



**Техническое решение  
на внедрение систем вибромониторинга и диагностики  
агрегатов ГТТ  
для предприятий химической промышленности**

ООО «АМХ ИНЖИНИРИНГ»

г. Киев



## Содержание

Информация о компании «АМХ ИНЖИНИРИНГ».....	3
Основные направления деятельности компании.....	3
Введение.....	3
Экономическое обоснование.....	3
Часть 1. Агрегаты ГТТ.....	5
Возможная конфигурация системы вибромониторинга.....	5
Возможная конфигурация системы вибромониторинга.....	6
Датчиковая часть.....	7
Токовихревые датчики 3300 XL.....	7
Акселерометр 330400.....	7
Замечание по применению датчиков абсолютной и относительной вибрации.....	9
Применение датчиков радиальной вибрации в конфигурации XY.....	9
Применение датчика фазы Keyphasor.....	10
Применение сдвоенного канала осевого смещения.....	10
Система вибромониторинга 3500.....	11
Шасси 3500/05.....	12
Блоки питания шасси (основной и резервный) 3500/15.....	12
Модуль интерфейса шасси (RIM) 3500/22.....	12
4-х канальный монитор абсолютной/относительной вибрации 3500/42М.....	13
Модуль реле 3500/32 и 3500/33.....	13
Пример возможной конфигурации шасси агрегата ГТТ.....	14
Часть 2. Общая структура построения системы вибродиагностики – возможное расширение.....	15
Платформа System 1– возможное расширение.....	16
Конфигурация.....	18
Сбор данных.....	18
Обработка данных.....	18
Тренды.....	19
Отсутствие ограничений по объему хранимых данных.....	20
Корреляция данных при помощи метода Drag-and-Drop (Перенести и оставить).....	20
Сигнализации.....	20
Набор экспертных правил RulePak – возможное расширение.....	21

## **Информация о компании «AMX ИНЖИНИРИНГ»**

---

AMX ENGINEERING LLC

Директор компании: Харченко Андрей Михайлович

ICO: 254 49 192

Место нахождения: Prague 1 - Nove Mesto, U Pujcovny 953/4, Czech Republic, 110 00

телефон/факс: +420 608 894 611, +420 222 242 046

E-mail: [A.Kharchenko@amx-engineering.com](mailto:A.Kharchenko@amx-engineering.com)

## **Основные направления деятельности компании**

---

1. Инжиниринг, поставка, монтаж и наладка, сервисная поддержка оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами, КИП и А.
2. Поставка оборудования и химреагентов для водоочистки и водоподготовки технологической воды производственного процесса промышленных предприятий.
3. Проектирование, монтаж, пуско-наладка широкого спектра инженерных систем и систем передачи данных.
4. Проектирование и монтаж систем передачи данных.

## **Введение**

---

Данное техническое решение определяет принципы построения системы вибромониторинга и диагностики агрегатов ГТТ на химических предприятиях.

Основными критериями при разработке данного технического решения являются:

- Высокая надежность системы вибромониторинга, использование современных технологий в области виброзащиты критического оборудования.
- Соответствие стандарту API 670.
- Возможное в будущем расширение функций системы защиты до системы вибродиагностики.
- Богатый опыт применения систем мониторинга и диагностики Bently Nevada.

Данное техническое решение является обобщенным, основанным на лучших практиках внедрения систем мониторинга и диагностики. Опции датчиков и параметры оборудования могут быть уточнены в процессе проработки заданного проекта.

## **Экономическое обоснование**

---

Реализация аналогичных проектов для других предприятий позволила достичь значительных показателей по отдаче от инвестиций. Система диагностики не подменяет функций агрегатной и/или цеховой систем управления. Основная задача системы диагностики состоит в раннем обнаружении неисправностей оборудования и выявлении их причин.

Описываемые системы вибромониторинга турбоагрегатов ГТТ и система диагностики обеспечит улучшение следующих производственных показателей.

- Повышение эффективности благодаря постоянному процессу оптимизации технического обслуживания. Современная система защиты и оптимизации является звеном обратной связи для оператора и инженерного состава предприятия, обеспечивает быструю и точную оценку изменений в технологическом процессе, как реакцию на состояние механического оборудования и наоборот. Изменения в механическом состоянии могут быть обнаружены



достаточно быстро, и оператор может своевременно оптимизировать состояние агрегатов и технологического процесса.

