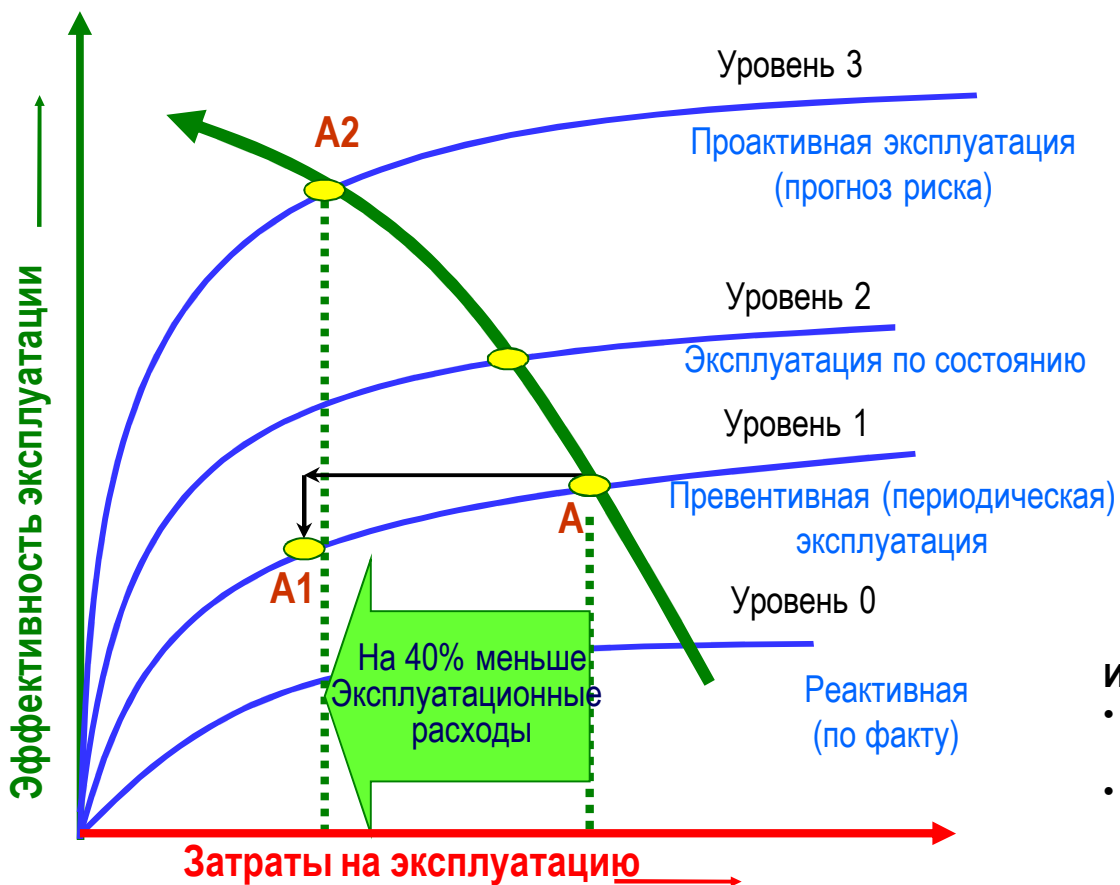




**Решения в области
оптимизации и диагностики
Вращающегося оборудования
промышленных предприятий.**

Потенциальная экономия при применении эффективной практики эксплуатации



Источники

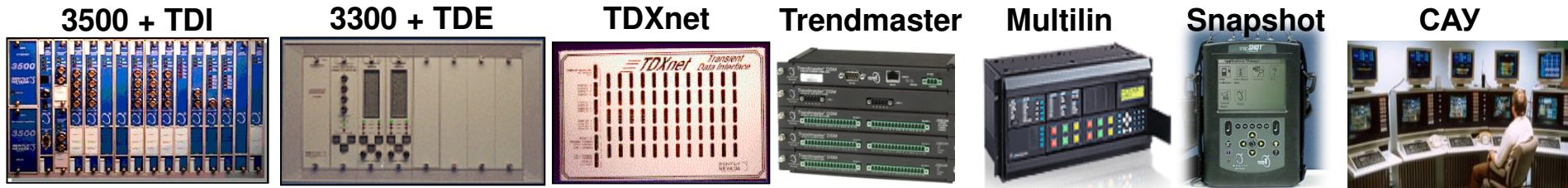
- Society of Maintenance & Reliability Professionals Survey
- The Business Case for Reliability - Robert Di Stefano & John Schultz

Потенциальная экономия - 40%

Информация к действию для операторов, КИПиА, инженеров...



