



**Система контроля качества  
прессовки обмоток и стали  
трансформаторов по замерам  
вибрации, контроль состояния  
маслонасосов**

# ВЕСТА

Руководство по эксплуатации

г. Пермь

## Содержание

1	Введение.....	3
1.1	Назначение системы «ВЕСТА».....	3
1.2	Состав поставки системы «ВЕСТА».....	3
1.3	Требования к компьютеру.....	4
1.4	Регистратор спектров вибросигналов.....	4
1.5	Программные средства регистратора «ВЕСТА».....	4
1.5.1	Установка программы на компьютере.....	4
1.5.2	Структура хранения информации в базе данных.....	7
1.5.3	Состав и назначение базового ПО.....	8
1.5.4	Экспертно - диагностическое ПО.....	9
1.6	Требования к персоналу.....	9
2	Описание программы.....	10
2.1	Работа с базой данных программы.....	10
2.1.1	Выбор станции, трансформатора, замера.....	10
2.1.2	Ввод информации по “новому” трансформатору.....	13
2.2	Просмотр сигналов на экране.....	15
2.2.1	Выбор и раскладка сигналов на экране.....	15
2.3	Преобразования сигналов в приборе.....	20
2.3.1	Преобразования сигналов во “временном” виде.....	20
2.3.2	Преобразования в частотном виде.....	20
2.4	Печать графиков сигналов.....	22
3	Регистрация сигналов на баке трансформатора.....	24
3.1	Регистрация сигналов.....	24
3.1.1	Места и порядок проведения замеров.....	24
3.1.2	Режимы работы трансформатора, при которых производится измерение вибрации.....	26
3.1.3	Влияние нагрузки трансформатора на точность получаемых результатов.....	29
3.2	Ввод вибросигналов в программу.....	31
3.2.1	Хранение информации о замерах вибрации в памяти программы.....	31
3.2.2	Организация связи с прибором и формирование замеров в памяти программы.....	31
4	Диагностика качества прессовки активных элементов трансформатора.....	36
4.1	Назначение и возможности экспертной системы.....	36
4.2	Проведение диагностики трансформатора.....	41
4.2.1	Выходные параметры диагностической системы.....	46
5	Диагностика состояния маслонасосов системы охлаждения.....	49
5.1	Регистрация сигналов на маслонасосе.....	49
5.2	Работа с программой диагностики.....	49
6	Приложения.....	53
6.1	Описание структуры каталогов для Atlant и Vesta.....	53
6.2	Формат хранения данных в базе данных замеров.....	54

## **1 Введение.**

### **1.1 Назначение системы «ВЕСТА».**

Вибродиагностическая система «ВЕСТА» является современной экспертной компьютерной программой, позволяющей в автоматическом режиме проводить анализ первичной информации и формировать диагностическое заключение.

Система «ВЕСТА» предназначена для определения качества прессовки обмоток и магнитопровода маслонаполненных трансформаторов. Измерение вибрации, по которой определяется качество прессовки, производится на поверхности бака трансформатора без отключения от питающей сети. Полный цикл измерения (для стандартного трехфазного двух обмоточного трансформатора) включает в себя два цикла измерения вибрации в двенадцати точках на поверхности бака. Один цикл производится в режиме холостого хода трансформатора, а второй при работе трансформатора под нагрузкой, желательно более 50%.

Система «ВЕСТА» позволяет производить диагностику качества прессовки обмоток и магнитопровода и по одному циклу замера вибрации под нагрузкой, при этом диагностируется качество прессовки магнитопровода, но погрешность диагностики существенно возрастает.

Дополнительно система «ВЕСТА» позволяет проводить диагностику состояния маслонасосов.

### **1.2 Состав поставки системы «ВЕСТА».**

Стандартная поставка вибродиагностической системы «ВЕСТА» включает в себя:

- Переносный регистратор вибросигналов марки «Корсар+». Это одноканальный малогабаритный прибор позволяет произвести замеры вибрации на баке в двух режимах и сохранить в своей памяти данные спектров вибросигналов по 25 трансформаторам. Далее эти сигналы пересылаются в компьютер и хранятся в базе данных программы.

- Экспертная система «ВЕСТА», включает в себя базу данных и специальную диагностическую систему. Эта программа работает в персональном компьютере, оснащенный операционной системой Windows 98 и выше. Эта программа является основным элементом системы «ВЕСТА». Экспертная система поставляется на CD диске. На этом же диске хранятся демонстрационные версии другой нашей продукции.

- Электронный ключ защиты программы от несанкционированного использования программного обеспечения.

- Руководство пользователя прибора и программы «ВЕСТА».

Возможна и минимальная поставка системы «ВЕСТА», которая не будет включать в себя переносный регистратор вибросигналов. Этот вариант может быть использован в том случае, когда у пользователя уже имеется

анализатор вибросигналов другой марки, параметры которого позволяют его использование с системой «ВЕСТА». Возможна поставка с другим регистратором вибросигналов, например «Диана-2М».

Система «ВЕСТА» имеет протоколы обмена с наиболее часто используемыми спектроанализаторами. Но все фирмы – производители анализаторов вибросигналов открыто распространяют протоколы связи со своими приборами. Возможен вариант, когда уже имеющийся прибор обладает достаточными параметрами для регистрации вибросигналов, но его протокол обмена данными с компьютером составителям программы «ВЕСТА» не известен.

Для подготовленных пользователей программы в приложении приведен протокол хранения информации, используемый базой данных «ВЕСТА» (АТЛАНТ). Формат хранения данных программы является открытым.

### 1.3 Требования к компьютеру.

Для программы «ВЕСТА» применяется любой IBM – совместимый компьютер с процессором, с операционной системой Windows 98 и старше. Специфических требований к компьютеру нет. Программа «ВЕСТА» имеет возможность создавать отчеты в формате Microsoft Word. Для удобства работы с отчетами программы рекомендуем использовать данное программное обеспечение.

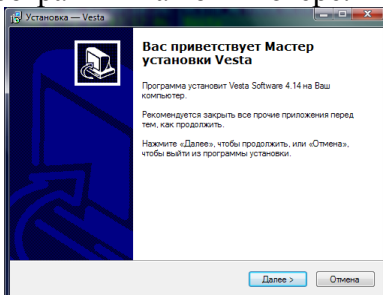
Базовая версия программного обеспечения «ВЕСТА» занимает на жестком диске компьютера примерно 6 Мб. Кроме места для программы следует предусматривать место для замеров, примерно от 10 ÷ 500 Кб памяти для каждого замера ( в зависимости от параметров замера ).

### 1.4 Регистратор спектров вибросигналов.

Информация по анализатору вибросигналов приведена в руководстве пользователя, которая прилагается к прибору.

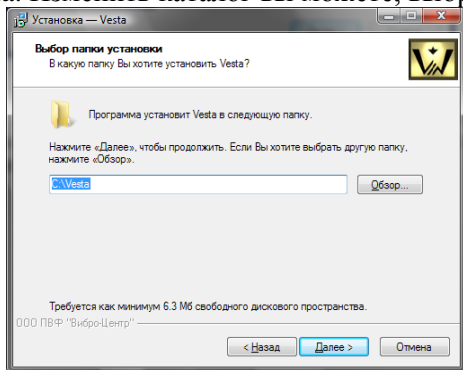
### 1.5 Программные средства регистратора «ВЕСТА».

#### 1.5.1 Установка программы на компьютере.



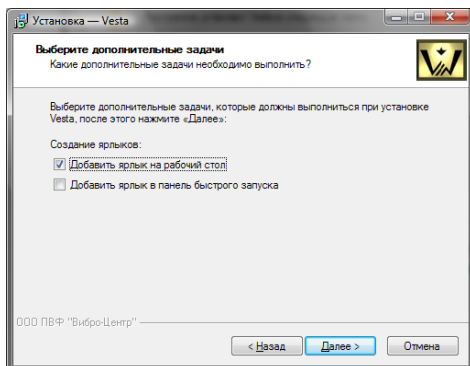
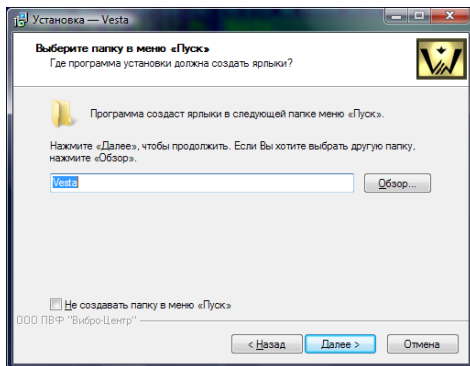
Для установки программы необходимо установить диск в компьютер и запустить файл Vesta.exe в каталоге программы «ВЕСТА». Установка программы происходит стандартным образом для операционной системы Windows.

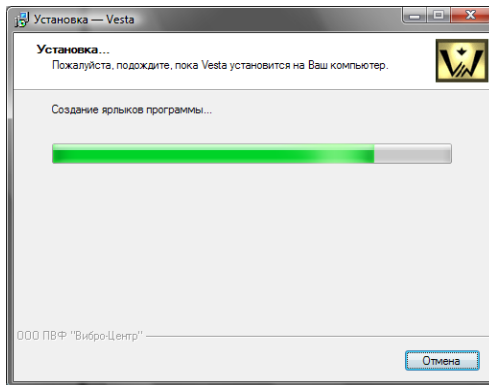
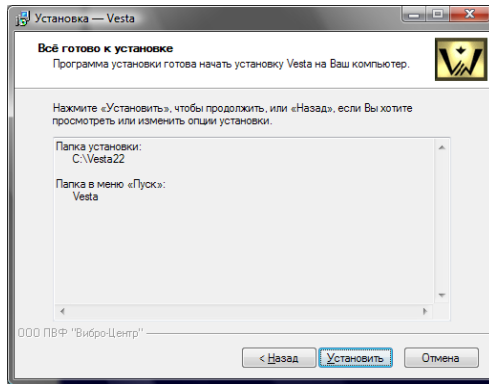
Перед установкой необходимо указать каталог, для установки программного обеспечения. По умолчанию предлагается установить программу на C:\Vesta. Изменить каталог вы можете, выбрав пункт «Обзор».



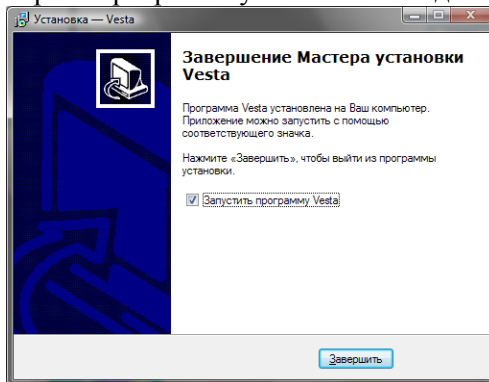
При изменении каталога необходимо подтвердить введенные данные для создания нового каталога.

Далее программа установки спросит наименование пункта меню для программы «ВЕСТА» в меню пуск вашего компьютера (по умолчанию наименование меню «Vesta»), о создании ярлыков и запустит процесс установки.





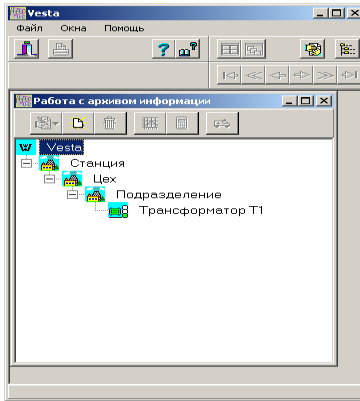
По окончании, которого программа установки выведет сообщение.



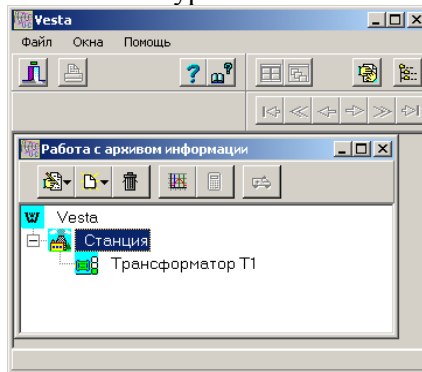
Основной исполняемый файл программы хранится в выбранном вами каталоге для установки программы «ВЕСТА». Это файл “vesta.exe”. В корневом каталоге программы имеются два каталога - “BASE” и “INI”. Первый предназначен для хранения рабочей информации и базы данных, второй содержит вспомогательные и файлы настройки программы.

### 1.5.2 Структура хранения информации в базе данных.

База данных системы «ВЕСТА» позволяет создавать иерархическую структуру данных. Максимально возможно использовать 3 уровня иерархии.



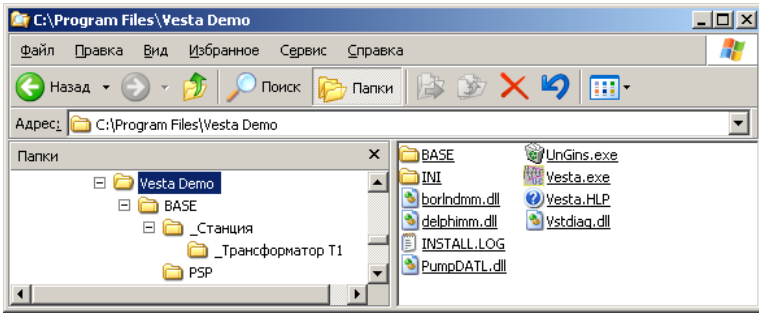
Возможно, и пропускать нижние уровни.



Для каждой станции (цеха, подразделения, трансформатора), 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.

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.

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 и ее наименование. Остальная информация является служебной для программы. Изменять ничего в этом файле нельзя!



Все файлы замеров имеют специальные наименования типа “М3040412.001”, “М3040412.002” или “М3040412”. Начальная буква “m” в наименовании говорит о том, что это замер. Цифры в наименовании обозначают следующее: 3 - признак столетия, 04 - две последние цифры года, 04 - месяц, 12 - дата проведения замера. Если в этот день проводился один замер, то это можно определить по расширению файла. Расширение файла “.001” или “.002” говорит о номере замера в этот день, когда проводились измерения.

