stamp           : TLongWord; { F Наличие отметчика }
    BalansMass      : TLongWord; { F Наличие пробных корректирующих
масс
                                в балансировке }
    BalansPlosk     : TLongWord; { F Наличие плоскостей с грузами
                                для балансировки }
    Reserv          : array [1..30] of TByte; { Резерв }
end;

(* Пример настроек на Палладу
const PalladaZamerProperty : TZamerProperty =
  ( ZamerType      : ztSignal or ztSpectr or ztGarmon;
    DiagPsp        : dpYes;
    Persent        : 60;
    Synhro         : syAny;
    ZamerEdIzm     : eiAcceleration or eiVelocity or
eiDisplacement;
    SpectrFreq     : 500;
    SpectrStep     : 500; { 0.5*1000 }
    AllX           : 256;
    Stamp          : stAny;
    BalansMass     : bmNot;
    BalansPlosk   : 0
  );
*)

{-----}
{ Таблица с технологическими параметрами }
const TechParamKol = 50; { Число технологических параметров }
Type TTechParamRecord = record
  Num      : TInteger; { Номер технологического параметра }
  ParamR   : TReal;   { Его значение }
end;
Type TTechParam = array [1..TechParamKol] of TTechParamRecord;

{-----}
{ Таблица тэгов }
{
  Механизм тэгов предназначен для хранения в файле замера
любого типа информации. Каждая запись TTagTableRecord
хранит уникальный номер тэга NumT>0 и ссылку, где он хранится
в файле замера. Место под OffT+LenT может быть занято непосредственно
значением параметра. Если NumT=0 - место в строке не занято.
  Существует глобальная таблица для всего замера
( gttBalansMass - глобальный тэг для балансировочных масс ) и
локальная таблица для каждого из сигналов (lttAriadnaDiag -
локальный тэг для результатов диагностики в Ariadne ).
}

{ Таблица тэгов }
const GlobalTagTableKol = 30; { Число строк в таблице тэгов }
Type TTagNum = TInteger;
Type TTagTableRecord = record
  NumT      : TTagNum;
  OffT      : TLongWord;
  LenT      : TLongWord;
end;
Type TTagTable = array [1..GlobalTagTableKol] of TTagTableRecord;

```



```

const gttBalansMass      = 1; { Глобальный тэг для балансировочных масс }
      gttNiktaDiag       = 3; { Глобальный тэг для результатов диагностики
                               в Nikte }
      gttTairTablHole    = 4; { Глобальный тэг для таблиц в Tair}
      gttTairTablVer     = 5; { Глобальный тэг для таблиц в Tair}
замере }
      gttNotes           = 6; { Глобальный тэг для длинных примечаний в
      gttGanimed         = 7; { Глобальный тэг для таблиц Ганимеда }
      gttAMTest          = 8; { Глобальный тэг для AMTest }
Ганимеда }
      gttGanimedCD       = 9; { Глобальный тэг для круговой диаграммы
      gttMotorData       = 10;{ Глобальный тэг для дополнительных данных по
мотору }
      gttGrad            = 11;{ Глобальный тэг для данных НПО Град }

      lttAriadnaDiag     = 2; { Локальный тэг для результатов диагностики
                               в Ariadne }
      lttBalansSKOtm     = 3; { Локальный тэг для отметчиков в Balans-SK }
      lttAMTEst2Otm      = 4; { Локальный тэг для отметчиков в AMТест-2 }

      gttNext            = 999; { Следующие таблицы тэгов }
      lttNext            = 999;

{-----}
  { Остальные общие параметры для замера - те, которые
    нужны для всего замера для конкретной программы,
    но не влияют на определение подходит ли замер
    для данной программы }

const { Ocenka - Оценка }
      ocOff              = 9; { выкл }
      ocNeud             = 6; { недопустимая }
      ocUdovl           = 3; { удовлетв }
      ocGood             = 0; { хор }

{----- Для Nikt-ы -----}
const { NiktaKolFaz - Какие фазы зарегистрированы }
      nkfYesA            = 1; { Есть фаза А}
      nkfYesB            = 2; { Есть фаза В}
      nkfYesC            = 4; { Есть фаза С}

const { NiktaHarZamer - Характер замера }
      nhzVkl             = 1; { Включение }
      nhzOtkl            = 2; { Отключение }
      nhzVklOtkl        = 3; { Включение-Отключение }
      nhzOtklVkl        = 4; { Отключение-Включение }
      nhzOtklVklOtkl    = 5; { Отключение-Включение-Отключение }

{-----EnglishMetric-----}
const emSystem=0; // Системные единицы
const emEnglish=1; // Английские
{-----}

  { Остальные общие параметры для замера }
Type TCommonParam = record
      KolTabl            : TInteger; { Максимальное количество Tabl,
место.                                     т.е. под них зарезервированно
                                           Здесь же таблицы под отметчики }
      OtmetchTabl       : TInteger; { Сколько из KolTabl относятся к
сигналам отметчиков, пишутся с
                                           KolTabl-OtmetchTabl+1 по KolTabl
номера =
                                           числу циклов снятия сигнала }
      Comment           : array [0..50] of char; { Примечание }
      Ocenka            : TInteger; { Оценка 9-выкл
                                           6-нед

```

```

3-уд
0-хор}

- 1,2,3 } NiktaKolFaz      : TInteger; { Количество зарегистрированных фаз
           NiktaHarZamer   : TInteger; { Характер замера }
протокола   ProtokolName    : TFileName; { Имя ассоциированного файла
           для балансировки }
СВК }       PodshMark      : array [0..15] of char; { Марка подшипника для
           AjaxDiag       : TReal; { Диагностика изоляторов по Ajax }
Английские } EnglishMetric   : TInteger; { 0-Системные единицы; 1-
           Reserv        : array [1..189] of TByte; { Резерв }
end;