Данные от System 1 и АСУ ТП:
Динамические (цифровая обработка сигнала) и **Статические** (тепол. процесс) данные

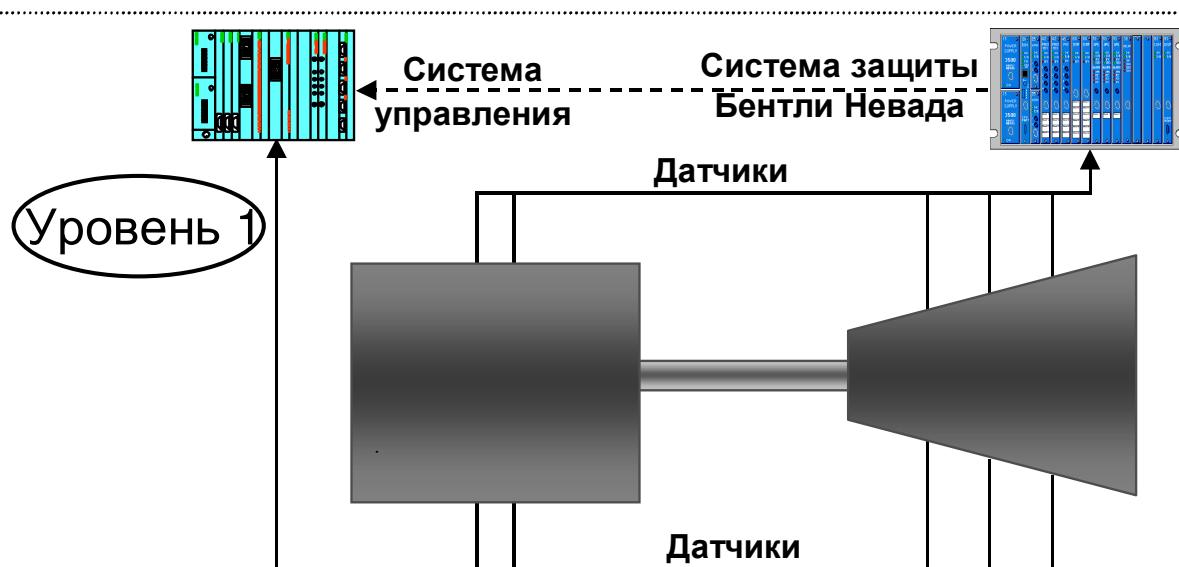


Вибрация, CO/O₂, поток, зажигание, давление, влажность, газ, тяга, нагрузка ...



Оптимизация мех., электр., термодинамических характеристик, эффективности, надежности

1-й уровень системы - МОНИТОРИНГ



Задачи построения 1-го уровня

- Увеличение надежности за счет применения новых технологий (повышенная надежность датчиков, горячее резервирование по питанию, горячая замена мониторов и др.)
- Расширение функций системы мониторинга (резервирование, списки системных событий и др.)
- Базовая диагностика (зазор, при добвалении датчика фазы, доступны параметры: 1X, фаза 1X, 2X, фаза 2X, Not1X, Smax)
- Общая система мониторинга для турбины и компрессора, электропривода
- Готовность систем к включению в общую систему диагностики

Основные компоненты датчика относительных перемещений



Датчики виброскорости и виброускорения



Датчик виброскорости
Velomitor 330525



Датчик виброскорости
Velomitor 330750 для
расширенного
температурного
диапазона

Пример системного шасси 3500



3500 - Система для защиты механизмов и эффективной эксплуатации

Наиболее современная система – **5 поколение**

Гибкость и широкие функциональные возможности

Постоянное совершенствование

Повышение эффективности эксплуатационного персонала

Измерение фазы

Современная система нуждается в фазовых измерениях и сборе синхронных данных как в стационарных так и переходных режимах

Фазовые измерения – ключевые для современного мониторинга, защиты и диагностики машин

Параметры с датчиком фазы

Общий уровень

Зазор (для датчика относительных перемещений)