Если просмотреть файл замера текстовым редактором, то в его начале можно обнаружить, 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. Для этого необходимо программу - администратор локальной сети дополнить функцией просмотра справок по станциям и по отдельным агрегатам - и просмотр замеров и выходной информации экспертных систем, входящих в программно - технический комплекс «ВЕСТА» доступна всем пользователям вычислительной сети. 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 трансформатор. При этом общее количество уровней хранения сигналов составляет четыре - станция, трансформатор, замер, точка контроля. Пользователь по своему усмотрению выбирает нужную ему систему хранения, причем в одной станции эти системы могут присутствовать одновременно, не мешая друг другу.

### 1.5.3 Состав и назначение базового ПО.

Вся совокупность программного обеспечения (ПО) системы «ВЕСТА» подразделяется на две части - базовое ПО для организации базы данных и



анализа сигналов и экспертно-диагностическая часть программного обеспечения.

В состав базовой части программного обеспечения, без которого работа системы невозможна, входит:

- организация дружественного интерфейса для пользователя, обеспечивающего простое управление прибором при помощи стандартных устройств компьютера;
- организации хранения и управления хранением информации об оборудовании и замеров вибрации в базе данных;
- просмотр и масштабирования сигналов на экране в удобном для пользователя виде;
- специальное математического обеспечения, обеспечивающего проведение преобразования сигналов.

Такой набор функций является оптимальным по своему составу и обеспечивает хранение, удобный просмотр и преобразование сигналов.

#### 1.5.4 Экспертно - диагностическое ПО.

В состав системы «ВЕСТА» стандартно входят две автоматизированные экспертные вибродиагностические программы. Это:

- Экспертная система, предназначенная для качественной и количественной оценки технического состояния и диагностики дефектов крепления обмоток и магнитопровода трансформатора по спектрам вибросигналов.
- Экспертная система для оценки технического состояния и диагностики дефектов маслонасосов системы охлаждения по спектрам вибросигналов.

### 1.6 Требования к персоналу.

Измерения вибросигналов проводятся на работающем оборудовании при условии выполнения всех правил техники безопасности, принятых на предприятии. Вибросигналы регистрируются переносными приборами системы «ВЕСТА». Порядок проведения замеров определяется инструкцией к проведению замеров при помощи системы «ВЕСТА».

Обучение работе с системой «ВЕСТА» производится при ее продаже. С программой передается данное Руководство Пользователя. В программу встроена функция помощи, которая помогает оперативно решить возникшую проблему. От обслуживающего персонала требуется только знакомство с работой на компьютере и методикой проведения замеров, изложенной в инструкции.

ООО «Димрус» поддерживает годовую гарантию на работоспособность программы. В течение гарантийного срока бесплатно поставляются новые версии программы.

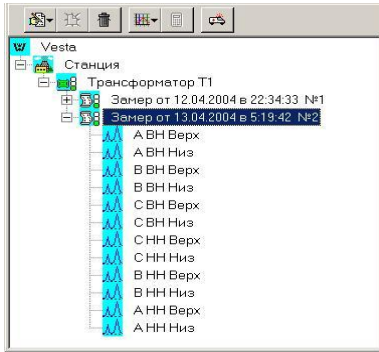
## 2 Описание программы.

### 2.1 Работа с базой данных программы.

#### 2.1.1 Выбор станции, трансформатора, замера.

Работа с системой «ВЕСТА» на компьютере начинается с включения компьютера и запуска программы «ВЕСТА». На экране появляются клавиши управления, назначение которых будет описано ниже.

1 2 3 4 5 6



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 вверху имеется фирменный знак фирмы «Димрус» и наименование «ВЕСТА».

В верхней строке окна работы с базой данных расположены 6 клавиш управления, обозначенные на рисунке номерами. Они называются:

1- “Исправить”. При помощи этой клавиши вносятся изменения в уже имеющуюся в базе данных информацию, чаще всего это исправление наименований станций и трансформаторов.

2- “Новый”. При помощи этой клавиши можно создать директорию для новой станции, цеха, трансформатора и т.д.

3- “Удалить”. При помощи этой клавиши можно удалить замер, трансформатор, цех или станцию из памяти. Вид удаления зависит от положения активной строки на экране.

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 замеров.

6- “Диагностика”. При помощи этой клавиши вызывается перечень подключенных в данном приборе экспертных систем и производится запуск необходимой 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 программа,

клавиши могут изменять назначение и название. Например, клавиша «новый» может быть использована при работе со станцией, или цехом, или с трансформатором в зависимости от положения «активного курсора» в поле базы данных.

Клавиши управления информацией базы данных в программе, для удобства пользования, дополнительно дублированы в нескольких других местах. Это сделано, в основном, в тех местах, где вызов клавиш управления органически связан с набором необходимых активных функций. В любом состоянии программы активен различный набор функций управления, причем эти функции часто особым образом связаны между собой. Именно в таких местах производится дублирование функций и клавиш управления.

Для первоначального выбора в базе данных нужной станции, в которой находится диагностируемое пользователем оборудование, необходимо установить указатель манипулятора «мышка» на фирменный знак фирмы и подтвердить выбор нажатием левой клавиши манипулятора. На экране автоматически разворачивается перечень станций, по агрегатам которой в памяти программы уже есть информация. Левее наименования каждой станции стоит значок, стилизованно изображающий здание предприятия.

Для того чтобы нужную пользователю станцию сделать активной, доступной для просмотра, необходимо установить на нее указатель мышки и подтвердить выбор нажатием левой клавиши. Наименование выбранной станции будет выделено курсором базы данных - 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.

Просмотр сигналов
Исправить наименование станции Длинное примечание
Привязка цеха Привязка трансформатора
Удалить станцию
Отметить Сбросить все пометки

Название станции в базе данных можно откорректировать. Для этого активной строкой 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 делает выбор.

«Просмотр сигналов» - при помощи этой функции на экран вызываются все сигналы, имеющиеся в памяти по всем трансформаторам 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.

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

“Длинное примечание” – ввод и корректировка дополнительной информации в свободном формате, примечания пользователя.

“Привязка цеха” - ввод наименования нового цеха. Такая градация хранения оборудования применяется там, где организационная структура предприятия, с оборудованием которого работает система «ВЕСТА», имеет три уровня. Обычно это станция, цех, трансформатор, или же цех, установка, трансформатор и т.д.

“Привязка трансформатора”- функция позволяет ввести в память программы информацию по новому трансформатору, расположенному на данной станции.

“Удалить станцию” - 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.

Провести диагностику
Просмотр сигналов
Просмотр СКЭ
Исправить технологические параметры
Длинное примечание
Удалить замер
Отметить
Сбросить все пометки

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 трансформаторов станции или цеха, контроль состояния которых ведется (или планируется вести) при помощи системы «ВЕСТА». Рядом с наименованием

каждого трансформатора стоит значок, изображающий “агрегат”.

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

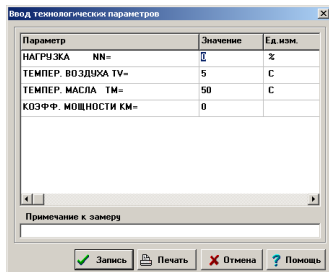
При помощи функций, которые можно вызвать в окне, пользователь может изменить наименование трансформатора, цеха, станции.

Следует сказать, что все алгоритмы процедур работы с базой данных прибора на экране компьютера соответствуют аналогичным процедурам управления в операционной системе компьютера. Имея навыки работы с компьютером, можно легко освоиться с программой «ВЕСТА». 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 трансформатора. 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 “Провести диагностику”, “Просмотр СКЗ”, “Просмотр информации”, “Исправить технологические параметры”.

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 в какой-либо точке нет значения, значит по ней регистрация не проводилась.



Параметр	Значение	Ед. изм.
НАГРУЗКА НН-	0	z
ТЕМПЕР. ВОЗДУХА ТВ-	5	C
ТЕМПЕР. МАСЛА ТМ-	50	C
КОЭФ.Ф. МОЩНОСТИ КМ-	0	

При помощи строки «Корректировка технологических параметров» можно изменить параметры технологии, которые приписываются к каждому замеру. Это коэффициент загрузки трансформатора, температура окружающего воздуха, температура масла в баке трансформатора и т.д.

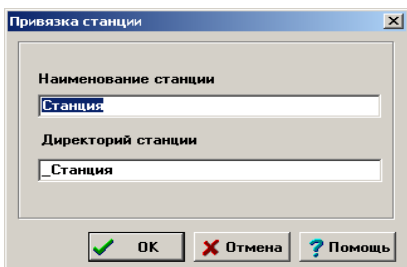
В строке примечаний к замеру можно приписать любой комментарий, который будет напечатан в диагностическом заключении о состоянии трансформатора.

Особенно это удобно при диагностике трех и более обмоточных трансформаторов, где необходимо учитывать, какие обмотки были нагружены и, следовательно, диагностированы в данном случае. Если в строку примечания написать, например, «нагружены обмотки ВН и НН», то по диагностической справке будет хорошо видно, какие обмотки диагностированы.

## 2.1.2 Ввод информации по “новому” трансформатору.

### 2.1.2.1 Ввод в память новой станции.

Это приходится делать тогда, когда пользователь только начинает работать с оборудованием “новой” станции, на трансформаторах которой раньше не проводились измерения вибрации. При этом на экране активным должен быть фирменный знак “Димрус”, т.е. верхний уровень базы данных.



Для ввода новой станции нажимается правая клавиша мышки, на экране появляется окно доступных функций, в котором выбирается “Привязка станции”. На экране компьютера появляется специальное окно.

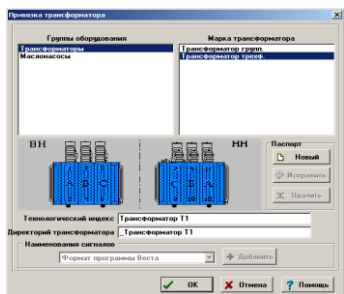
В верхней строке ввода информации в окне ввода новой станции пользователь должен ввести наименование станции, а в нижней строке, при желании, откорректировать служебное название директории

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 перечне станций, сразу же появляется и вновь введенная станция, причем показывается ее название из верхней строки окна ввода информации.

Ввод нового цеха проводится аналогично вводу новой станции, но в окне базы данных активным должен быть не знак фирмы «Димрус», а название той станции, в которой планируется определить новый цех с контролируемым оборудованием.

### 2.1.2.2 Ввод нового трансформатора.



Эта процедура является более сложной, чем ввод в память «новых» станции и цеха. При вводе информации о новом трансформаторе в базу данных программе необходимо решать вопрос о типе магнитопровода трансформатора, который влияет на размерность хранимой в базе данных информации по вибросигналам. Правильность выбора параметров хранения обеспечит

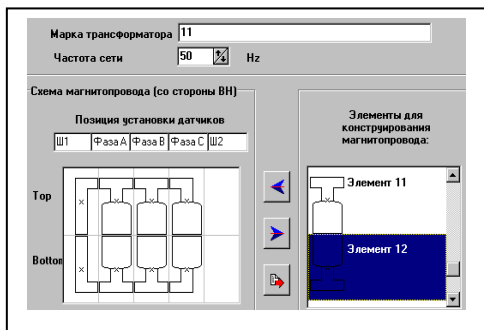
нормальную работу программы в дальнейшем, не потребует проведения каких-либо корректировок.

С целью универсальности определения максимально возможного, но в то же время достаточного по объему формата хранения информации, при вводе нового трансформатора программа «ВЕСТА» предлагает два варианта:

- Информация по трансформаторам «стандартной» конфигурации магнитопровода вводится в память с использованием уже готовых паспортов. Таких паспортов два – трехфазный трансформатор на одном сердечнике и групповой трансформатор. В окне «тип трансформатора» выбирается необходимая строка, в окне картинок появляется соответствующая картинка трансформатора с обозначениями. В памяти базы данных формируется формат одного полного замера вибрации, состоящий из 12 сигналов.

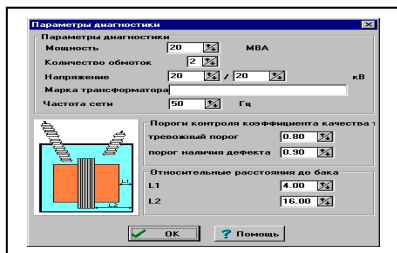
- Трансформаторы с сердечниками более сложной формы вводятся в программу с использованием «конструктора магнитопроводов». На экране выбирается кнопка «новый паспорт».

Основой для формирования нового паспорта магнитопровода трансформатора является поле 2 x 5 клеток слева. В каждую клетку можно вставить элемент магнитопровода, перечень элементов приведен в окне справа. Перенос осуществляется при помощи левой кнопки мышки. На экране показан пример «сборки» паспорта магнитопровода трансформатора.



конструктора по одному измерению вибрации со стороны ВН и НН.

Программой автоматически предлагаются “заготовки” для технологического индекса контролируемого трансформатора и “внутреннего” наименования директории. Необходимо откорректировать наименование трансформатора, наименование директория изменяется автоматически.



Важным является окно с наименованием «Параметры диагностики». В этом окне необходимо ввести параметры, влияющие на алгоритм диагностики состояния качества прессовки. Это электрические параметры трансформатора – мощность, количество обмоток, максимальное напряжение в обмотках трансформатора, частота питающей сети. Здесь можно откорректировать пороги технического состояния, ввести расстояния от поверхности бака до обмоток и магнитопровода. Последние два параметра влияют на коэффициенты затухания вибросигналов в масле и могут вводиться в относительных единицах, если точные значения неизвестны.

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.

## 2.2 Просмотр сигналов на экране.

### 2.2.1 Выбор 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.

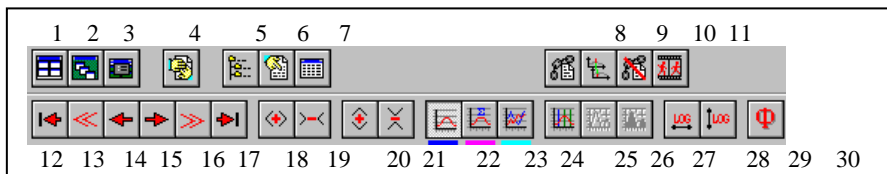
В программном обеспечении «ВЕСТА» пользователь, для просмотра на экране компьютера, по-своему усмотрению, может в любой комбинации и, практически в любом объеме, выбрать из базы данных:

- все сигналы по данному замеру;
- все сигналы по данному трансформатору;
- все сигналы всех трансформаторов данной станции;
- сигналы из разных замеров, от разных трансформаторов, 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 трудно.