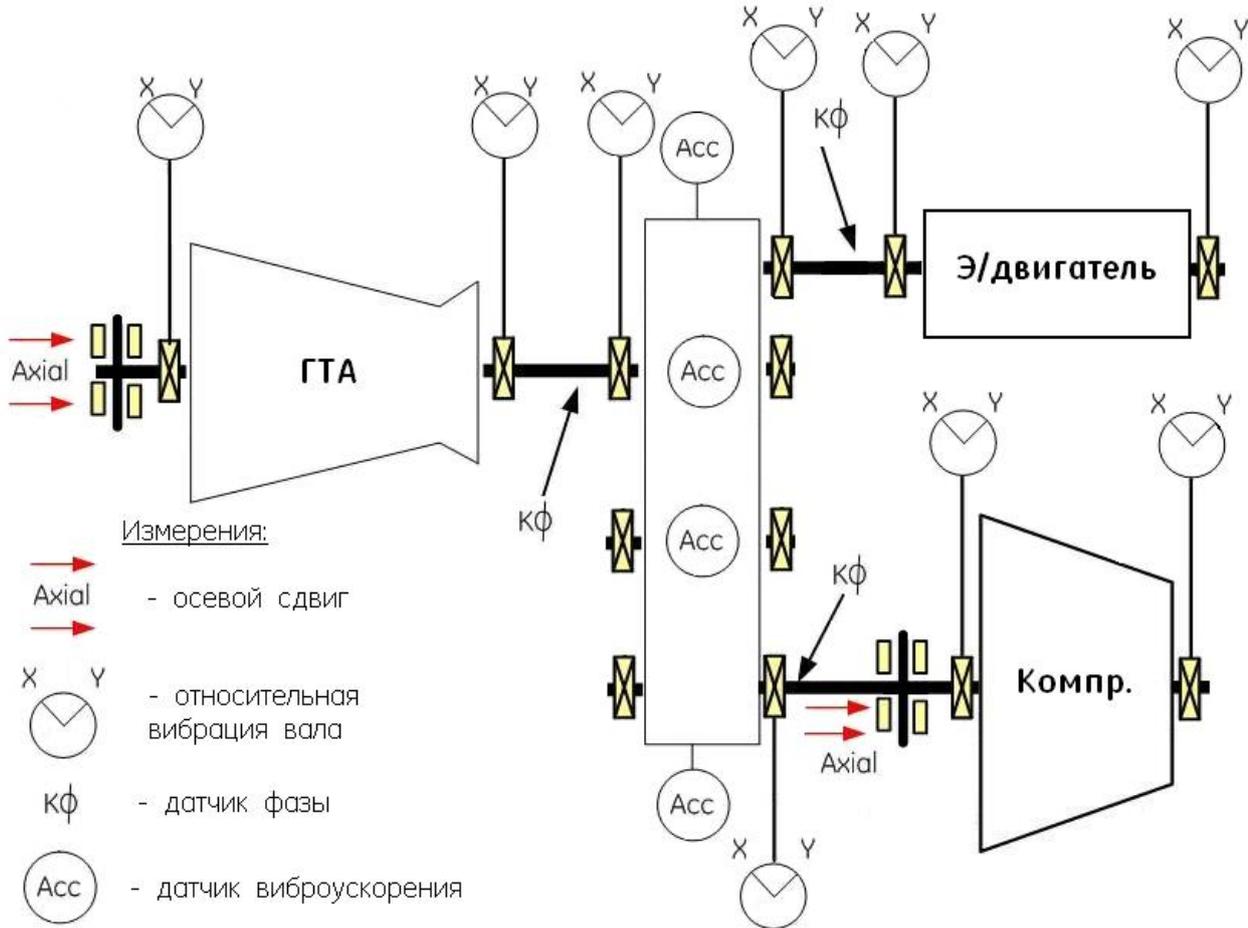
- Уменьшение стоимости технического обслуживания за счет применения процедур технического обслуживания по фактическому состоянию агрегатов. Современная система защиты и диагностики предоставляет наиболее точные сведения в реальном масштабе времени. Более точная и полная информация даст возможность техническому персоналу предсказывать механическое состояние и оптимально планировать ремонты. Решения по проведению ремонта могут приниматься более обоснованно и с большей степенью уверенности.
- Обладая точными знаниями о механическом состоянии агрегатов можно минимизировать простой производства. Современная система защиты/мониторинга может определить проблему на ранней стадии и позволяет спланировать эффективный и менее затратный путь решения. В ряде случаев система окупается за два дня простоя агрегата или меньше.
- Снижение стоимости обслуживания как следствие уменьшения незапланированных событий. Современная система контроля механического состояния обладает возможностью автоматически вести сбор и сохранение данных, с высокой скоростью используя параллельные процессоры, как во время установившегося режима работы, так и во время переходных режимов. Любое событие, изменение процесса, даже произошедшее ночью будет зафиксировано, будут записаны данные с высоким разрешением до и после произошедшего события. Данные, собранные во время переходных режимов, являются чрезвычайно важными для поиска источника неисправности.
- Значительное снижение стоимости экспертной диагностики. Поскольку экспертиза на предприятии может быть не доступна в конкретное время, возможность системы диагностики собрать и затем предоставить удаленный доступ к данным является критическим свойством для проведения своевременной диагностики агрегата и минимизацией стоимости переезда персонала.
- Труд дорогостоящих специалистов-диагностов может быть применен более рационально на тех агрегатах, которые действительно требуют проведения технического обслуживания, а не для сбора данных со всех агрегатов подряд, включая работоспособные. При таком подходе задача, на которую уходило несколько дней в недавнем прошлом, может быть решена в пределах часов. Это позволяет **избежать убытков от упущенной выгоды**, которая может превышать сотни долларов в час.
- Балансирование **затрат** на обслуживание и **рисков**, связанных с работой ОФ (потеря продукции, потеря энергии, пени, не соответствие спецификации) для достижения **наименьших общих затрат**.
- Увеличение **эффективности** и **производительности** обслуживания оборудования для дальнейшего снижения производственных затрат и рисков.

Ниже представлено описание системы вибромониторинга.

**Часть 1. Агрегаты ГТТ.**

**Возможная конфигурация системы вибромониторинга**

Установка датчиков вибрации, осевого сдвига и фазы производится по следующей схеме:



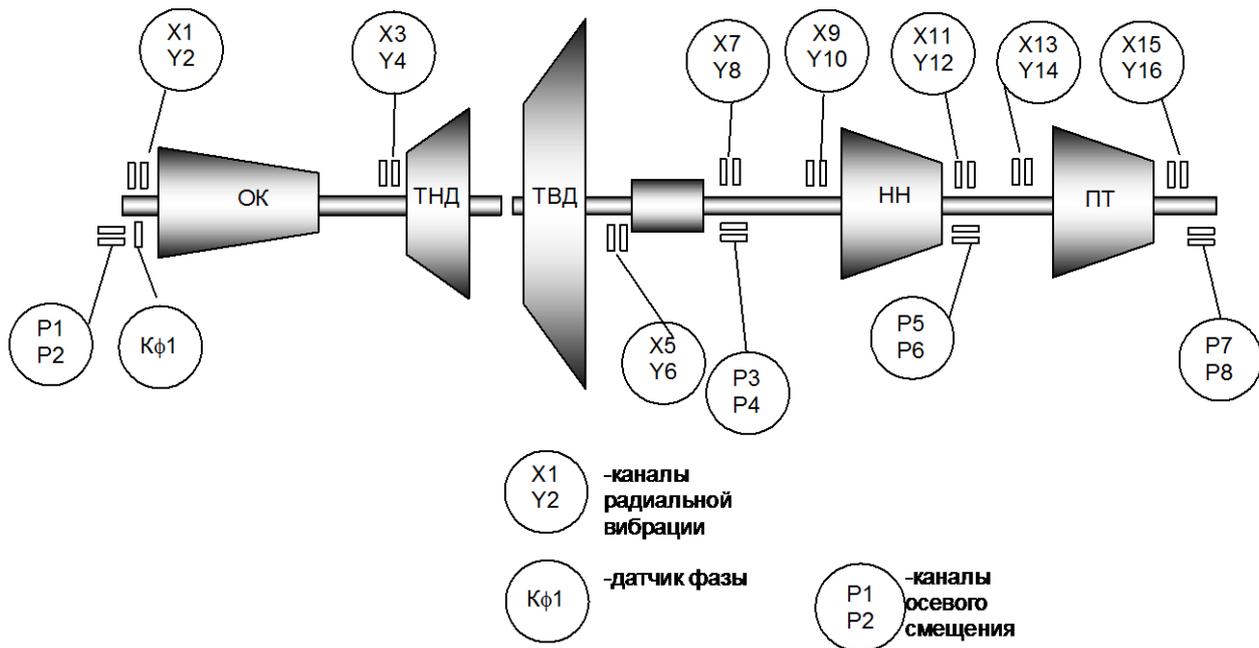
Для измерения относительной вибрации вала, осевого сдвига и отметки фазы используются токовихревые датчики. Датчики относительной вибрации вала располагаются ортогонально (XY), для контроля осевого сдвига – используется по два датчика (конфигурация 2а из 2х). Для контроля вибрации редуктора применяются датчики виброускорения Акселерометр.

Таким образом, всего каналов:

- Вибрации – 18
- Позиции — 4
- Фазы — 3
- Виброускорения — 4

### Возможная конфигурация системы вибромониторинга

Установка датчиков вибрации, осевого сдвига и фазы производится по следующей схеме: каждый упорный подшипник оснащается 2 датчиками осевого сдвига, а каждый опорный подшипник – 2 датчиками радиальной вибрации, также устанавливаются датчики фазы, вал для установки будет выбран на этапе выполнения проекта привязки. Схема расположения датчиков на агрегате показана на рисунке ниже:



Таким образом, всего каналов системы вибромониторинга:

Радиальной вибрации – 16 каналов

Осевого смещения – 8 каналов

Датчиков фазы – 1 канал

Для дополнения и модернизации системы используются токовихревые датчики серии Proximity 3300XL 8 mm.