1 X (роторная) (Ампл и фаза)

2 X (роторная) (Ампл и фаза)

Not 1 X

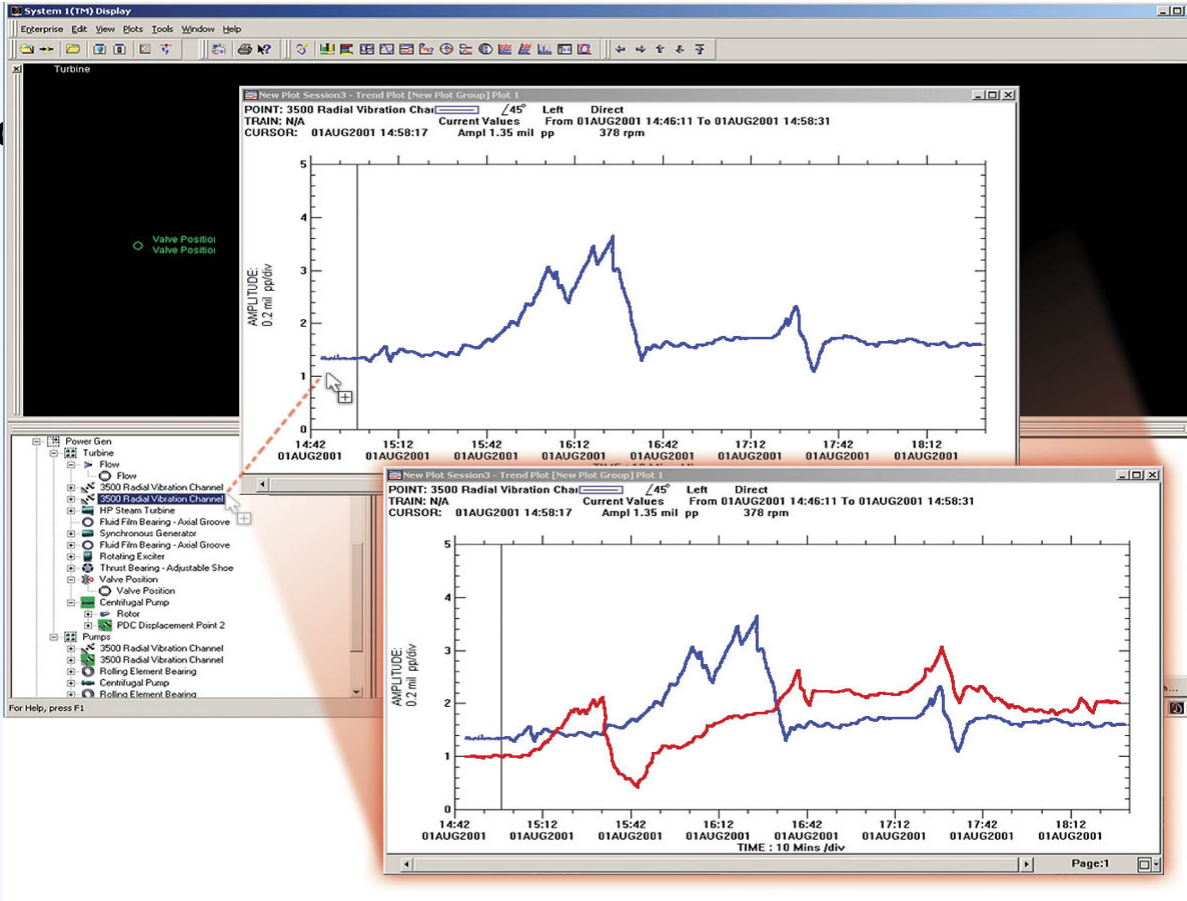
S max

Параметры без датчика фазы

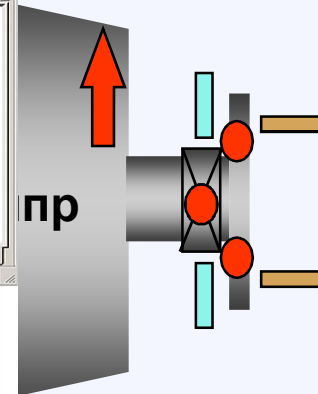
Общий уровень


Зазор (для датчика относительных перемещений)