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 когда окон много, резко уменьшается площадь, занимаемая каждым отдельным графиком. Порядок расположения окон на экране, при нажатии на 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.



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.

4. “Закрыть 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, 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 огибающий - 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. 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

	X	Y
1-я	50.00001	5.715
2-я	100	3.83
3-я	150	1.637
4-я	200	2.89
5-я	250	2.206
6-я	300	0.179837
7-я	350	0.370723
8-я	400	0.898421

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 выше и слева.

8. “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.

9. “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.

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

11. “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.

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

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

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

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

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

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

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

19. “Сжать по X”.

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

21. “Сжать по Y”.

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

23. “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.

24. “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.

25. “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.

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

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

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

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

30. “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 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 специальных функций управления просмотром. Все эти функции способствуют быстрому и достоверному диагностированию технического состояния контролируемого оборудования.

Пользователь принимает решение о 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.

## 2.3 Преобразования сигналов в приборе.

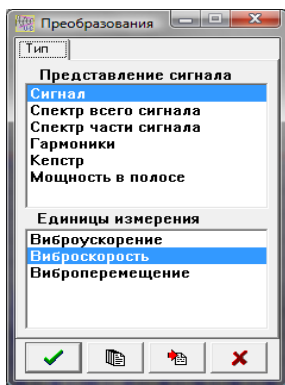
### 2.3.1 Преобразования сигналов во “временном” виде.

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. Программа «ВЕСТА» обеспечивает внутреннюю цифровую обработку сигналов, поэтому все эти переходы осуществляются при помощи процедур цифрового интегрирования и дифференцирования, выполняемых совместно с дополнительными корректирующими алгоритмами.

Все 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.

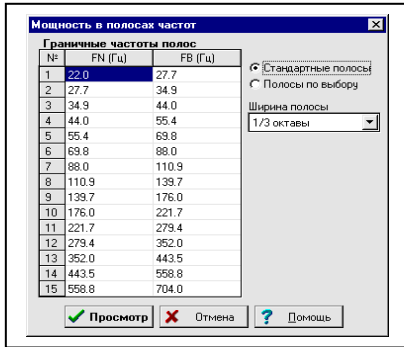


Таких преобразований в приборе «ВЕСТА» предусмотрено несколько:

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

Спектр БПФ (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 по Фурье - 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.



Кепстр. Это процедура преобразования вибросигналов, которая позволяет достаточно корректно проводить поиск периодичностей в спектре вибросигнала. Применяется чаще всего в многовальных 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.

Клавиши в нижней части экрана “преобразования вибросигналов” позволяют выполнять следующие операции:

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

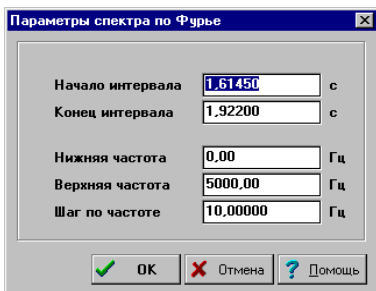
2 - Применить ко всем открытым графическим окнам на экране компьютера. Преобразованные сигналы показываются в исходных графических окнах.

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 Фурье” (Спектр части сигнала). 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.

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

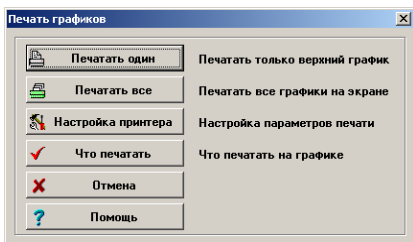
При формировании конфигурации прибора применительно к конкретному агрегату (трансформатору), когда пользователь заранее, на этапе подготовки к экспериментам, принимает решение о нужном ему представлении вибросигнала.

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».

## 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 изменениями с графиками, т. к. будет напечатано то, и в том виде, и в том временном и частотном масштабе, как это показывается на экране.

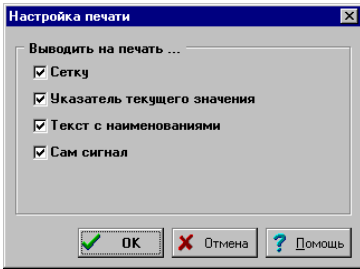


Графики для печати могут быть выбраны пользователем из одного замера, из нескольких замеров по одному агрегату, из нескольких замеров по нескольким агрегатам. На одном листе могут быть напечатаны временные графики и спектры. Количество одновременно печатаемых графиков (на одной странице) практически

не ограничено. Все определяется условиями просмотра графиков.

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.

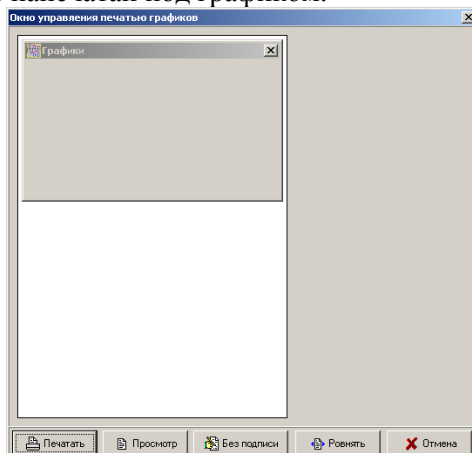
В обычных условиях управлением принтера занимается операционная система компьютера, поэтому перенастройками принтера заниматься нет необходимости. Процесс печати идет стандартно.

В практике часто графики печатаются или не на весь лист, или в его фиксированной части. Это 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 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.

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 Регистрация сигналов на баке трансформатора.**

### **3.1 Регистрация сигналов.**

#### **3.1.1 Места и порядок проведения замеров.**

В экспертной системе «ВЕСТА» для проведения диагностики качества прессовки и обмоток и магнитопровода трансформатора используются одни и те же замеры вибрации с поверхности бака трансформатора. Это возможно благодаря расположению активных материалов трансформатора в среде жидкости (масла), обладающей хорошей проводимостью акустических сигналов.

Для однозначного определения точек замера и последовательности проведения в них замеров вибрации примем несколько допущений, которых будем придерживаться в дальнейшем для постоянства терминологии описания и заключений.

Будем считать сторону, на которой расположены изоляторы наибольшего напряжения, стороной высокого напряжения. Ее далее везде в расчетах и измерениях будем называть ее стороной ВН.

Будем считать сторону, на которой расположены изоляторы наименьшего напряжения, стороной низкого напряжения, которую далее везде в расчетах и измерениях будем называть ее стороной НН.

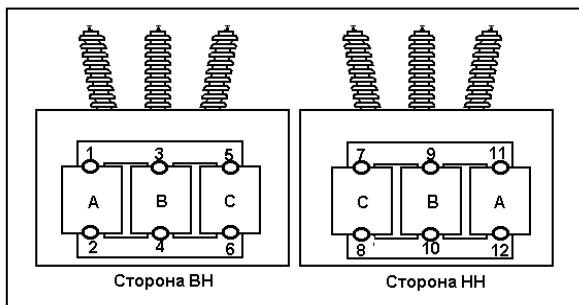
Будем считать, если смотреть на трансформатор со стороны ВН, левую фазу “Фаза А”, а правую - “Фазой С”. Средняя фаза, естественно, будет “Фаза В”. При “взгляде” на трансформатор со стороны НН фазы “А” и “С” поменяются местами.

Место установки датчика на корпусе бака будем выбирать так, чтобы он “акустически захватывал” часть обмотки и сердечника. Это место соответствует верхнему или нижнему краю обмотки, на рисунке ниже оно показано кружком. В таком случае вибродатчик будет воспринимать сигналы от обмотки и от магнитопровода. Разное расстояние от источника вибрации, обмотки или магнитопровода, до поверхности бака в программе учитывается коэффициентами ослабления. Чем точнее это место будет выбрано на внешней поверхности бака - тем выше будет достоверность диагнозов программы. Очень важным является повторяемость результатов, поэтому желательно отметить в самом начале работ эти места кружком из краски, внутрь которого и следует ставить датчик. Удобно вибродатчик с магнитом подвижно закрепить на конце высоковольтной штанги, тогда становятся легкодоступными все, включая и верхние, точки больших трансформаторов.

Для правильного выбора точек проведения измерения вибрации нужно еще перед проведением измерений вибрации познакомиться с технической документацией на трансформатор. Это является условием для правильной установки вибродатчиков на баке трансформатора.



На практике допустимо, но менее точно, имея значительный практический опыт, выбирать точки замеров «на глаз». Так приходится поступать достаточно часто, т.к. на предприятиях не всегда существует и доступна документация.



На рисунке цифрами показаны точки установки датчиков на баке «стандартного трансформатора на одном сердечнике». В сердечнике такого трансформатора три стержня, на каждом из которых находятся обмотки.

Номера рядом с точками показывают последовательность проведения замеров вибрации. В программе «ВЕСТА» возможна диагностика трансформаторов с 4 и 5 стержнями в магнитоприводе, порядок проведения замеров на них будет описан ниже.

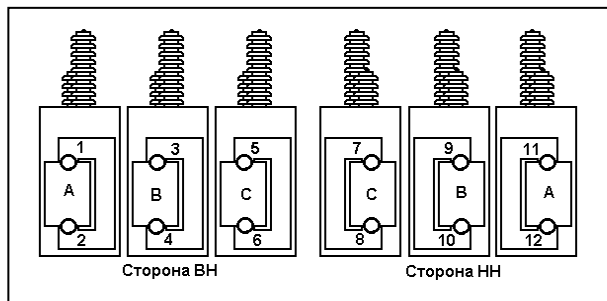
Последовательность проведения замеров со стороны ВН показана на рис.1. Далее необходимо перейти на другую сторону трансформатора и продолжить замеры. На стороне НН необходимо сделать замеры с 7 по 12: 7 - верх фазы «С»; 8 - низ фазы «С»; 9 - верх фазы «В»; 10 - низ фазы «В»; 11 - верх фазы «А»; 12 - низ фазы «А».

Условно можно сказать, что при проведении измерений трансформатор обходится, глядя на него сверху, против часовой стрелки, начиная с левой части стороны ВН. Для каждой фазы замер сначала делается вверху, затем в нижней части. Внимание! Такой последовательности замеров следует придерживаться всегда!

Если Вы все-таки по тем или иным причинам изменили эту последовательность проведения измерений, то все еще можно исправить при вводе информации из спектроанализатора в программу «ВЕСТА», но это уже чуть сложнее и требует повышенного внимания и ответственности. Самое главное, чтобы были зарегистрированы в каждом замере 12 вибросигналов, потому что достаточно часто обеспечение необходимых режимов работы трансформатора является значительной проблемой.

Внешне методика проведения замеров вибрации на баках групповых трехфазных трансформаторов отличается от выше описанной. Это вызвано тем, что каждая фаза группового трансформатора находится в отдельном баке с маслом. Для сохранения прежнего состава замеров вибрации пользователь должен делать замеры в той же последовательности, переходя от одной фазы трансформатора к другой. Порядок проведения замеров неизменен, полностью соответствует трансформатору на одном сердечнике.

Пользователю придется чуть больше ходить от одной фазы к другой, но иначе усложнится ввод информации из спектроанализатора в программу.



Сначала делается замер на всех фазах на стороне ВН, а затем на всех фазах на стороне НН. Порядок определения сторон НН и ВН, наименований фаз полностью аналогичен трансформатору на одном сердечнике. Один полный замер вибрации для одного

режима работы трансформатора также включает в себя 12 вибросигналов.

Тип используемого в трансформаторе магнитопровода - на одном сердечнике или групповом определяется Пользователем при вводе в память программы информации о новом трансформаторе. Отличия физических процессов трансформаторов на одном сердечнике и группового, существенно влияющие на процесс диагностики технического состояния трансформатора, учтены в программе.

Третьей разновидностью проведения замеров является случай, когда пользователь сам выбирает конфигурацию магнитопровода трансформатора при помощи конструктора магнитопроводов, входящего в состав программного обеспечения «ВЕСТА». Независимо от созданного паспорта магнитопровода сначала производятся измерения на стороне высокого напряжения, а затем на стороне низкого напряжения. Количество вибросигналов в одном замере может изменяться от 4 до 20, в зависимости от выбранной конфигурации магнитопровода.

Анализатор вибросигналов «Корсар+», стандартно поставляемый в составе системы «ВЕСТА», должен регистрировать спектры вибросигналов в размерности виброскорости в диапазоне до 1000 Гц с разрешением 400 линий в спектре. Только такие сигналы используются экспертной частью системы «ВЕСТА» для диагностики.

**3.1.2 Режимы работы трансформатора, при которых производится измерение вибрации.**

Стандартно для системы «ВЕСТА» необходимо наличие замеров вибрации на баке трансформатора при двух режимах работы трансформатора – холостого хода и нагрузки.

**Режим ХХ.** Под режимом холостого хода трансформатора понимается такое состояние трансформатора, когда через него не происходит передача энергии. При этом, как минимум, одна сторона, ВН или НН, подключена к сети и только через одну обмотку протекает ток холостого хода.

Режим нагрузки. Под режимом нагрузки трансформатора понимается такое состояние трансформатора, когда через него происходит передача энергии. При этом, как минимум, две стороны, ВН и НН, подключены к сети и через них протекает ток. Через другие “стороны” трансформатора, для трех- и более обмоточных трансформаторов, ток может протекать или не протекать. Если ток через какую - либо обмотку не протекает, то ее состояние программой «ВЕСТА» не диагностируется.

Режим нагрузки характеризуется коэффициентом загрузки, выражаемым в процентах от номинальной мощности трансформатора. Эта величина рассчитывается Пользователем в момент проведения замеров и временно фиксируется “на листочке”. При вводе замеров из спектроанализатора в программу необходимо это значение ввести в память программы с клавиатуры.