Датчики осевого сдвига предполагается устанавливать внутрь упорных подшипников, датчики радиальной вибрации – во внешних корпусах.

**Замечание:** Окончательно расположение датчиков и установочные изделия определяются на этапе выполнения проекта привязки.

## Датчиковая часть

Данный параграф технического решения описывает основу современной системы мониторинга (Нижний уровень) – Датчиковую часть. Приведенное ниже описание охватывает только существующие на данный момент и самые современные датчики и не включает в себя варианты их расположения и установки на конкретной машине.



Основное преимущество Современной системы мониторинга – это правильный выбор типа датчика именно для Вашей установки (различных для турбин, генераторов, компрессоров, насосов, вентиляционных установок и т.д.)

## Токовихревые датчики 3300 XL

Для измерения относительной вибрации, осевого смещения, фазовых измерений используются токовихревые датчики серии Proximity 3300 XL и система вибромониторинга 3500.

Токовихревые датчики нового поколения серии 3300 имеют большую механическую и электрическую защиту по сравнению с другими датчиковыми системами.



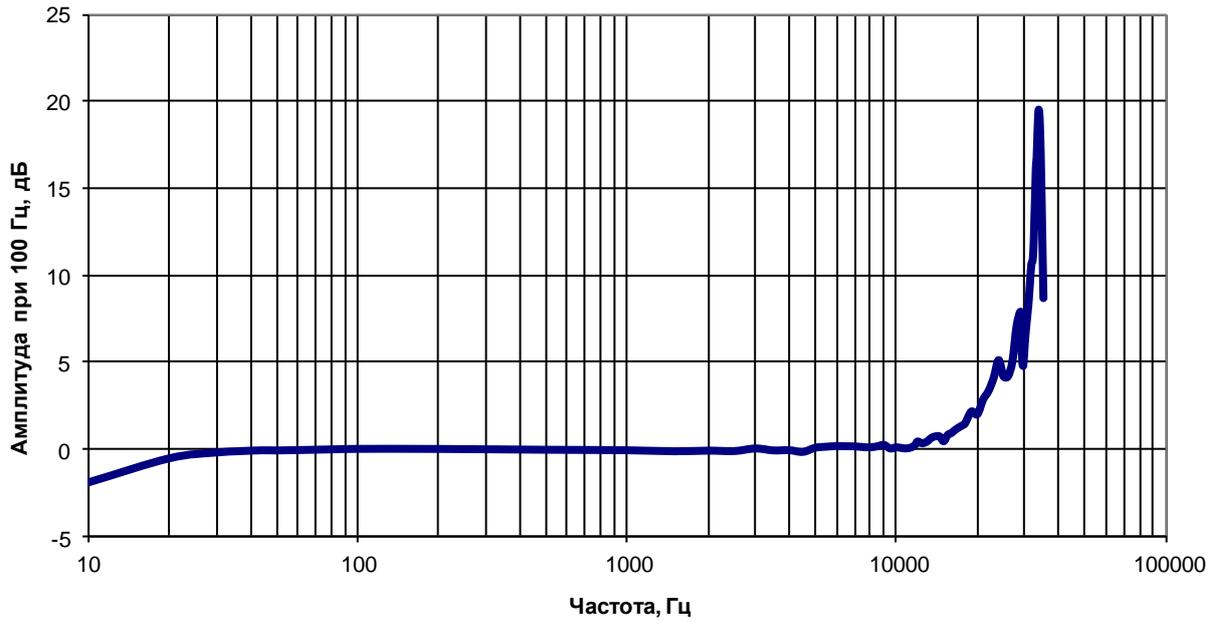
XL

Увеличение механической защиты достигается благодаря применению новых материалов наконечника датчика и изоляции. Коаксиальные кабели датчиков Бентли Невада имеют двойной экран. Внешний экран выполняет функции механической и дополнительной электрической защиты. Для соединения коаксиальных кабелей применяются новые типы коннекторов, которые обеспечивают легкое и надежное соединение. Датчиковая система имеет большую температурную стабильность.

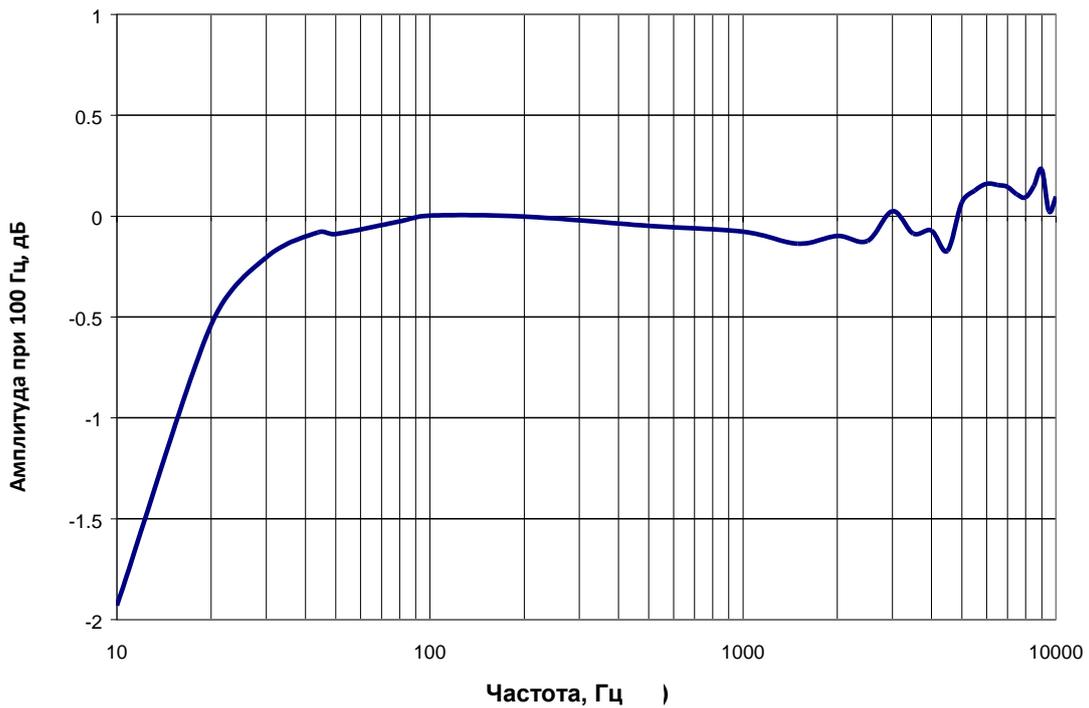
## Акселерометр 330400

Акселерометры предназначены для ответственного оборудования, в котором измерение виброускорения является критичным – например, в случае мониторинга зубчатых зацеплений. Датчик 330400 спроектирован с учетом требований к акселерометрам стандарта Американского нефтяного института API 670. Диапазон амплитуд составляет 50 g пик. Чувствительность - 100 мВ/g. Датчик 330425 аналогичен предыдущему, но для него предусмотрена большая амплитуда (75 g пик) и чувствительность 25 мВ/g.