{-----}
{ Строка таблицы для одного снятия сигнала }

const LocalTagTableKol = 10; { Число записей в локальной таблице тэгов }
Type TLocalTagTable = array [1..LocalTagTableKol] of TTagTableRecord;

const { Option - Флажки опций замера }
      opFaza      = 1; { Присутствует ли фаза в спектре }
      opSynhro    = 2; { Синхронный }

const { StampType - Тип записи отсчетов }
      stLin       = 0; { Линейный }

      { Строка таблицы для одного снятия сигнала }
Type TTabl = record
      Exist       : TInteger; { 0 - нет/1 - строка заполнена - введено
вместо           проверки LenT=0}
      Date        : TDate;    { Дата и время снятия замера }
      Time        : TTime;
      SKZ         ,          { СКЗ }
      Ampl        ,          { Максимальная Амплитуда, Abs() }
      Faza        ,          { Начальная фаза для сигналов с отметчиком
в градусах }
      X0          ,          { Нач. значение }
      XN          ,          { Кон. значение }
      dX          : TReal;    { Шаг }
      Option      : TInteger; { Флажки опций замера }
      Tip         : TInteger; { Тип замера ztXXXXX }
      EdIzm       : TLongWord; { Размерность информации eiXXXXX }
      AllX        : TLongWord; { Число отсчетов }

      Scale       : TReal;    { Множитель приведения TReal := Integer *

Scale }

      StampType   : TInteger; { Тип записи отсчетов - пока только
stLin }
      Offt        : TLongWord; { Смещение в файле }
      LenT        : TLongWord; { Длина в файле - теперь может быть равна
0 }

      LocalTagTable : TLocalTagTable; { Локальная таблица тэгов }

      OtmetchCikl : TInteger; { Номер цикла для отметчика или 0 для
                               сигнала }

```

```

        Angle      : TReal;      { Угол установки отметчика при снятии
                                сигнала }

        Offset     : TReal;      { Смещение нуля сигнала }
        Reserv     : array [1..35] of TByte; { Резерв }
end;

{-----}
{ Таблица грузов для балансировки }

const BalansMassKol = 20; { Число строк в таблице грузов для балансировки }
Type TBalansMassRecord = record
    NumPlosk      : TInteger; { Номер плоскости }
    Mass          : TReal;    { Масса в граммах }
    Angle         : TReal;    { Угол в градусах }
end;
Type TBalansMass = array [1..BalansMassKol] of TBalansMassRecord;

{-----}
{ Общая структура файла замера }

Type TZamerRecord = record
    ZamerSign     : TZamerSign; { Сигнатура файла замера }
    ZamerHeader   : TZamerHeader; { Заголовок замера -
                                    общие параметры }
    ZamerProperty : TZamerProperty; { Заголовок замера -
                                    Диагностические признаки
                                    файла замера }
    TechParam     : TTechParam;  { Таблица технологических
                                    параметров }
    CommonParam   : TCommonParam; { Остальные общие параметры
                                    для замера }
    TagTable      : TTagTable;   { Таблица тэгов }
end;
{ Далее идет KolTabl штук TTabl }
{ Далее - любая инфа : отсчеты, значения тэгов ... }

{-----}
{ Формирование имени файла замера
  Имя замера : МВГГММДД.ХХХ
              || | | | |
              || | | | + номер замера по порядку 001..999
              || | | + день
              || | + месяц
              || + год div 100
              |+ век 2 - 1900
              |   3 - 2000
              |   4 - 2100
              + просто буква М - это замер

              Всего в один день может быть до 999 замеров
              Пример : М2971002.008 - 8-ой замер от 2.10.1997
}

{-----}

implementation
end.
```

### 9.3. Приложение 3. Дополнительные возможности настройки программы

В каталоге INI находятся различные настроечные файлы, которые могут использоваться для дополнительной настройки программы.

MAIN.INI:

**[Power]**

Enable=1 – измерять при старте напряжение питания АЦП

Enable=0 – не измерять. Поставить, если при старте возникают проблемы с LPT-принтером.

**[ProgramFunctions]**

Можно включить/отключить некоторые ненужные функции программы.

**PALLADA.INI:****[Main]**

MaxStationLevel=3

Если не требуется разделение на Цеха и Подразделения, можно их запретить.

1 - Можно вводить только Станцию

2 - Можно вводить только Станцию и Цех

3 - Можно вводить Станцию, Цех и Подразделение

Максимальное число уровней - 5

**[Groups]**

KolGroup = 12

Group1 = ТА,0,Турбоагрегаты

Добавление своих групп оборудования.

Формат: GroupНомер = Двухбуквенный уникальный префикс файлов паспортов, 0, Имя группы.

Не забудьте изменить переменную KolGroup.

**[LevelNames]**

Можно ввести свои наименования станций, цехов, подразделений и агрегатов. Далее идут различные падежи.

*Краткая информация о фирме:*

***ПВФ «ВИБРО-ЦЕНТР» (г. Пермь)***

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по вибродиагностике для различных отраслей промышленности.

614600, Пермь ул. Кирова, 70 оф.402  
Тел/Факс (342) 212-84-74  
Адрес в интернете: [www.vibrocenter.ru](http://www.vibrocenter.ru)  
E-mail: [vibrocenter@vibrocenter.ru](mailto:vibrocenter@vibrocenter.ru)

---