Идеально, чтобы коэффициент загрузки трансформатора при замере в режиме нагрузки был равен единице, но такое не всегда возможно на практике. Обычно трансформаторы недогружены, что обусловлено условиями работы трансформаторов в энергосистемах и особенностями подключенной нагрузки. По результатам наших исследований было выявлено, что при изменении коэффициента загрузки трансформатора от 20% до 100% расчетные коэффициенты крепления меди, стали и конструкции меняются, обычно, не более, чем на  $\pm 4\%$ . Обобщенный коэффициент состояния трансформатора меняется не более, чем на  $\pm 2\%$ . При нагрузке более 50% расчетные параметры диагностики обычно практически не меняются ( $\pm 0,005$ ).

Если по тем или иным причинам не удастся загрузить трансформатор на 50 и более процентов - следует сделать два замера на максимально возможной нагрузке и на нагрузке, сниженной еще на 10 % от номинала. По обоим сделанным замерам следует провести диагностику состояния. Если расчетные коэффициенты состояния будут различаться не более чем на один процент - нагрузку трансформатора можно признать достаточной и руководствоваться этими результатами. Если различия будут больше - нагрузка для диагностики состояния, особенно состояния меди, является недостаточной.

Самые подробные результаты получаются при анализе нескольких нагрузок. Залог достаточности нагрузки трансформатора для диагностики - повторяемость результатов при изменении нагрузки.

Интервал времени между замерами ХХ и РН.

Промежуток времени между замером в режиме холостого хода и замером в режиме нагрузки должен быть минимальным. Для точности расчетов приемлемо, когда оба замера - ХХ и РН выполняются с интервалом в несколько часов в течении одного дня.

Допустимо, когда этот промежуток не превышает одной недели. Промежуток между замерами ХХ и РН в один месяц уже недопустим, о чем Вам сообщит программа после Вашего выбора двух таких замеров для проведения анализа состояния. При таком разрыве по времени между замерами возможно получение некорректных диагнозов по состоянию трансформатора.

Дата проведения следующего замера.

Дата следующего контроля состояния трансформатора, т.е. проведения двух полных замеров - ХХ и РН, рассчитывается программой автоматически. При этом учитывается текущее техническое состояние трансформатора по последнему расчету состояния, интенсивность процессов ухудшения состояния, прогноз изменения параметров.

Интервал времени до следующего замера рассчитывается исходя из минимального количества проводимых замеров так, чтобы исключить возможность пропуска вероятных ухудшений состояния. Иными словами - минимум затрат при максимуме достоверности.

Время проведения очередных замеров можно узнать, запустив функцию программы "Сроки проведения замеров". Можно просмотреть на экране и распечатать на принтере сроки проведения замеров на всех контролируемых трансформаторах.

Если в памяти программы только один замер по данному трансформатору - программа "подстраховывается" и предлагает срок следующего замера достаточно близко по времени. При наличии двух замеров программа несколько "успокаивается" и отодвигает дату третьего замера. При наличии трех и более замеров программа действует "более уверенно" и старается беречь Ваши трудозатраты, не заставляя делать "лишних" замеров.

Что нужно фиксировать дополнительно при проведении замеров.

Для проведения полной диагностики состояния трансформатора необходимо, при измерении вибрации бака, записывать "в записную книжку" показания приборов по температуре окружающей среды и температуре масла. Далее эти параметры нужно, при "перекачке" информации из спектроанализатора в память программы, вводить "вручную" при помощи клавиатуры.

Программа позволяет регистрировать также коэффициент мощности трансформатора. " $\cos\varphi$ ". Этот параметр пока участвует в диагностике состояния трансформатора косвенно. По мере накопления информации по нему планируется увеличить его влияние на диагноз. Рекомендуем при проведении замеров рассчитывать этот параметр и вводить его в память программы. Это позволит в дальнейшем, проводить полную диагностику состояния.

Особенности диагностики однофазных трансформаторов.

В практике имеют место случаи, когда необходимо диагностировать однофазный трансформатор, или, что равноценно, только одну фазу группового трансформатора. Программа «Веста» позволяет это сделать. Необходимо выполнить замеры на одной фазе трансформатора обычным образом в двух режимах - холостого хода и нагрузки. При вводе информации из спектроанализатора в память программы, при использовании любой «стандартной конфигурации магнитопровода», нужно “разложить” замеренные вибросигналы в одну фазу, например в фазу “А”. В сформированном замере из 12 вибросигналов будут присутствовать сигналы с номерами 1, 2 11 и 12. Далее обычным образом запускается диагностический процессор программы.

Полученные параметры состояния трансформатора необходимо правильно интерпретировать. Общие коэффициенты состояния по трехфазному трансформатору необходимо игнорировать. Это нужно делать потому, что программа для фаз, информация по которым отсутствует, примет все коэффициенты равными единице, соответствующими идеальному состоянию, и, как результат, общие коэффициенты состояния трансформатора будут завышены. Следует рассматривать коэффициенты только по одной фазе, для которой были сделаны замеры и введена необходимая информация. Итоги выполненного диагностического расчета можно обычным образом просмотреть на экране компьютера и распечатать в виде справки.

Возможен второй вариант диагностики состояния однофазного трансформатора. Необходимо при помощи конструктора магнитопроводов сформировать паспорт однофазного трансформатора. В этом случае ввод сигналов и формирование отчета программа выполнит сама.

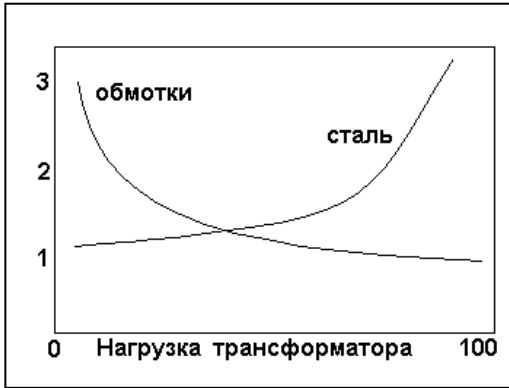
### 3.1.3 Влияние нагрузки трансформатора на точность получаемых результатов.

Достоверность правильного определения параметров прессовки обмоток и магнитопровода по двум замерам, нагрузки более 50 % и холостого хода, составляет 80 – 90 %. Это значение определено на основании сравнения результатов диагностики с результатами вскрытия трансформатора. Расчетная достоверность диагностического заключения системы «ВЕСТА» несколько выше для коэффициентов прессовки обмоток и чуть ниже для коэффициентов прессовки магнитопровода. Наиболее часто погрешность в определении качества прессовки магнитопровода трансформатора определялась в фазе «В» трансформатора на одном сердечнике. Очевидно, это связано с тем, что в фазе «В» происходит векторное сложение магнитных потоков всех трех фаз и физическая картина происходящих процессов здесь несколько иная, более сложная.

В практике не всегда удастся обеспечить необходимые режимы работы трансформатора во время проведения замеров вибрации. Достаточно часто

не удастся добиться необходимой величины нагрузки трансформатора, которая должна быть больше (50–60)% номинальной. Для некоторых трансформаторов, по причинам технологического характера, невозможно получить режим идеального холостого хода.

Для диагностики трансформаторов, работающих в таких условиях, в программе «ВЕСТА» предусмотрена возможность выполнения расчета не только по двум замерам холостого хода и нагрузки, но и по одному замеру вибрации. Естественно, что при этом происходит потеря точности в диагностическом заключении. Чем меньше будет нагрузка трансформатора при проведении замера, тем выше вероятность получения большей погрешности в определении параметров прессовки обмоток. С другой стороны, чем выше будет нагрузка в момент измерения вибрации на поверхности бака трансформатора, тем больше вероятность погрешности в определении параметров прессовки магнитопровода трансформатора.



Ориентировочно увеличение общей погрешности проведения диагностических расчетов с использованием одного замера вибрации, относительно расчетов с использованием двух замеров, можно оценить по приведенному рисунку. Он иллюстрирует увеличение погрешности диагностики качества прессовки меди и стали, в зависимости от величины нагрузки

трансформатора в момент проведения измерений вибрации. За единицу по вертикальной оси на рисунке принята такая погрешность, которая обычно получаемая при использовании двух замеров по основной методике регистрации вибрации.

При использовании для диагностики одного замера, зарегистрированного холостом ходе трансформатора, практически невозможно определять качество прессовки обмоток. Это связано с тем, что в этом режиме по обмоткам протекает малый ток холостого хода, который реально не приводит к существенной вибрации обмоток, которую можно зарегистрировать на поверхности бака трансформатора. При помощи одного замера вибрации, выполненного на нагруженном трансформаторе, трудно диагностировать качество прессовки магнитопровода, т.к. в общем вибросигнале трудно разделить составляющие от вибрации магнитопровода и обмоток.

В заключение по этому вопросу следует сказать следующее. Использование одного замера вибрации для диагностики состояния

прессовки обмоток возможно, но погрешность расчета будет увеличена, как минимум, примерно на 30%. Это будет при использовании нагрузок трансформатора, превышающих 40% от номинального значения. При проведении диагностики состояния прессовки магнитопроводов по одному замеру вибрации величина погрешности будет примерно такого же уровня, если нагрузка будет меньше 20% от номинальной мощности трансформатора.

## 3.2 Ввод вибросигналов в программу.

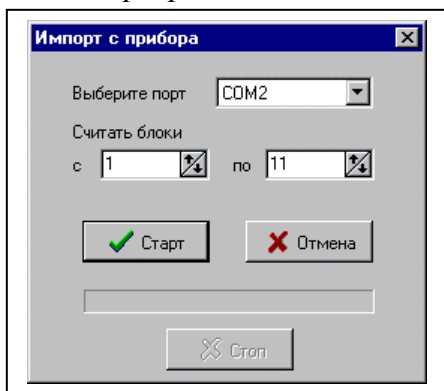
### 3.2.1 Хранение информации о замерах вибрации в памяти программы.

В памяти программы системы «ВЕСТА» все замеры хранятся в виде отдельных файлов. Файлы, относящиеся к одному трансформатору, располагаются в отдельной директории.

Каждый отдельный замер вибрации, соответствующий одному режиму работы трансформатора, представляет собой отдельный файл. Количество вибросигналов в одном замере (файле) зависит от типа трансформатора. Если используются стандартные паспорта на трансформатор, как на одном сердечнике, так и групповой, то в замере должно быть 12 вибросигналов, по количеству точек замера. Если используется индивидуальный паспорт трансформатора, то в замере может быть от 4 до 20 вибросигналов.

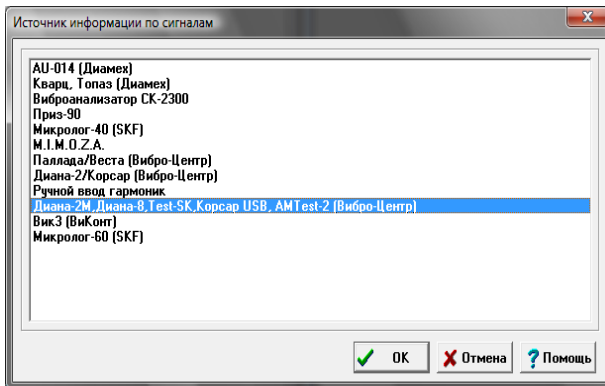
Программа допускает случаи, когда количество вибросигналов в замере может быть меньше, чем это определено паспортом на трансформатор. Такие замеры могут принимать участие в диагностике. При работе с такими замерами программа откажется выполнять расчеты по точкам, по которым отсутствуют вибросигналы.

### 3.2.2 Организация связи с прибором и формирование замеров в памяти программы.



Для ввода информации с прибора в компьютер необходимо в памяти базы данных сформировать для диагностируемого трансформатора директорию станции, директорию трансформатора и диагностический паспорт трансформатора со всеми необходимыми параметрами. Это все выполняется на предварительном этапе ввода информации с прибора.

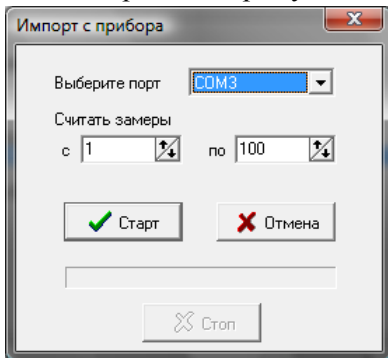
В поле работы с базой данных необходимо курсор указателя мышки устанавливать на строку с наименованием нужного трансформатора, далее нажимается правая кнопка мышки. На экране появляется окно с перечнем



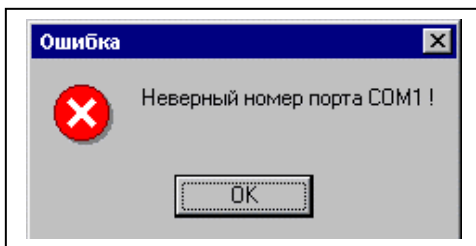
доступных функций, в котором выбирается функция «Импорт сигналов». На экране появляется окно выбора приборов для импорта вибросигналов.

В этом окне необходимо выбрать тип прибора, подключенного к вашему компьютеру для импорта сигналов.

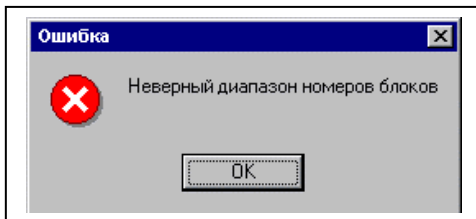
При импорте сигналов в этом окне необходимо задать тот внешний порт компьютера, к которому специальным кабелем подключен прибор.



В специальных окнах задаются начальный и конечный номера блоков, в которых хранится информация по нужному замеру вибрации. Эти номера пользователь запомнить в процессе проведения измерений вибрации на баке трансформатора в различных режимах. Одновременно нужно считывать с прибора столько вибросигналов, сколько требуется для полного замера. При использовании при привязке трансформатора стандартного паспорта для одного замера следует сразу считывать из прибора 12 вибросигналов.