Типовая амплитудная характеристика

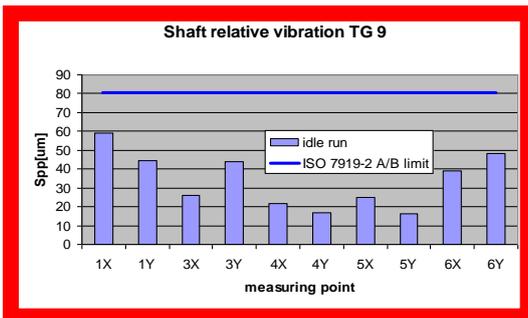
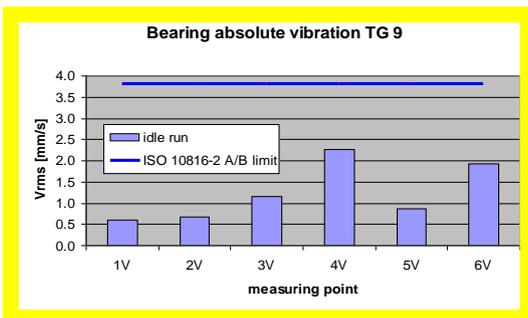


Типовая амплитудная характеристика при 10 – 10000 Гц



## Замечание по применению датчиков абсолютной и относительной вибрации

Bently Nevada имеет тысячи установок систем диагностики по всему миру. Согласно теоретическим и практическим данным, а также современным стандартам эффективная оценка механического состояния агрегата на подшипниках скольжения возможна при условии применения датчиков относительной радиальной вибрации в конфигурации ХУ. Повышенная относительная радиальная вибрация приводит к ускоренному износу подшипников и возникновению аварийной ситуации. На практике абсолютная корпусная вибрация и относительная радиальная не всегда коррелируют между собой. На диаграмме ниже представлены данные, собранные с турбогенератора по корпусной и относительной вибрации на тех же подшипниках.



В современных системах вибромониторинга используется конфигурация ХУ (ортогональная установка двух датчиков) в каждом подшипнике скольжения.

Применение датчиков ХУ позволяет для любого датчика измерять:

- **Вибрацию,**
- **Позицию.**

Данные два измерения с каждого датчика НЕ МОГУТ быть переданы в САУ посредством ТРАНСМИТТЕРОВ (токовых выходов). Имеется возможность передавать только посредством коммуникационного шлюза (3500/92).

Применение ортогональных датчиков ХУ позволяет:

- в режиме защиты измерять вибрацию в двух направлениях (вибрация может значительно отличаться по направлениям) и контролировать радиальный зазор в подшипнике.
- рассчитывать и использовать для сигнализации полный размах вибрации Smax (рассчитывается действительный максимум уровня вибрации).

При установке диагностического программного обеспечения имеется возможность анализировать:

- временные развертки
- рассчитать полный спектр
- отображать график орбиты прецессии вала
- рассчитывать полные каскадные, водопадные графики и др.

При отсутствии датчика фазы отсутствует возможность просматривать орбиты, спектры могут быть половинчатыми (только с положительными частотами).

## Применение датчиков радиальной вибрации в конфигурации ХУ

В современных системах вибромониторинга используется конфигурация ХУ (ортогональная установка двух датчиков) в каждом подшипнике скольжения. Требования по

установке датчиков приводятся в стандарте API 670, п. 3.5.3.3, в соответствии с которым, измерение радиальной вибрации должно осуществляться в каждом подшипнике двумя датчиками.

Применение ортогональных датчиков XY позволяет:

- в режиме защиты измерять вибрацию в двух направлениях (вибрация может значительно отличаться по направлениям) и контролировать радиальный зазор в подшипнике.
- рассчитывать и использовать для сигнализации полный размах вибрации  $S_{max}$  (рассчитывается действительный максимум уровня вибрации).

При установке диагностического программного обеспечения имеется возможность анализировать:

- временные развертки
- рассчитать полный спектр
- отображать график орбиты прецессии вала
- рассчитывать полные каскадные, водопадные графики и др.

При отсутствии датчика фазы отсутствует возможность просматривать орбиты, спектры могут быть половинчатыми (только с положительными частотами).

### Применение датчика фазы Keyphasor

В соответствии с п. 4.1.3.1 стандарта API 670, на валу компрессора устанавливаются датчики фазы, которые будут генерировать одно событие за один оборот вала.

Применение датчиков фазы кроме возможности проведения диагностики, обеспечивает возможность **тонкой** настройки защиты агрегата, которая применяется в современных системах виброзащиты роторного оборудования. Так, система с применением датчиков фазы Keyphasor сможет выдавать оператору сигнализации, кроме сигнализаций по уровню вибрации и зазору, дополнительно по следующим параметрам:

- амплитуде вибраций 1X
- фазе компоненты вибрации 1X
- амплитуде компоненты вибрации 2X
- фазе компоненты вибрации 1X
- амплитуде вибрации с частотой не равной частоте вращения – NOT1X
- размаху вибрации  $S_{max}$ .

Сигнализации по данным параметрам обеспечат персонал информацией об отклонении от нормального режима работы агрегата еще до срабатывания сигнализаций по уровню вибрации или зазору.

### Применение сдвоенного канала осевого смещения

Сдвоенный канал осевого смещения используется во всех современных системах защиты. Требования по применению двойного канала осевого смещения приводятся в стандарте API 670, п. 3.5.5.3.

Применение сдвоенного датчика осевого смещения необходимо с целью повышения надежности системы при выходе из строя одного из датчиков, т.к. сигнал аварийной сигнализации каналов осевого сдвига генерируется без задержки. В случае установки сдвоенного канала, применяется схема голосования «И», что исключает останов агрегата при выходе из строя (обрыве, коротком замыкании) одного из датчиков.

## Система вибромониторинга 3500

Данная секция описывает второй уровень Современной Системы Мониторинга – непосредственно систему Защиты и Мониторинга, которая играет важную роль в процессе диагностики промышленного оборудования.

Система 3500 обеспечивает постоянный мониторинг в реальном масштабе времени для защиты роторного оборудования и полностью спроектирована в соответствии со стандартом API 670. Данная система является наиболее функциональной и гибкой системой Бентли Невада. Система может поставляться для монтажа в шкаф. Она обеспечивает множество функций недоступных в других системах. Ниже приводится конфигурация шасси 3500.



Модульная конструкция системы содержит следующие компоненты:

- Системное шасси 3500/05 – полноразмерный вариант (19"), крепление в панель.
- Два блока питания 3500/15. Обеспечивают резервную схему подключения питания. Напряжение питания по выбору отдельно для каждого из блоков питания: ~220 В, ~110 В, =110 В, =24 В. В данном случае использована схема с двумя блоками на ~220 В.
- 3500/22 модуль сбора данных в переходных режимах. Обеспечивает функции конфигурирования, тестирования модулей, хранения списка системных событий и списка тревог. Также обеспечивает сбор и передачу динамических данных в программное обеспечение Бентли Невада.
- Мониторы 3500/42 и 3500/40 являются четырехканальными мониторами вибрации. Обеспечивают прием и обработку сигнала от токовихревых датчиков (3500/40) и датчиков абсолютной вибрации (3500/42).
- Релейный модуль 3500/32 (4 канальный) и 3500/33 (16 канальный) — обеспечивает произвольную логику по каждому из реле. В данной конфигурации использована одна карта реле на 16 каналов (3500/33).
- Модуль датчика фазы 3500/25 (сдвоенный) — принимает сигналы от четырех датчиков фазы и скорости.
- Коммуникационный шлюз 3500/92 с протоколом Modbus RTU и интерфейсом: RS-485/Ethernet
- Модуль заземления.
- 3500 конфигурационное программное обеспечение

Все мониторы системы имеют внутренние искробезопасные барьеры.

## Шасси 3500/05

3500 шасси используется для размещения модулей системы мониторинга. Есть два типоразмера шасси – 19 дюймов на 15 позиций (стандартное) и 12 дюймов на 8 позиций (уменьшенное).

Все установленные в шасси 3500 основные модули могут заменяться в процессе работы без обесточивания системы, нарушения работы других модулей и риска ложного срабатывания сигнализации. Модуль блока питания и модуль интерфейса шасси должны устанавливаться в крайнюю левую позицию. Остальные 14 позиций шасси предназначены для любой комбинации модулей.



## Блоки питания шасси (основной и резервный) 3500/15

Блок питания представляет собой модуль половинной высоты одного из двух типов: переменного (AC) и постоянного (DC) тока. Каждый блок питания имеет мощность достаточную для питания полностью заполненного шасси. В одном шасси 3500 можно одновременно разместить два блока питания – основной и резервный.

Данный блок питания обеспечивает устойчивое функционирование системы мониторинга при колебаниях входного напряжения в пределах от 85 до 132 В.

Второй блок питания переменного тока работает в режиме “горячего резерва” при котором отказ в линии внешнего питания или выход из строя основного источника питания не вызовет сбоя и/или потери защитных функций системы мониторинга 3500. Резервный блок питания обеспечивает устойчивое функционирование системы мониторинга при колебаниях входного напряжения в пределах от 85 до 132 В скз1, и частоте сети от 47 до 63 Гц.



## Модуль интерфейса шасси (RIM) 3500/22

Модуль интерфейса шасси может обмениваться информацией с основным компьютером и с другими модулями, расположенными в шасси. Модуль интерфейса шасси обслуживает процесс конфигурации всех модулей в шасси, а также обеспечивает ведение списка системных событий и списка сигнализаций. Данный модуль может быть последовательно соединен с модулями интерфейса других шасси, а также с внешним компьютером сбора данных (витая пара или оптоволокно).

Также модуль имеет набор контактов замыкаемых внешним источником – кнопкой или контроллером системы управления позволяющих производить удаленный сброс (квитирование сигнализаций), временное подавление срабатывания реле или умножение порогов сигнализации. При разработке детального проекта интеграции системы 3500 с системами управления верхнего уровня следует учесть возможность использования имеющегося в модуле ОК-реле (реле готовности). Данное реле срабатывает при отсутствии питания или при обнаружении ошибки при периодическом самотестировании всех модулей шасси. Таким образом, данное реле может использоваться для сигнализации о возникновении неисправности в измерительной системе (например, при выходе из строя одного из мониторов системы, обрыве сигнального кабеля или неисправности какого-либо датчика).

## 4-х канальный монитор абсолютной/относительной вибрации 3500/42М

3500/42М монитор в стандартном исполнении может выполнять следующие измерения:

- радиальная вибрация
- осевой сдвиг
- эксцентриситет
- расширения
- виброускорение
- виброскорость
- абсолютная вибрация

Для каждого измерения предусмотрены как минимум два порога сигнализации (предупреждение и авария). Пороги устанавливаются индивидуально для каждого канала.

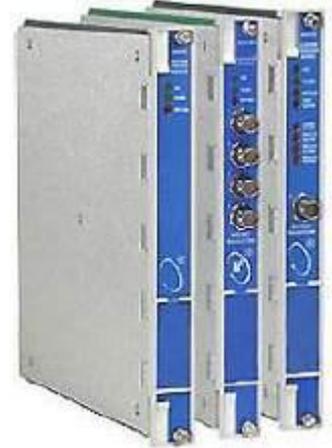
Во избежание ложных срабатываний предусмотрена возможность задания задержки срабатывания сигнализации в пределах от 0,1 до 60 секунд с шагом 1 с.

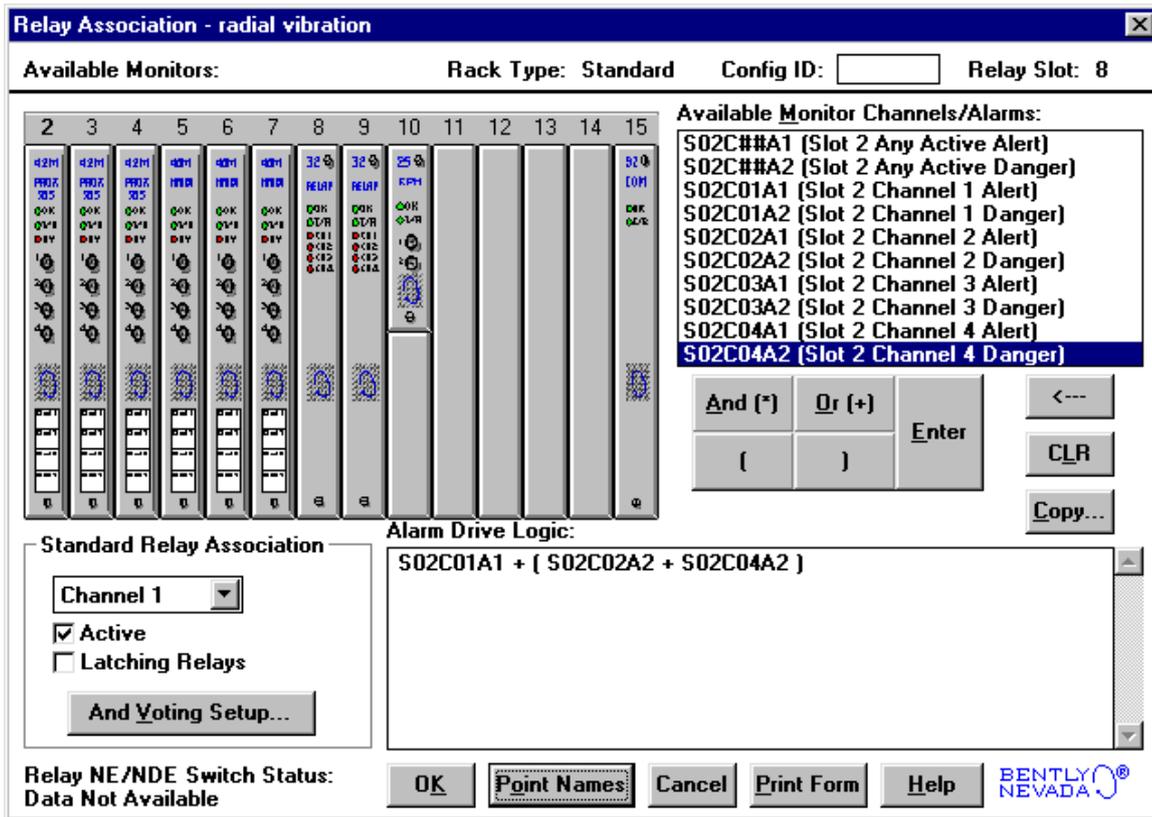
## Модуль реле 3500/32 и 3500/33

Используется для формирования предупредительного и аварийного сигнала на отключение агрегата и передавать его для отработки в СУГ при повышенной вибрации корпуса турбинного подшипника и/или при повышенной вертикальной вибрации крышки турбины.