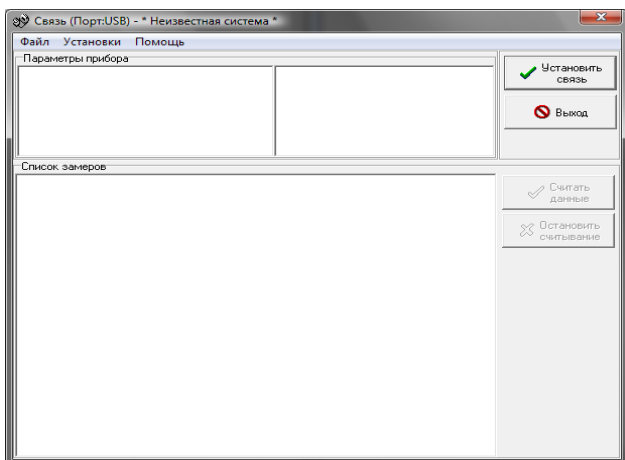
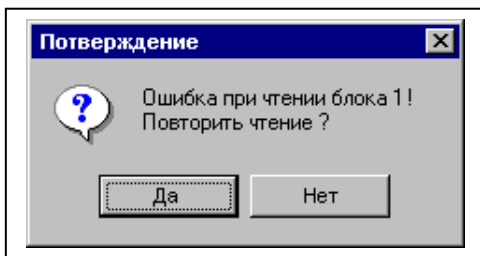
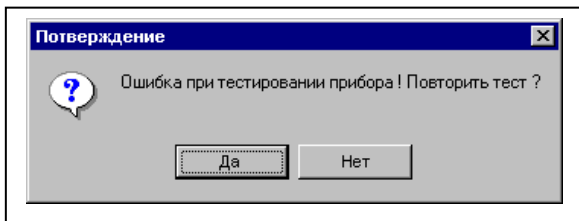
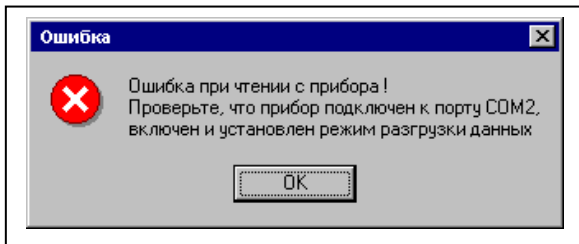


При проведении процедуры считывания вибросигналов из памяти прибора в компьютер на экране могут появиться сообщения об ошибочных действиях пользователя или проблемах перекачки информации. Кратко рассмотрим эти сообщения.



Если прибор будет подключен к другому порту компьютера, чем это было указано при выборе установок, то программа, не обнаружив по указанному адресу прибор, выведен на экран сообщение о такой ошибке конфигурации подключения прибора к компьютеру.





Если при выборе номеров блоков для считывания сигналов из памяти пользователь ошибется с номерами блоков, то на экране появится сообщение следующего вида. Это возможно, например, когда начальный блок области считывания будет иметь номер больший, чем конечный, или когда для считывания будет задан номер блока, который не существует в приборе.

Если при начале процедуры перекачивания информации прибор не будет отвечать и правильно отправлять информацию, то на экране появится сообщение следующего вида. Необходимо проверить правильность включения

прибора и то, что он находится в режиме разгрузки информации из внутренней памяти в компьютер.

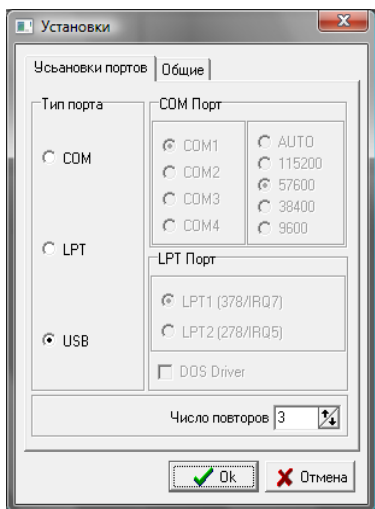
Такое сообщение появляется на экране компьютера при возникновении проблем с перекачкой информации, когда ответ прибора на запрос компьютера не будет соответствовать тому,

который определен в протоколе связи с прибором.

При проведении процедуры перекачки информации в компьютер могут возникнуть проблемы при перекачке отдельных блоков. Внутренний алгоритм работы делает несколько попыток. Если все они оказываются неудачными, то на экран компьютера выдается подсказывающее сообщение следующего вида.

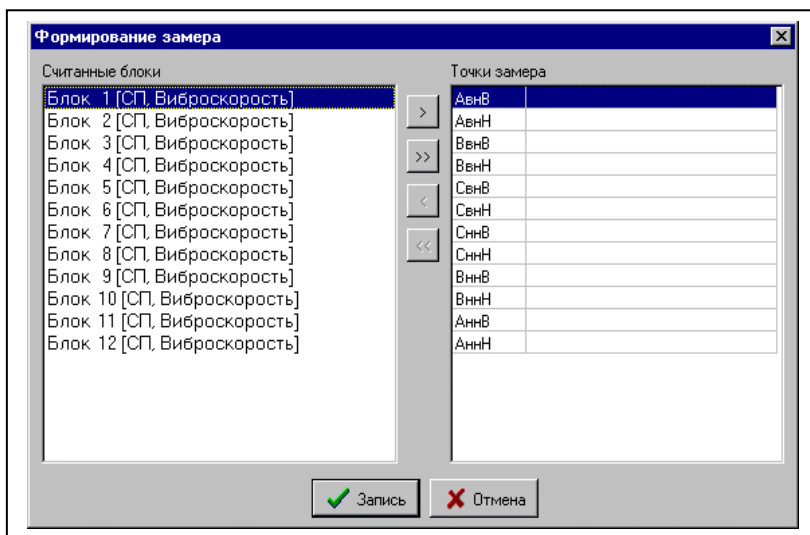
При импорте сигналов с приборов через USB порт необходимо в окне связь.

Выбрать пункт меню “Установки” и выбрать тип порта USB.



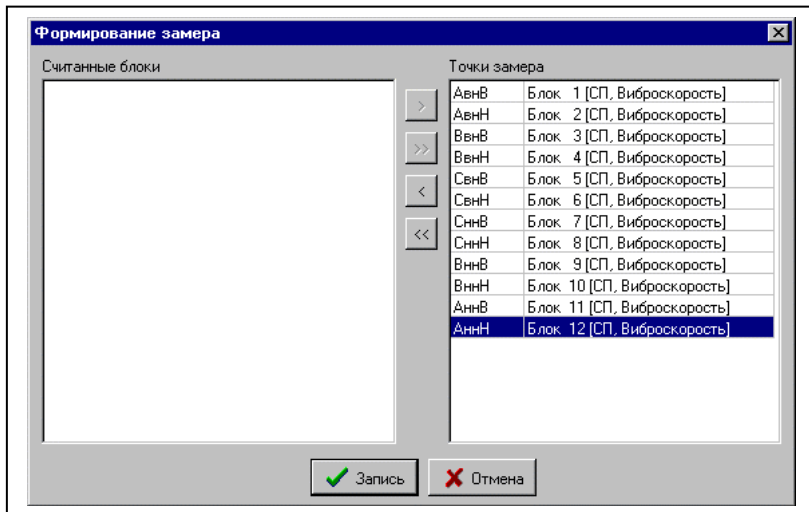
После завершения корректной перекачки всех замеров на экране появляется окно с наименованием «Формирование замеров».

Это окно состоит из двух частей. Слева располагается список всех перекачанных из прибора замеров. В списке кроме номера замера указывается его тип, в данном случае спектр, и размерность, в данном случае виброскорость. Справа располагается окно (шаблон окна), с перечнем всех точек измерения вибрации. Для примера «АвнН» обозначает фазу «А» со стороны высокого напряжения в нижней части бака. В центре, между окнами, располагаются клавиши «пересылки» отдельных сигналов между окнами.

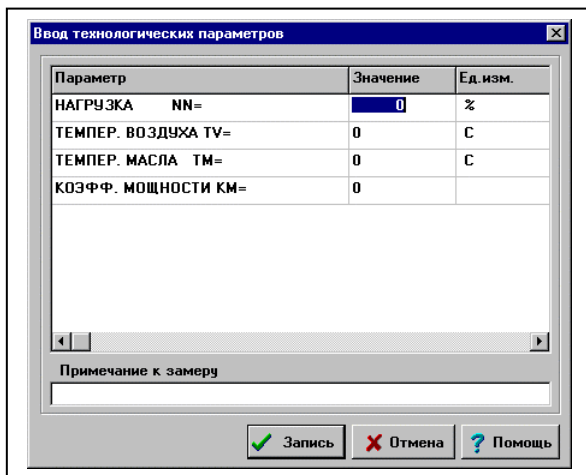


Если при проведении измерений пользователь придерживался принятого порядка регистрации отдельных сигналов, соответствующего паспорту трансформатора, то необходимо воспользоваться кнопкой «>>>». При этом все вибросигналы переместятся в правое окно в той же последовательности, в которой они располагались в памяти прибора. Такой режим формирования замера является основным.

Если порядок регистрации отдельных сигналов отличался от паспортного, то пользователь может заняться процедурой, которую можно назвать «раскладкой сигналов». В этом режиме сигналы можно перемещать из окна в окно при помощи указателя мышки или при помощи четырех кнопок в центре окна формирования замеров. При помощи этих кнопок можно также перемещать отдельные сигналы из окна в окно.



На этом окне показано начальное расположение сигналов после их перекачки из прибора. После того, как будет завершена процедура «раскладки сигналов», окно формирования замеров примет следующий внешний вид.



Завершение процедуры формирования замера производится при нажатии клавиши «записать». Замер практически готов для записи в память базы данных, осталось только приписать технологические параметры.

Ввод технологических параметров производится при помощи стандартного (уже описанного выше) окна.

В этом же окне делается примечание к замеру, которое потом будет напечатано в диагностической справке.

## **4 Диагностика качества прессовки активных элементов трансформатора.**

### **4.1 Назначение и возможности экспертной системы.**

Основное назначение программы и экспертной системы «Веста» (далее по тексту - просто программа) - повышение надежности работы очень дорогостоящего и ответственного оборудования электростанций и энергосистем - высоковольтных масляных трансформаторов. Это достигается за счет оперативной оценки текущего технического состояния активных материалов трансформатора (без вскрытия бака!), диагностики причин повышенной вибрации и, что особенно важно, своевременного выявления тенденций ухудшения технического состояния, как всего трансформатора, так и отдельных фаз обмотки и сердечника.

Выводы программы «Веста» являются частью общего диагноза, который можно получить при помощи всех возможных методов контроля состояния трансформатора. При этом следует помнить, что диагностика по вибросостоянию позволяет определять возможные дефекты на самой ранней стадии, когда они не только даже не развились, а когда появились только тенденции к их возникновению. Например, распрессовка стали или меди в дальнейшем может привести к ухудшению состояния изоляции, что только потом может быть обнаружено по составу масла, хотя это только следствие, а не причина.

Экспертная система оценки состояния и планирования обслуживания трансформаторов по техническому состоянию «Веста» предназначена для использования в специализированных электротехнических службах энергосистем, станций и предприятий в целях:

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

Программа применима для диагностики состояния масляных трансформаторов различных конструкций - групповых, на одном сердечнике, двухобмоточных, трехобмоточных, автотрансформаторов, однофазных и т.д.

Основой для определения текущего состояния трансформаторов являются замеры вибрации в двух режимах - холостого хода и режима нагрузки. Один замер вибрации выполняется в двенадцати точках на корпусе бака трансформатора. Место установки вибродатчика на баке выбирается так, чтобы оно было напротив верхней и нижней частей обмотки фазы. Технологические параметры, характеризующие работу

трансформатора, такие как загрузка трансформатора, в % от номинала, температура масла, температура окружающей среды и коэффициент мощности нагрузки вводится в программу “от руки”, справочно. Они нужны при проведении анализа. Желательно вводить в программу коэффициент мощности “ $\cos\varphi$ ”.

Регулярное проведение измерений вибраций оборудования, которое предусмотрено программой «Веста», позволяет выявлять неисправности на ранней стадии возникновения, отслеживать динамику их развития, своевременно определять рациональные сроки проведения ремонтов.

В экспертной системе «ВЕСТА» для проведения диагностики качества прессовки и обмоток и магнитопровода трансформатора используются одни и те же замеры вибрации с поверхности бака трансформатора. Это возможно благодаря расположению активных материалов трансформатора в среде жидкости (масла), обладающей хорошей проводимостью акустических сигналов.

Материальные ресурсы, выделяемые предприятиями энергетики для проведения капитальных ремонтов трансформаторов, в настоящее время невелики. Только при правильном планировании ремонтных работ эти средства могут обеспечить поддержание в удовлетворительном техническом состоянии всего, практически не обновляемого, парка эксплуатируемых мощных трансформаторов. В этих условиях наиболее эффективно применение современных средств “безразборной” ранней диагностики состояния и планирования обслуживания по техническому состоянию, позволяющих минимизировать затраты на эксплуатацию оборудования. Дешевле грамотно эксплуатировать и ремонтировать имеющееся оборудование, чем покупать новое и снова эксплуатировать его неудовлетворительно.

Обычно главной целью проведения капитальных ремонтов трансформаторов является прессовка обмоток и магнитопровода. Поэтому при определении необходимости проведения ремонта крупного трансформатора по техническому состоянию, главной задачей службы диагностики становится оперативная оценка фактической запрессовки активных материалов трансформатора, которую ни традиционные испытания, ни внешний осмотр через люки, как правило, не решают.

Наиболее информативны в этой области вибрационные и резонансные методы контроля состояния трансформаторов, особенностям применения которых, посвящено достаточно много научных и практических разработок. Недостатком большинства этих методов является их сложность и необходимость отключения трансформаторов, что ограничивает оперативность и эффективность диагностики. Лучше, когда решение о проведении ремонта принимается по итогам обследования работающего трансформатора, чем тогда, когда он уже выведен из эксплуатации.

## **Предпосылки создания системы диагностики трансформаторов по вибросигналам.**

С физической точки зрения вибрация на поверхности бака мощного трансформатора качественно и количественно хорошо коррелирует с состоянием прессовки обмотки и магнитопровода. Изменение степени прессовки в процессе эксплуатации приводит к изменению общей вибрационной картины, усилению вибрации, изменению ее частоты, появлению модулированных колебаний. С этими изменениями достаточно часто сталкиваются работники эксплуатационных служб, выполняющие осмотры работающих трансформаторов.

При разработке метода за основу были приняты три основных технических решения.

Первое. Для оценки возможности применения вибрационных методов для диагностики состояния крупных трансформаторов с самого начала было принято решение использовать переносные спектроанализаторы, регистрирующие сигнал с вибродатчика и разлагающего его на составные гармоники. Эти приборы достаточно легки, имеют вес менее 3 кг, оснащены вибродатчиками с магнитным креплением.

Второе. Для обеспечения максимальной оперативности процедуры диагностирования с самого первого этапа разработки системы было принято решение ограничиваться только регистрацией вибросигналов на поверхности бака работающего трансформатора. Только такой подход обеспечивает быстроту и минимальные затраты на проведение всей процедуры измерений, хотя получаемая при этом информация имеет ограниченный объем и “зашумлена” вибрациями бака, системы охлаждения.

Третье. С целью компенсации уменьшения объема исходной информации за основу были приняты спектральные методы вибродиагностики, когда исходный вибросигнал преобразуется из временной области в частотную, где представляется совокупностью гармоник, различающихся частотой и амплитудой.

Четвертое. Экспертная часть системы должна быть реализована на персональном компьютере. Быстро провести одновременный сравнительный анализ большого количества спектров вибросигналов, связанных между собой, автоматически сформировать отчетный документ может только современная компьютерная экспертная система.

### **Анализ диагностических признаков спектров вибросигналов.**

Спектры вибросигналов, зарегистрированных на поверхности бака трансформатора, имеют в своем составе от двух до 7 – 10 информативных гармоник. Наиболее информативная часть спектров находится в диапазоне от 100 до 700Гц.

В зоне частот, меньших 100Гц, сосредоточены в основном вибрации, вызванные вентиляторами системы охлаждения и маслонасосами. Здесь же

обычно расположено несколько резонансных пиков с частотами собственного резонанса элементов конструкции бака. Информативность этой зоны для диагностики состояния прессовки обмотки и магнитопровода мала. Более высокочастотные колебания, выше 700Гц, сильно затухают в масле. Полезной для диагностики информации в этой зоне, как и в низкочастотной, практически нет.

Теоретический, идеальный, спектр виброскорости, зарегистрированный на поверхности бака трансформатора, находящегося в хорошем состоянии, должен содержать в себе только три спектральных пика. Первый, пик, имеющий частоту 100Гц, присутствует всегда и есть результат действия электромагнитных сил, вызван эффектами магнитострикции в магнитопроводе и электродинамическими процессами в обмотке, пропорционален удвоенной частоте сети. Два других являются третьей и пятой гармоникой основного сигнала и имеют частоты 300 и 500Гц. Они появляются в спектре вследствие влияния насыщения ферромагнитного сердечника трансформатора. У трансформатора, активные материалы которого запрессованы идеально, других гармоник, в принципе, быть не должно.

У реального трансформатора картина на спектре вибрации совершенно иная. Обычно имеют место гармоники в диапазоне частот до седьмой (700 Гц) и соотношение амплитуд этих гармоник, на первый взгляд, не поддается систематизации. У одного и того же трансформатора с трудом удается найти хотя бы две точки с примерно одинаковой спектральной картиной. Здесь сказываются различия между трансформаторами, различная жесткость корпуса бака в местах измерения, разница сторон ВН и НН, разница внутренней и внешней фазы сердечника, наличие РПН и т.д.

Еще более сложной становится картина при попытке сравнить замеры вибрации в одной и той же точке под нагрузкой и на холостом ходу. “Вибрационной” особенностью трансформатора является то, что при переходе от холостого хода к режиму нагрузки общий уровень вибрации бака трансформатора обычно значительно уменьшается, до 40%.

Проведенные исследования на реальных трансформаторах выявили много специфических особенностей физических процессов в трансформаторе, зависящих от типа трансформатора, конструкции, мощности и даже завода - изготовителя. Картина во многом была усложнена проведением измерений не на интересующем элементе трансформатора, а на значительном удалении от него, на корпусе бака, сигнал на котором ослаблен слоем масла.

По итогам выполненных работ разработан метод диагностики состояния трансформатора по вибропараметрам. Обязательным условием его создания было использование компьютерных экспертных систем, позволяющих проводить сложные математические преобразования, анализ, сравнение и обобщение спектров вибросигналов. Диагностика прессовки активных

элементов трансформатора "вручную", на основе прямого визуального сравнения диагностом сигналов и спектров, на наш взгляд представляется маловероятной.

### **Возможности системы «Веста».**

Основное практическое назначение экспертной вибродиагностической системы «Веста» - обеспечение максимальной надежности работы и организация проведения ремонтных работ масляных трансформаторов по техническому состоянию.

Это достигается за счет:

- оперативной оценки в процессе эксплуатации качества прессовки обмотки и магнитопровода трансформатора, проводимой без вскрытия бака;
- диагностики и локализации мест с ухудшением контролируемых параметров;
- выявления тенденций ухудшения технического состояния активных материалов, как всего трансформатора, так и отдельных фаз обмотки и сердечника;
- планирования обслуживаний и ремонтов по техническому состоянию.

Программная часть системы «Веста» состоит из двух основных частей:

- Базы данных, хранящей справочную и нормативную информацию по всем трансформаторам и по всем измерениям. Это позволяет получать в любой момент справки по состоянию всех трансформаторов предприятия, на которых произведены виброобследования.
- Оригинальной экспертной системы спектрального анализа вибросигналов. Назначение экспертной части программы - достоверное определение текущего технического состояния трансформатора - оценка качества прессовки обмотки и активной стали сердечника.

Алгоритм работы экспертной части программы строится на сравнении вибропараметров трансформатора в двух режимах работы - холостого хода и нагрузки. В режиме холостого хода предполагается наличие вибраций только активной стали, вибрации обмотки считаются сравнительно малыми и они не учитываются. В режиме нагрузки к вибрациям стали, которые считаются неизменными из-за постоянства основного магнитного потока, добавляются вибрации обмотки и вибрации элементов конструкции, по которым протекают потоки рассеяния. Процедура "вычитания" диагностических признаков в режиме холостого хода из диагностических признаков режима, выявленных в режиме нагрузки, позволяет разделять признаки распрессовки обмотки от признаков распрессовки пакета стали.

В рамках каждого замера вибрации проводится выявление удельного вклада в общую вибрацию четных (вторая, четвертая и шестая), нечетных (первая, третья, пятая и седьмая) и "дробных" гармоник от основной частоты в 100Гц. Под дробными понимаются гармоники с номерами 1/2, 3/2, 5/2, 7/2 и т.д. Применительно к трансформатору эти гармоники имеют частоты 50,

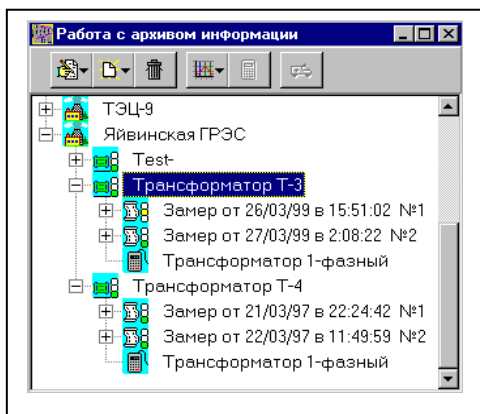


150, 250, 350Гц и т.д. Все остальные частоты, присутствующие в спектре вибросигнала, но не кратные частоте 50Гц, в диагностике не участвуют.

Таковы общие принципы работы экспертной части системы «Веста», программная реализация которой является "ноу-хау" фирмы «Димрус». Важной особенностью программы «ВЕСТА» является то, что она применима для диагностики состояния масляных трансформаторов самых различных типов и конструкций - групповых, на одном сердечнике, двухобмоточных, трехобмоточных, автотрансформаторов. При этом для перехода от диагностики одного трансформатора к другому нет необходимости делать изменения в программе, т.к. вся оригинальная информация сосредоточена в диагностических паспортах трансформаторов.

Следует хорошо понимать, что выводы системы «Веста» являются частью общего диагноза, который можно получить по трансформатору при помощи всех возможных методов контроля состояния. Сравнительным достоинством диагностики по вибропараметрам является то, что она позволяет определять возможные дефекты на самой ранней стадии, когда они не только даже не развились, а когда только появились тенденции к их возникновению. Например, распрессовка стали или меди в дальнейшем может привести к ухудшению состояния изоляции, что потом может быть обнаружено по составу масла, хотя это будет уже следствием, а не первопричиной.

## 4.2 Проведение диагностики трансформатора.

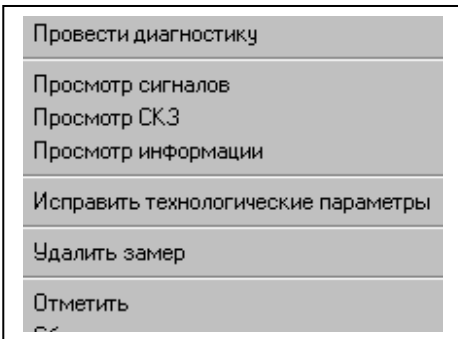


В данном разделе инструкции к системе описывается порядок проведения диагностики качества прессовки активных материалов трансформаторов. Порядок «привязки» нового трансформатора к системе уже описан выше.

Для начала необходимо в памяти программы выбрать директорию, в которой сосредоточена вся паспортная информация по данному трансформатору и все замеры вибрации.

Проведение этого выбора иллюстрирует графическое окно, показанное слева. Порядок работы с этим окном частично уже описан выше. Работа с ним не вызывает у пользователей больших проблем, так все функции управления аналогичны принятым в операционной системе компьютера. Все переключения в окне делаются при помощи стандартного манипулятора типа «мышка».

База данных программы «раскрывается» до уровня выбранного трансформатора. Необходимо, чтобы на экране был перечень всех замеров вибрации, имеющихся в программе. Выбор облегчает то, что рядом с каждым замером располагается ссылка на дату и время проведения регистрации.

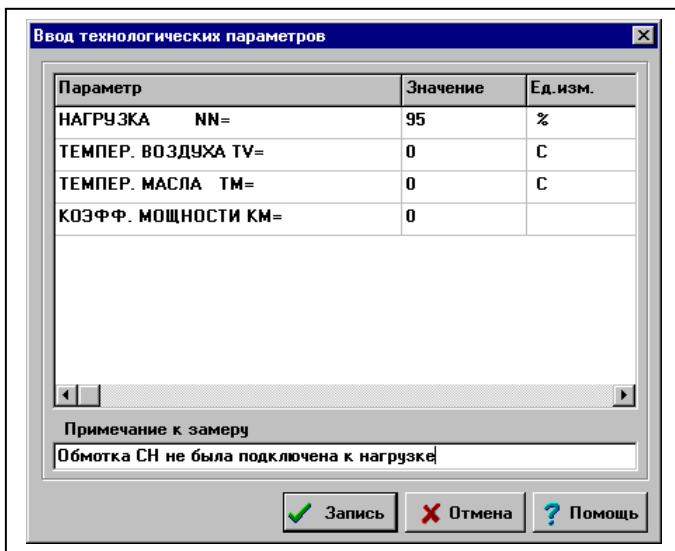


Для проведения диагностики качества прессовки обмоток и магнитопровода необходимо «отметить» один или два замера, по которым планируется проводить диагностику. Отметка производится

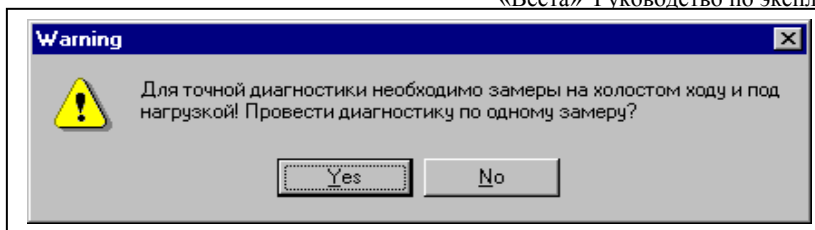
при помощи клавиши «Insert» на клавиатуре компьютера. Рядом с отмеченным замером на экране появляется красная «галочка».

Указатель мышки устанавливается на один из отмеченных замеров по данному трансформатору, на экране появляется окно доступных функций. Для диагностики важными являются функции непосредственной диагностики, просмотра сигналов на экране компьютера и функция «исправить технологические параметры». Эти функции уже описывались выше, здесь это описание опускается.

Для примера ниже приведено окно корректировки технологических параметров, приписанное к выбранному замеру.

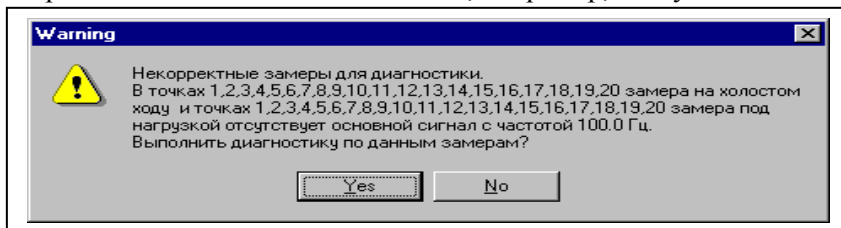


Если для проведения диагностики ошибочно или специально был отмечен только один замер, или замеры вообще не отмечались, то на экране появится окно с уточняющим вопросом на эту тему.



Если ответ будет утвердительный, то программа будет проводить диагностику трансформатора по одному замеру. Особенности такой диагностики, ее достоинства и недостатки описаны в предыдущем разделе инструкции. Если нажать клавишу отказа, то можно вернуться в окно выбора замеров и сделать все необходимые изменения. После этого можно снова запустить процедуру диагностики качества прессовки активных материалов трансформатора.

Перед началом проведения самой диагностики программа проверяет выбранные замеры на «корректность». Под этой процедурой понимается проверка правильности зарегистрированных вибросигналов, наличие в замерах необходимых гармоник, сравнивается соотношение сигнал – шум и т.д. На экране может появиться сообщение, например, следующего вида.