Четырехканальный (3500/32) или шестнадцатиканальный (3500/33) модуль реле в своем составе имеет четыре или шестнадцать комплектов релейных выходов. Логика срабатывания каждого реле задается при конфигурации системы. Любой канал или любая комбинация каналов в шасси могут управлять срабатыванием реле. Логика срабатывания задается путем выбора каналов и задания логики принятия решения типа И или ИЛИ.

Например: реле 1 срабатывает при условии, что значение параметра измеряемого каналом №1 превысило порог предупредительной сигнализации **“ИЛИ”** значения параметров измеряемых каналами № 2 **“ИЛИ”** №4 превысили порог аварийной сигнализации.





Пример экрана программы конфигурации шасси 3500 – режим конфигурации реле.

Пример возможной конфигурации шасси агрегата ГТТ.



## Интерфейс системы

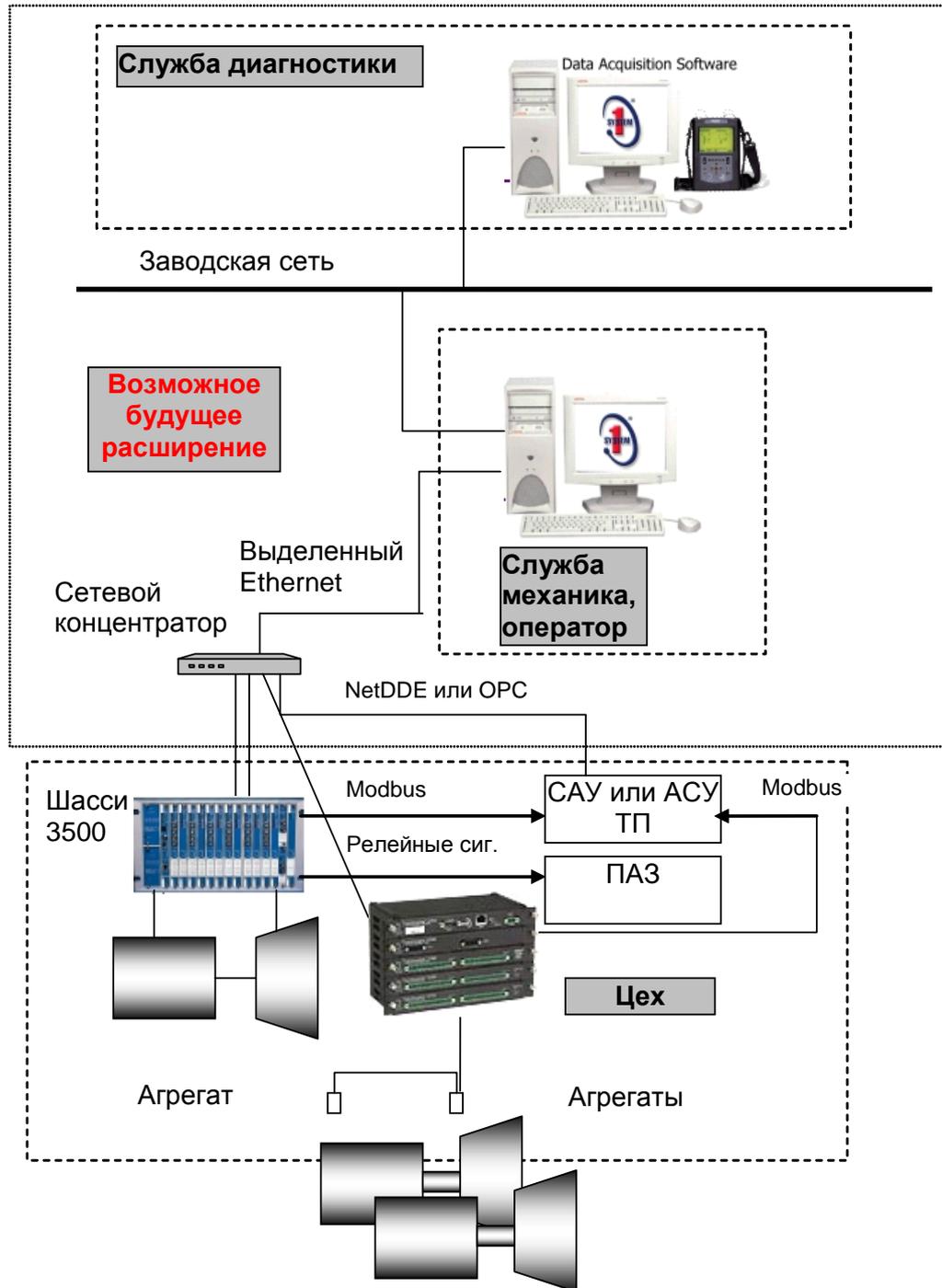


## Часть 2. Общая структура построения системы вибродиагностики – возможное расширение

Системы вибромониторинга могут быть объединены в единую диагностическую платформу. Ниже дано описание возможного построения платформы вибродиагностики.

Схема интеграции системы вибромониторинга в Платформу управления основными фондами System 1 представлена на рисунке ниже. Шасси системы вибромониторинга имеет релейные выходы в систему противоаварийной защиты. Релейные выходы обеспечивают обобщенный предупредительный сигнал и сигнал тревоги. Измерения по каждому каналу передаются в САУ агрегатов по цифровому интерфейсу через шлюз 3500/92. По цифровому каналу может передаваться информация о статусах каналов, мониторов, также может осуществляться синхронизация времени в шасси 3500. Системный модуль 3500/22 каждого шасси имеет выход 10/100Base-T для организации передачи динамических данных в платформу System 1. Шасси 3500 и компьютер с модулем сбора данных и дисплейным модулем System 1 подключаются к сетевому концентратору для организации передачи данных.

В будущем система может быть расширена и подключена к общезаводской сети передачи данных. В этом случае станция сбора данных System 1 подсоединяется через вторую сетевую карту к заводской сети. Дисплейные модули смогут быть установлены в любом отделе предприятия, например, в отделе механика и отделе метрологии, в отделе диагностики предприятия.