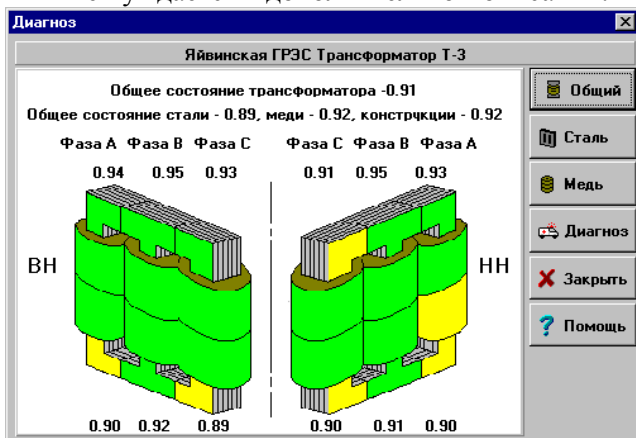


Пользователь программы самостоятельно принимает решение о возможности выполнения диагностической процедуры с выбранными замерами вибрации. Ответственность за получаемые результаты ложится на него. Все окна с вопросами такого типа появляются на экране в том случае, когда замер вибрации по тем или иным причинам не «укладывается» в стандартные, принятые для системы «ВЕСТА».

На следующем окне показан пример диагностического заключения по качеству прессовки обмоток и магнитопровода трансформатора на одном сердечнике с магнитопроводом стандартной конфигурации. Это окно автоматически появляется на экране компьютера после завершения процедуры диагностики. Изображение трансформатора в окне может быть различным, все определяется паспортом трансформатора, который пользователь создал или выбрал при привязке данного трансформатора.

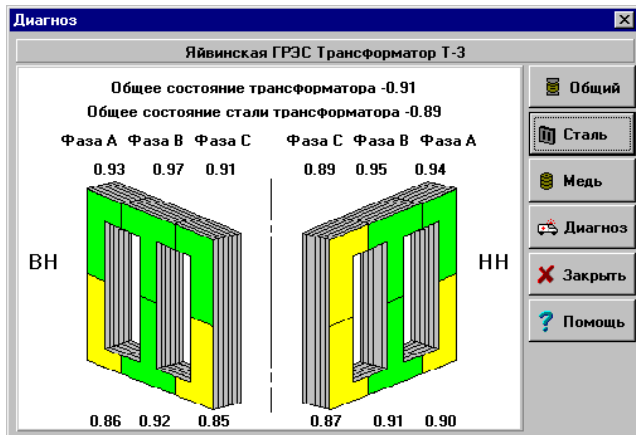
Приведенной на экране информации вполне достаточно для того, чтобы было можно оценить качество прессовки обмоток, магнитопровода и элементов конструкции по путям потоков рассеяния. Приведенные на экране цифровые параметры относятся ко всему трансформатору. Описание этих

параметров дается в следующем разделе настоящей инструкции. Дополнительно к цифровым параметрам используется диагностическое описание при помощи «цветов светофора». Значение этих цветов является общепризнанным и не нуждается в дополнительном описании.



Если воспользоваться кнопками управления, расположенными в правой части графического окна, то можно изменить вид просматриваемой информации. Предыдущее окно соответствует клавише «общий», т.е. показывает цифровые значения коэффициентов состояния всего трансформатора.

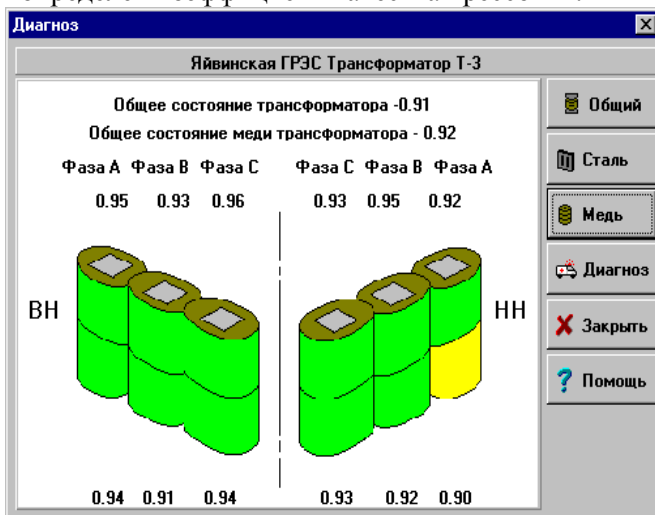
Если нажать на кнопку «Сталь», то на экране появится следующее изображение.



Оно соответствует качеству прессовки магнитопровода, показывает его внешний вид, цифровые значения коэффициентов качества прессовки стали и цветное состояние.

Сердечник на рисунке разбит на 12 зон, по числу точек измерения вибрации на баке трансформатора. Каждая зона имеет свою закраску и свой

коэффициент качества прессовки. При выборе паспорта с большим количеством точек измерения вибрации изображение магнитопровода автоматически будет разбито на необходимое количество зон, по каждой из которых будет определен коэффициент качества прессовки.



Аналогично можно просмотреть на экране состояние качества прессовки обмоток трансформатора, если нажать кнопку «Медь».

**ВЕСТА** ©Вибро-Центр™

**Справка о техническом состоянии трансформатора**  
 Яйвинская ГРЭС Трансформатор Т-3  
 Замер от 27.03/99 в 2.08.22 на холостом ходу  
 Замер от 26.03/99 в 15.51.02 под нагрузкой 95%  
 СКЗ виброскорости в точках замера, м/с<sup>2</sup>

	Точки	Фаза А		Фаза В		Фаза С	
		XX	PH	XX	PH	XX	PH
Страна ВН	Верх	2.15	1.88	3.43	4.07	6.41	6.03
	Низ	0.94	1.08	0.79	1.79	1.74	5.30
Страна НН	Верх	3.69	6.91	8.33	7.26	3.70	3.45
	Низ	5.65	1.91	2.09	2.36	6.85	12.94

**Обобщенные коэффициенты состояния трансформатора.**

Фаза А	Фаза В	Фаза С	Фаза С	Фаза В	Фаза А
0.94	0.95	0.93	0.91	0.95	0.93

Общий коэффициент технического состояния трансформатора - 0.91  
 Коэффициент прессовки обмотки трансформатора - 0.92  
 Коэффициент прессовки стали трансформатора - 0.89  
 Состояние конструкции - 0.92  
 Общее состояние трансформатора - хорошее.

\*Нормы 1 - 0.90 - хорошо, 0.90 - 0.80 - удовлетворительно, менее 0.80 - недопустимо

На экране появится стилизованное изображение фазных обмоток трансформатора.

Справа на экране имеется клавиша «Диагноз», при нажатии на которую на экране появится отчетный документ о техническом состоянии системы прессовки элементов трансформатора. Образец такого заключения и его общее описание приведено в следующем разделе инструкции.

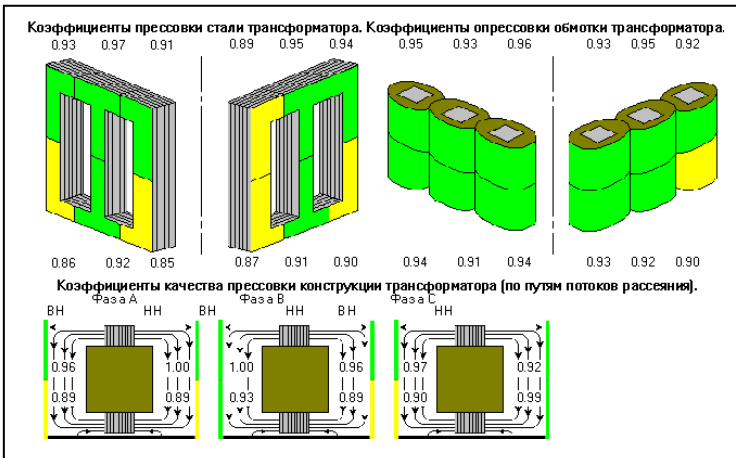
### 4.2.1 Выходные параметры диагностической системы.

Далее приведен пример диагностического заключения программы о качестве прессовки активных материалов трансформатора. В программе это единый документ, для показа на экране он разбит на две части.

В первой части отчета о проведенном диагностическом обследовании приведен заголовок, в котором перечислены все использованные в диагностике замеры. Если к замерам были приписаны примечания, то они тоже показываются здесь. Это удобно для тех случаев, когда замеры сопровождалось какими – либо особыми условиями. Для трехобмоточных трансформаторов здесь указывается, какие обмотки были нагружены, а следовательно и диагностированы на качество прессовки.

Далее следует таблица замеренных значений виброскорости. Здесь приводится СКЗ, среднеквадратичное значение вибросигнала, соответствующее обоим режимам, холостого хода и нагрузки.

Картинка с изображением трансформатора окрашена в различные цвета, соответствующие обобщенным параметрам прессовки всего трансформатора. Если пользователь имеет цветной принтер, то справка распечатывается в цвете. Правее картинки располагаются обобщенные коэффициенты всего трансформатора.



Вторая часть отчета включает в себя информацию о состоянии прессовки обмоток, магнитопровода и элементов конструкции по путям потоков рассеяния. Здесь также приведена и цифровая информация, и использованы цвета светофора для отражения итогов диагностики.

Как в диагностике, показываемой на экране компьютера, так и в отчетном документе, везде используются относительные коэффициенты качества прессовки элементов трансформатора. Эти коэффициенты являются безразмерными, справедливыми для трансформаторов любой марки, конструкции и мощности.

Состояние любого диагностируемого трансформатора оценивается программой «ВЕСТА» при помощи четырех относительных коэффициентов состояния.

Это:

коэффициент опрессовки обмотки **Км**,

коэффициент прессовки активной стали **Кс**,

коэффициент состояния элементов конструкции **Кк**,

обобщенный коэффициент состояния трансформатора **Ктр**.

Пятым параметром оценки состояния является "Скорость ухудшения состояния", численно равная интенсивности уменьшения обобщенного коэффициента состояния трансформатора, рассчитываемая как усредненное ухудшение коэффициента состояния трансформатора, приведенное к одному месяцу [о.е. / месяц].

Для всех коэффициентов заложен один и тот же качественный принцип - чем больше коэффициент отличается в меньшую сторону от единицы - тем хуже состояние прессовки данного элемента в исследуемом трансформаторе. Максимальное значение коэффициента - единица, соответствующая идеальному состоянию данного параметра. Количественно в программе приняты следующие усредненные диапазоны технического состояния качества прессовки элементов трансформатора:

От 1,0 до 0,9 - зона хорошего состояния контролируемого параметра. Это зона нормальной эксплуатации трансформаторов.

От 0,9 до 0,8 - зона удовлетворительного состояния контролируемого параметра. Это зона "тревожного" состояния трансформатора. В этой зоне очень важным является выявление тенденций изменения общего состояния в "худшую" сторону, что является очень тревожным параметром. Уменьшение коэффициента общего состояния трансформатора в меньшую сторону говорит об интенсивном ухудшении состояния.

От 0,8 и менее - зона неудовлетворительного состояния контролируемого параметра. При таком значении параметров трансформатора, особенно при их периодическом "ухудшении" (уменьшении), следует принимать решение, как минимум, об усиленном контроле всеми средствами, а лучше о проведении регламентных и ремонтных работ.

Экспертная система «ВЕСТА» обычно не требует адаптации к конкретному трансформатору. Коэффициенты состояния одинаково успешно описывают совершенно разные трансформаторы. Адаптация может понадобиться при несовпадении диагнозов с результатами вскрытия при ремонте. Это возможно для некоторых типов трансформаторов, имеющих большие конструктивные отличия. Тогда необходимо просто запустить специальную функцию программы и подкорректировать исходные параметры диагностики для данной марки трансформатора.

Накопленная практическая информация по состоянию трансформаторов, которые сначала диагностировались системой «ВЕСТА», а затем вскрывались, позволяет выявить связь между расчетными коэффициентами системы «ВЕСТА» и реальными параметрами прессовки, с которыми привык работать эксплуатационный персонал.

Получены следующие соотношения для прессовки обмоток:

при значении коэффициента **Км** равном 0,9 остаточное усилие прессовки составляет, примерно, 50% от паспортного, при **Км**, равном 0,8 остаточное усилие прессовки обмотки не превышает (15–20)% от паспортного значения. Такая корреляция сделана по итогам вскрытия 11 трансформаторов, у которых была диагностирована и выявлена распрессовка обмотки.

Ослабление прессовки магнитопровода было диагностировано и выявлено у 9 трансформаторов. К сожалению, количественно остаточное усилие прессовки магнитопровода при ремонтах точно не определяется и “измеряется” ремонтным персоналом в “витках” или “оборотах”, на которые удается повернуть гайки на стяжных болтах. По имеющимся у нас информации, заключения программы по степени ослабления прессовки магнитопровода качественно совпадает с реальным ослаблением магнитопроводов. Основой для такого заключения являются итоги сравнения результатов диагностики с результатами ремонтного вскрытия. Если программой выдается значение коэффициента прессовки стали **Кс**, равное 0,8 и менее, то ремонтниками эта зона обычно классифицируется как “сильно распрессованная”. Как уже говорилось выше, наибольшие проблемы могут возникнуть с прессовкой стали в районе фазы «В», где происходит сложение потоков трех фаз.

Используемые в программе диапазоны качества 0,9 и 0,8 являются усредненными, наиболее общими для большинства трансформаторов. Программа позволяет Пользователю, при необходимости изменить величины этих порогов в большую или меньшую сторону. Это может быть сделано при привязке нового трансформатора или может быть скорректировано в процессе работы с трансформатором.

Необходимость корректировки границ диапазонов качества может возникнуть при:

- количественном несоответствии заключений программы реальному состоянию конкретного трансформатора;
- при эксплуатации трансформаторов в особых режимах, отличных от нормальных;
- невозможности проведения, по тем или иным причинам, ремонтных работ, когда приходится эксплуатировать трансформатор с явными дефектами.

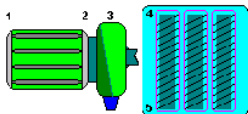
*Естественно, что всю ответственность за такое изменение порогов контроля Пользователь берет на себя.*



## 5 Диагностика состояния маслонасосов системы охлаждения.

### 5.1 Регистрация сигналов на маслонасосе.

Замеры вибрации на маслонасосах проводятся переносным виброанализатором, регистрирующим вибросигнал в диапазоне от 10 до 1000Гц (для насосов с числом оборотов ротора равным 3000 об/мин) или от 10 до 400Гц (для насосов с числом оборотов ротора равным или меньшим 1500 об/мин).