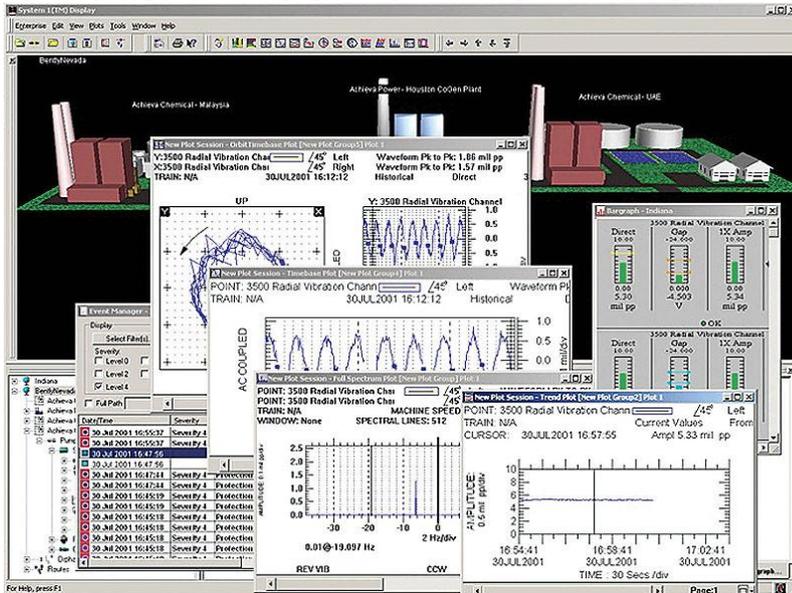


### Платформа System 1 – возможное расширение

Система вибромониторинга интегрируется в систему управления основными фондами по состоянию System 1 (диагностическую систему) без дополнительных изменений аппаратной, датчиковой части. В шасси 3500 устанавливается системный модуль 3500/22 с интерфейсом динамических данных. Для организации минимальной системы управления по состоянию агрегатом устанавливается сервер с программным обеспечением System 1 и подсоединить его к шасси 3500 через интерфейс Ethernet. Для обеспечения корреляции с технологическими параметрами может быть реализован протокол передачи данных NetDDE или OPC от САУ. (В случае необходимости платформа System 1® будет расширена на нужно число точек от САУ.)

Программное обеспечение System 1 является Платформой управления основными фондами производства. Данная платформа может объединять различные методологии управления основными параметрами: периодическое обслуживание, обслуживание по состоянию и др. С точки зрения диагностики, платформа System 1 может предоставлять как данные для анализа состояния (полные спектры, орбиты движения ротора, каскадные графики, АЧХ и др.), так и расширенные функции экспертной системы. Экспертная система может быть дополнена собственными правилами.

Пример экрана платформы System 1 приведен на рисунке.



Платформа System 1 может интегрировать данные как от систем постоянного вибромониторинга критического оборудования (например, системы 3500), так и от сканирующих систем, переносных сборщиков данных для мониторинга некритического оборудования. System 1 также способна принимать и коррелировать данные САУ.

Программная платформа System 1 представляет собой гораздо большее, чем просто «следующее поколение» наших систем постоянного и периодического мониторинга состояния оборудования. Тогда почему предлагается платформа System 1™? Производства нуждаются в управлении не только роторными и поршневыми машинами. Необходима управленческая платформа, которая бы позволила интегрировать не только различные технологии мониторинга состояния оборудования, но и использовать ее также для всех остальных производственных фондов, таких, например, как клапаны, котлы, теплообменники, приборы КИПиА и любое другое оборудование, используемое в технологических процессах. System 1™ предоставляет возможность решить эту задачу. В дополнение System 1™ предлагает абсолютно новый путь интеграции нашего собственного оборудования и программного обеспечения, объединяя все в единую систему интегрированную с



внешней системой предприятия. Это может быть, например, система управления производственным процессом, система хранения архивных данных о производстве, служба ремонта и технического обслуживания, служба контроля надежности и др. Информация от любых датчиков измерения технологических параметров, например, датчиков температуры, потока, коррозии, скорости, вибрации, позиции, давления и др., может быть заведена в платформу System 1™. Здесь информация может быть скомбинирована с другими переменными, статически, математически обработана, использована для построения трендов, генерации сигнализаций, отображения. System 1™ предоставляет пользователям возможность генерировать собственные правила для автоматического анализа данных.

## Конфигурация

Часть процесса конфигурации платформы заключается в описании агрегатов путем введения соответствующих параметров. Для роторного оборудования этот процесс может включать определение типа оборудования (например, турбина), типа подшипников (подшипники скольжения), скорости (XXX об/мин), типа турбины (паровая, трехцилиндровая), типа уплотнений, производителя, серийного номера, адреса сервисного центра и др. параметров. System 1 поставляется с готовыми шаблонами для широкого спектра оборудования, но пользователь может также создавать и собственные описания для любого оборудования, например, для клапанов, сосудов высокого давления, теплообменников и др. Пользователь может добавлять неограниченное число свойств оборудования, в том числе и для существующих шаблонов.

## Сбор данных

Измерения от соответствующих датчиков и сенсоров могут передаваться в System 1 четырьмя путями:

1. Подключение статических и динамических сигналов реального времени к нашим системам мониторинга и сбора данных, которые совместимы практически с любыми вольтовыми или токовыми сигналами дополнительно к стандартным сигналам вибрации, позиции, давления, скорости, температуры. System 1 обменивается информацией с системами сбора данных Бентли Невада по высокоскоростной линии связи.
2. Данные могут вводиться в базу данных System 1 вручную с клавиатуры.
3. Данные могут быть собраны в переносном сборщике данных или карманном компьютере и затем перенесены в System 1.
4. Данные технологического процесса могут быть интегрированы из других существующих систем САУ, систем хранения исторических данных и др. посредством протоколов OPC или NetDDE. Это снимает требование по дублированию сигналов в обеих системах. Вместо этого системы обмениваются данными на высоком уровне.

Перечисленные пути позволяют платформе System 1 получать практически любые данные необходимые для оценки состояния не только роторного оборудования, но и любых других основных фондов производства. Измерения могут ассоциироваться с одним или более агрегатом. Например, температура окружающей среды может ассоциироваться со всеми агрегатами, установленными на открытом воздухе.

## Обработка данных

Как только данные попадают в базу данных System 1™, они могут быть доступны для любых функций и вычислений. Имеются мощные средства для переноса данных из базы данных System 1™ в Microsoft Excel, где они могут быть использованы для математических, статических, логических вычислений и для любых других функций из библиотеки Excel. Могут быть созданы

виртуальные вычисления и получены производные и вычисленные значения, и результаты могут автоматически импортироваться обратно в System 1™ для отображения трендов, инициации сообщений тревоги. Также вычисленные переменные могут использоваться для работы с Базой знаний Bently Nevada и для формирования правил либо встроенных в систему, либо созданных пользователем.

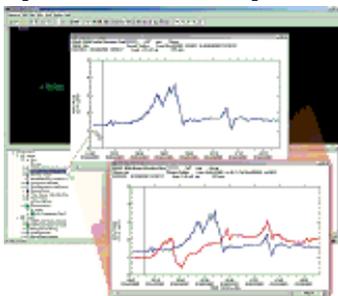
Действия с данными не ограничены только отдельными переменными. В электронные таблицы могут передаваться целые массивы данных для отображения графиков, выполнения статистического анализа и других действий. Например, могут вычисляться такие параметры, как «время до тревоги», «оставшийся срок полезного использования», «стоимость топлива в минуту», «скорость коррозии как функция состава газа» и любые другие, поддающиеся математическому вычислению.