Измерения проводятся на каждом подшипнике двигателя маслонасоса в трех направлениях - вертикальном (В), горизонтальном или поперечном (П), осевом (О). Внешний подшипник двигателя считается подшипником №1 (на схеме насоса – точка 1), а подшипник, расположенный ближе к улитке насоса - подшипником №2 (на схеме насоса – точка 2).

Для контроля состояния рабочего колеса насоса необходимо проводить измерение вибрации на улитке насоса в вертикальном или горизонтальном направлении (на схеме насоса – точка 3).

Для исключения влияния наведенных частот от работающего трансформатора необходимо провести измерения вибрации на соответствующей данному насосу фазе трансформатора. Замер производится на баке трансформатора в двух точках - верх фазы и низ фазы так, чтобы датчик захватывал часть обмотки и сердечника (на схеме – точки 4 и 5 соответственно).

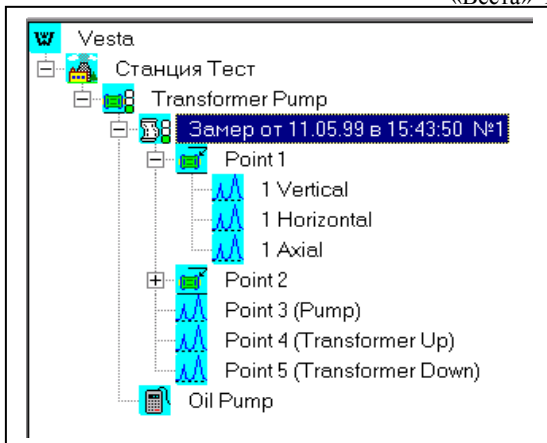
Таким образом, результатом проведения полного замера будут 9 сигналов - по 3 на корпусе каждого подшипника, 1 - на улитке насоса, по 1 – вверху и внизу соответствующей фазы трансформатора. Отсутствие замера на трансформаторе и улитке снижает точность диагноза.

После записи замеров в память виброанализатора эта информация с помощью специального кабеля переписывается в компьютер, где производится ее анализ с помощью экспертной системы.

### 5.2 Работа с программой диагностики.

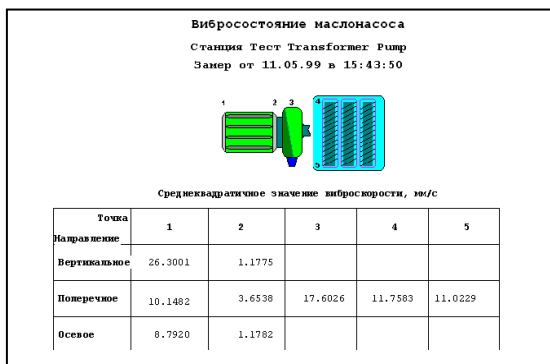
После запуска программы «Vesta», выбора станции, трансформатора, маслонасоса (процедура выбора аналогична описанной выше процедуре выбора трансформатора) необходимо выбрать нужный замер.

Для просмотра нужного замера и проведения диагностики по выбранному замеру необходимо встать мышкой на нужный замер и нажать правую кнопку мышки, после чего на экране появится окно следующего содержания:



Диагностика насоса
Просмотр сигналов
Просмотр СКЗ
Просмотр информации
Исправить технологические параметры
Удалить замер
Отметить
Сбросить все пометки

Для отработки процедуры диагностики необходимо выбрать позицию “Диагностика” и нажать левую кнопку мышки. Результатом отработки будет справка о состоянии маслонасоса:



Полученная справка может быть выведена на печать нажатием соответствующей кнопки экранного меню.

В основу определения состояния маслонасосов положены методы спектральной диагностики, позволяющие определять следующие виды дефектов:

Изгиб вала ротора.

Ослабление механических соединений – болтов или входных (выходных) трубопроводов.

Неисправность двигателя.

Небаланс рабочего колеса маслонасоса.

Дефекты подшипников.

Гидродинамические проблемы насоса.

### 1 Состояние агрегата

Неудовлетворительное.

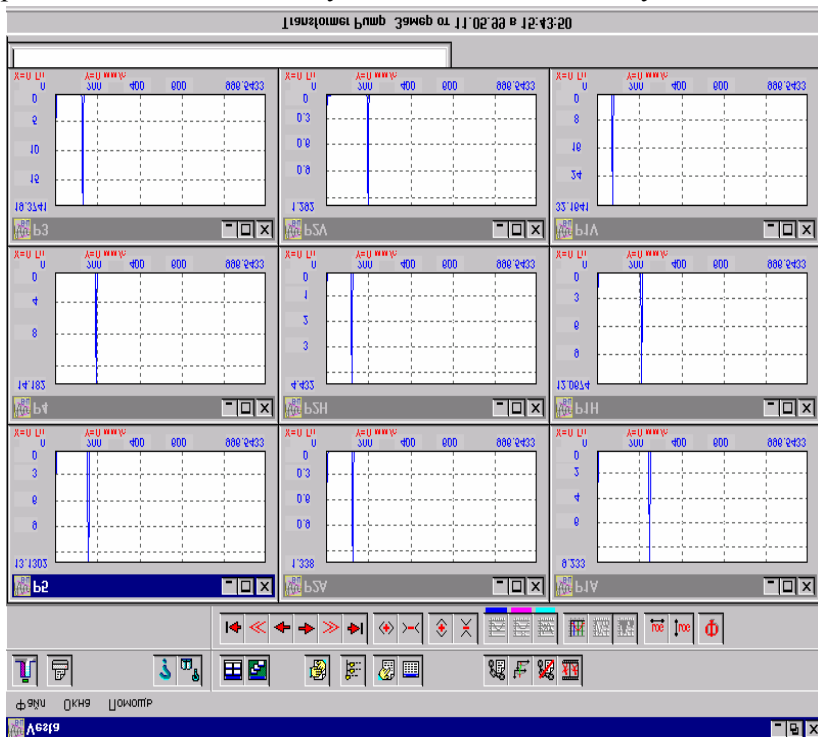
### 2 Обнаружено

Дефект рабочего колеса насоса.

### 3 Рекомендуются

Необходим ремонт или замена рабочего колеса насоса.

При оценке состояния маслонасоса применяются три оценочных уровня:  
Нормальное состояние – допустима длительная эксплуатация.



Удовлетворительное состояние – эксплуатация еще допустима, но требуются более частые повторные обследования с целью выявления динамики развития дефектов. При этом система обозначает выявленные дефекты с формулировкой «Дефект возможен».

Неудовлетворительное состояние – необходимо проведение ремонтных мероприятий или замена.

Вход в процедуру просмотра вибросигналов осуществляется переходом на позицию «Просмотр сигналов» в том же окне, где производится выбор процедуры диагностики.

Просмотр аналогичен процедуре просмотра сигналов трансформатора:

Point	Value (mm/s)
1 Vertical	26.3
1 Horizontal	10.1
1 Axial	8.8
2 Vertical	1.2
2 Horizontal	3.7
2 Axial	1.2
Point 3 (Pump)	17.6
Point 4 (Transformer Up)	11.8
Point 5 (Transformer Down)	11.0

Помимо просмотра сигналов, возможен режим просмотра среднеквадратичных значений виброскорости измеренных значений (из того же окна выбора):

Для внесения изменений в такие параметры маслонасоса как число оборотов ротора, число лопаток на рабочем колесе насоса, необходимо находясь на позиции «Диагностика» нажать левую кнопку мышки, после чего на экране появляется окно с основными настроечными параметрами маслонасоса.

**Pump Parameters**

Frequency of rotating: 1500.00 rpm

Number of blades: 8

Frequency: 60 Hz

Buttons: OK, Cancel, Help

При необходимости можно изменить их значения стандартным образом.

## 6 Приложения.

### 6.1 Описание структуры каталогов для Atlant и Vesta.

"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 atlant\_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 atlant\_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.

## 6.2 Формат хранения данных в базе данных замеров.

History :

21.10.97 Вставлено в TCommonParam ProtokolName - Имя ассоциированного файла протокола для балансировки

02.10.97 Начало

{ \$A- } { На всякий случай убрать выравнивание }

unit ZamHdr;

interface

{-----}

{Заголовок замера - общие параметры}

Type TZamerPath = string[80];

TZamerSign = array [0..5] of char;

TFileName = string[12];

const ZamerVersion = 300; { Текущая версия замера }

const CurrentZamerSign : TZamerSign = ('V','C','3','0','0','#0');

{Заголовок замера - общие параметры}

Type TZamerHeader = record

Sign : TZamerSign; { Сигнатура файла замера }

Path : TZamerPath; { Путь к файлу }

DateTime : TDateTime; { Дата и время создания }

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 }

ztGarmon = 16; { Гармоники }

ztKepstr = 32; { Кепстр }

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 }
eiNika         = 128; { Компл. замер для Nikt-ы }
eiAny          = $FFFF; { Любая }
const { Stamp - Наличие отметчика }
  stPhoto      = 4; { Фото }
  stElectro    = 2; { Электронный }
  stNot        = 1; { Нет }
  stAny        = $FFFF; { Любой }
const { BalansMass - Наличие пробных коррект.х 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      : longint; { F Тип замера }
  DiagPsp        : word; { F Наличие диагностического паспорта к
замеру }
  Persent        : word; { V> Объем замера относительно паспорта в
процентах }
  Synhro         : word; { F Синхронность регистрации сигналов }
  ZamerEdIzm     : longint; { F Размерность информации }
  SpectrFreq     : longint; { V>Максимальная частота спектра, Гц}
  SpectrStep     : longint; { V<Ширина спектральной линии *1000, Гц}
  AllX           : longint; { V> Число отсчетов в сигнале _ }
  Stamp          : word; { F Наличие отметчика }
  BalansMass     : word; { F Наличие пробных коррек. масс в
балансировке }
  BalansPlosk   : word; { F Наличие плоскостей с грузами для
балансировки }

```

```

Reserv      : array [1..100] of byte; { 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;
    SpectrFreq    : 500;
    SpectrStep    : 500; { 0.5*1000 }
    AllX          : 256;
    Stamp         : stAny;
    BalansMass    : bmNot;
    BalansPlosk   : 0 );
{ Пример настроек на Никту }
const NiktaZamerProperty : TZamerProperty =
  ( ZamerType      : ztSignal;
    DiagPsp       : dpYes;
    Persent       : 0;
    Synhro        : sySynhro;
    ZamerEdIzm    : eiNikta;
    SpectrFreq    : 0;
    SpectrStep    : 0; { 0.5*1000 }
    AllX          : 256;
    Stamp         : stAny;
    BalansMass    : bmAny;
    BalansPlosk   : 0 );
{-----}
  {Таблица с технологическими параметрами}
const TechParamKol = 50; { Число технологических параметров }
Type TTechParamRecord = record
  Num      : word; { Номер технологического параметра }
  ParamR   : real; { 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 (ltaAriadnaDiag - локальный тэг для результатов диагностики в Ariadne ).

```

    { Таблица тэгов }
const GlobalTagTableKol = 30; { Число строк в таблице тэгов }
Type TTagNum = integer;
Type TTagTableRecord = record
    NumT    : TTagNum;
    OffT    : longint;
    LenT    : longint;
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 }
      ltaAriadnaDiag = 2; { Локальный тэг для результатов диагностики в
Ariadne }
      {-----}
      {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 зарегистрир. }
    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 }
    {-----}
    {Остальные общие параметры для замера}
Type TCommonParam = record

```

```

Osenka   : byte; { Оценка 9-выкл
                6-нед
                3-уд
                0-хор}
KolTabl  : byte; { Максимальное количество Tabl,           т.е. под них
зарезервированно место }
NiktaKolFaz : word; { Количество зарегистрированных фаз - 1,2,3 }
NiktaHarZamer : word; { Характер замера }
ProtokolName   : TFileName; { Имя ассоциированного файла
                               для балансировки }
Reserv   : array [1..100] of byte; { Резерв }
end;
{-----}
{Строка таблицы для одного снятия сигнала}
const LocalTagTableKol = 10; { Число записей в локальной таблице тэгов }
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   : boolean; { True - строка заполнена - введено вместо
проверки LenT=0}
  Time    : TDateTime; { Дата и время снятия замера }
  SKZ     , { СКЗ }
  Ampl    , { Максимальная Амплитуда, Abs() }
  Faza    , { Начальная фаза для сигналов с отметчиком }
  XO      , { Нач. значение }
  XN      , { Кон. значение }
  dX      : real;    { Шаг }
  Option  : word;    { Флажки опций замера }
  Tip     : word;    { Тип замера ztXXXXX }
  Edlzm   : longint; { Размерность информации eiXXXX }
  AllX    : longint; { Число отсчетов }
  Scale   : real;    { Множитель приведения Real := Integer * Scale }
  StampType : word; { Тип записи отсчетов - пока только stLin }
  OffT    : longint; { Смещение в файле }
  LenT    : longint; { Длина в файле - теперь может быть равна 0 }
  LocalTagTable : array [1..LocalTagTableKol] of TTagTableRecord;
                { Локальная таблица тэгов }
  Reserv  : array [1..50] of byte; { Резерв }

```

```

end;
{-----}
  { Таблица грузов для балансировки }
const BalansMassKol = 20; { Число строк в таблице грузов для
балансировки }
Type TBalansMassRecord = record
  NumPlosk : word; { Номер плоскости }
  Mass     : real; { Масса в граммах }
  Angle    : real; { Угол в градусах }
end;
Type TBalansMass = array [1..BalansMassKol] of TBalansMassRecord;
{-----}
  { Общая структура файла замера }
Type TZamerRecord = record
  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.

```

***Краткая информация о фирме:***

***ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)***

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по диагностике для различных отраслей промышленности.

Россия, 614000, г.Пермь, ул. Кирова 70, офис 403.

Тел./факс: (342) 212-84-74

Адреса в интернете: <http://www.dimrus.ru>

<http://www.dimrus.com>

e-mail: [dimrus@dimrus.ru](mailto:dimrus@dimrus.ru)

e-mail: [dimrus@dimrus.com](mailto:dimrus@dimrus.com)