Другим преимуществом обработки данных в System 1™ является возможность обработки как в реальном масштабе времени, так и в автономном режиме. В режиме реального времени вы можете экспортировать измерения, создавать производные величины в Excel, и импортировать их назад в базу данных System 1™, как если бы они поступали непосредственно от реального сенсора. Пользователь также может обрабатывать данные в автономном режиме, извлекая исторические данные из System 1™ используя индустриальный стандарт SQL (Structured Query Language) (Стандартный язык запросов), и вставлять данные в Excel или другие приложения. Затем можно обработать данные любым способом и даже ввести их обратно в базу данных System 1™, как данные ручного ввода.

Для пользователей со специфическими задачами по вычислению и отображению данных термодинамических процессов мы предлагаем программное расширение Bently PERFORMANCE™ System Extender™, которое может встраиваться в платформу System 1™. Для тех пользователей, кто хочет добавить производные величины характерные для объекта дополнительно к существующим, имеются инструменты для импорта/экспорта в Microsoft® Excel, как описано выше.

## Тренды

Мощные средства для отображения/сохранения данных в System1 являются одним из нововведений в системе управления по состоянию основными фондами производства. Обширные возможности пользовательского интерфейса превосходят многие существующие промышленные пакеты сбора и отображения данных и возможности нашего программного обеспечения, предлагаемого в прошлом.



System 1 обеспечивает разрешение менее, чем 4 секунды между сэмплами данных, включая все измерения от совместимого оборудования или измерения передаваемые через цифровые интерфейсы от АСУ ТП. System 1 отображает в трендах и сохраняет не только статические данные, но и синхронные и асинхронные сэмплы динамических временных разверток как во временном, так и в частотном форматах. Система записывает динамические и статические данные с высоким разрешением перед и после возникновения сигнализации, при пуске или в определенное время,

что позволяет производить анализ причин и следствий по аналогии с «черным ящиком» самолета.

Дополнительно имеется возможность отображать на трендах и сохранять в базе данных расчетные параметры, определяемые пользователем используя интерфейс экспорта/импорта в математический процессор Microsoft Excel. (Обычно скорость сохранения расчетных параметров ниже – несколько вычислений в минуту.) Любая функция по обработке данных доступная в Excel (статическая, математическая или логическая) может использоваться для обработки данных реального времени в System 1. Возможность по сохранению измеряемых величин и производных параметров делают программную платформу гибкой и настраиваемой для различных производств и оборудования.

### Отсутствие ограничений по объему хранимых данных

С System 1 **пользователь** определяет объем памяти для хранения исторических данных. Имеется ли на компьютере 1 Тб, платформа может использовать весь объем в любой конфигурации сбора данных. Это означает, что имеется возможность собирать, хранить, просматривать статические и динамические данные с высоким разрешением без потери данных от компрессии. Для отображения исторических данных выбирается начальная и конечная дата интервала. Все данные отображаются на одном графике без потерь. Если есть необходимость в компрессии данных, то критерии компрессии полностью конфигурируются с помощью фильтров для каждого отдельного измерения. Возможности по фильтрации данных, которые предоставлены Bently Nevada, как правило, шире, чем предоставляют другие промышленные пакеты для хранения данных. Можно сконфигурировать не только процент изменения параметра, при котором он заносится в базу данных, но и максимальный и минимальный интервалы по времени для сохранения параметра.

### Корреляция данных при помощи метода Drag-and-Drop (Перенести и оставить)

Использование метода drag-and-drop в платформе System 1 для конфигурации графиков, корреляции данных упрощает и ускоряет процесс. Пользователь может перетащить любое измерение из иерархического списка предприятия на уже существующий график для добавления графика новой переменной. Данный параметр будет автоматически сконфигурирован и отображен на выбранном графике совместно с другими переменными. Можно добавлять столько точек любых агрегатов, сколько необходимо.

### Сигнализации

Важным аспектом System 1™ является возможность сравнивать любое измерение в системе, непосредственное или вычисляемое, с программными аварийными уставками, конфигурируемыми пользователем. Это дополнительная возможность к сигнализациям, которые генерируются в аппаратной части System 1™, хранятся в базе данных и отображаются в Менеджере событий и других средствах System 1™. Программные уставки по уровням, на превышение уровня или понижение, могут быть ассоциированы с каким-либо измерением. Так же могут быть назначены уставки по полосам (в или вне полосы). Можно использовать до четырех программных сигнализаций, связанных с одним измерением **(в дополнение к любому количеству сигнализаций от аппаратной части)**. **В дополнение к типу сигнализации пользователь может назначить уровень аварийной сигнализации.** Например, на понижение уставки пользователь может назначить сигнализацию 1-го уровня и для превышения установить 2-ой уровень. Имеется четыре различных уровня сигнализации, которые можно назначить для тревоги любого типа. Возможность пользовательской настройки типа и уровня аварийной

сигнализации является важной функцией System 1™, отличающей ее от системы, предназначенной только для роторного и поршневого оборудования.

## Набор экспертных правил RulePak – возможное расширение

Набор экспертных правил RulePak – системное дополнение к платформе диагностики System1. RulePak – набор правил, разработанный специально для представления данных в реальном времени, мгновенного расчета и анализа, а также распознавания типовых событий и нарушений в работе. Приложения RulePak были разработаны с использованием многолетнего опыта инженеров Bently Nevada, а также других подразделений GE. RulePak импортируется в System 1, диагностическую платформу GE, через Decision Support Manager. Единичная установка позволяет осуществлять контроль за самыми разными агрегатами, посредством специально разработанных разделов: «Электромотор», «Редуктор», «Центробежный компрессор», «Паровая турбина» и т.д. Данное приложение является конфигурируемым, что позволяет добиться точного взаимодействия с практически любым оборудованием Заказчика.

Приложения RulePak позволяют добиться следующих преимуществ:

- Оптимизирует работу завода
- Сводит к минимуму риск остановки оборудования
- Детальный контроль критичных машин
- Увеличение срока службы всех агрегатов

Приложения RulePaks имеют следующие возможности:

- Конфигурируемый интерфейс
- Высокий уровень IT безопасности
- Легкое подключение к платформе System 1
- Приложения RulePak подходят для широкого спектра промышленного оборудования.

В случае заинтересованности в реализации системы вибромониторинга и диагностики динамических машин, просим Вас связаться с офисом ООО «AMX ИНЖИНИРИНГ» по приведенным ниже адресам:

AMX ENGINEERING, S.R.O.  
U Pujcovny 953/4,  
Prague 1 - Nove Mesto,  
Czech Republic, 110 00  
+420 608 894 611  
e-mail: [info@amx-engineering.com](mailto:info@amx-engineering.com)

ООО «AMX ИНЖИНИРИНГ»  
02081, Украина, Киев,  
Днепровская набережная, 21  
+380 44 220 40 05, +380 44 220 40 08  
+380 44 220 40 06  
e-mail: [info@amx-engineering.com](mailto:info@amx-engineering.com)

Мы глубоко убеждены в том, что наши усилия, направленные на реализацию и внедрение высокоэффективных и надежных технических решений по вибромониторингу и диагностике состояния динамических машин, в совокупности с Вашим стремлением к усовершенствованию систем управления фондами предприятия и оптимизации затрат позволят существенно сократить возникающие при незапланированных остановках и повторных пусках оборудования издержки и избежать долговременного простоя производства и связанных с этим финансовых потерь.