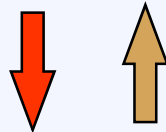
Кис



 Температуры
Металла
подшипников



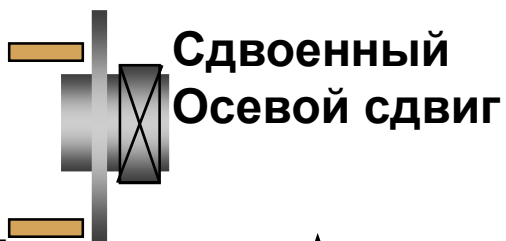
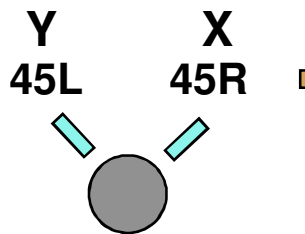
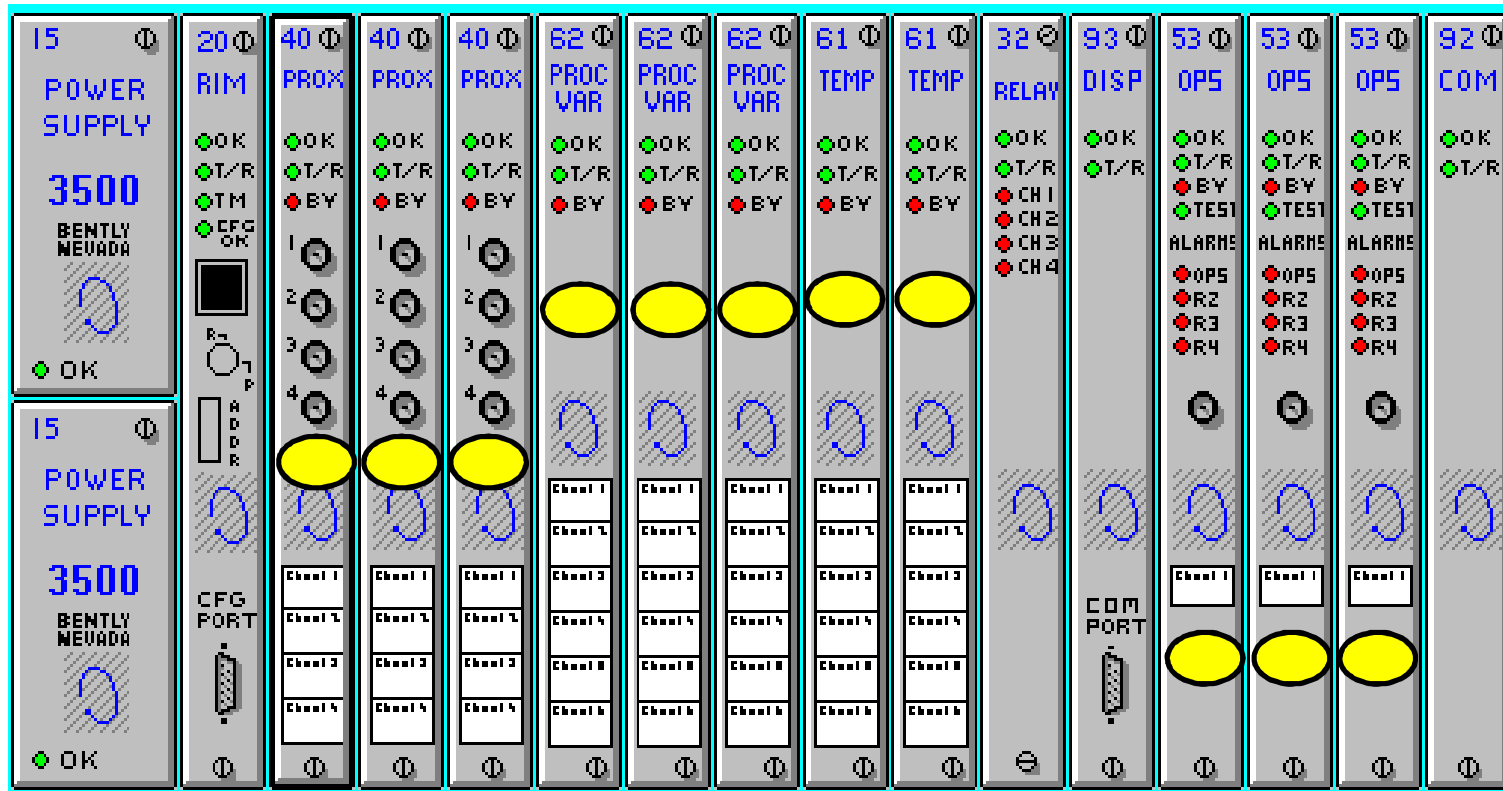
 Защита от
сверхскорости



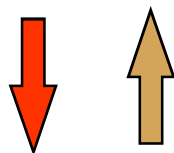
Расход, давление, температуры, пр.

Критичные для управления и защиты машины данные

Turbo-Machinery Best Practice



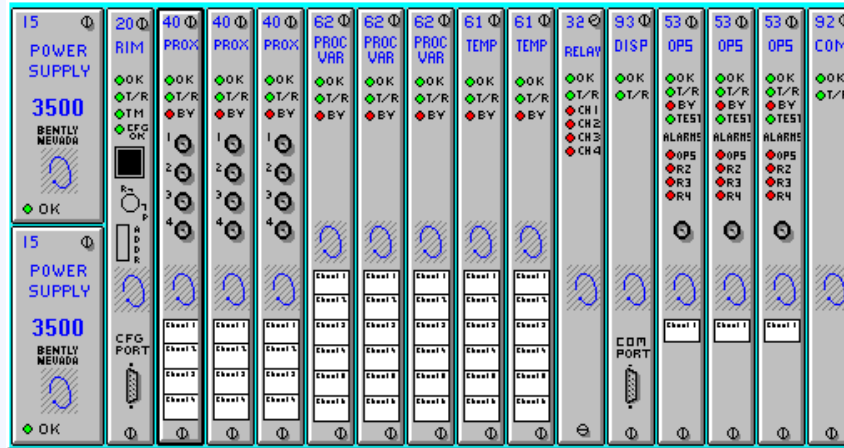
Радиальная
Вибрация и
положение



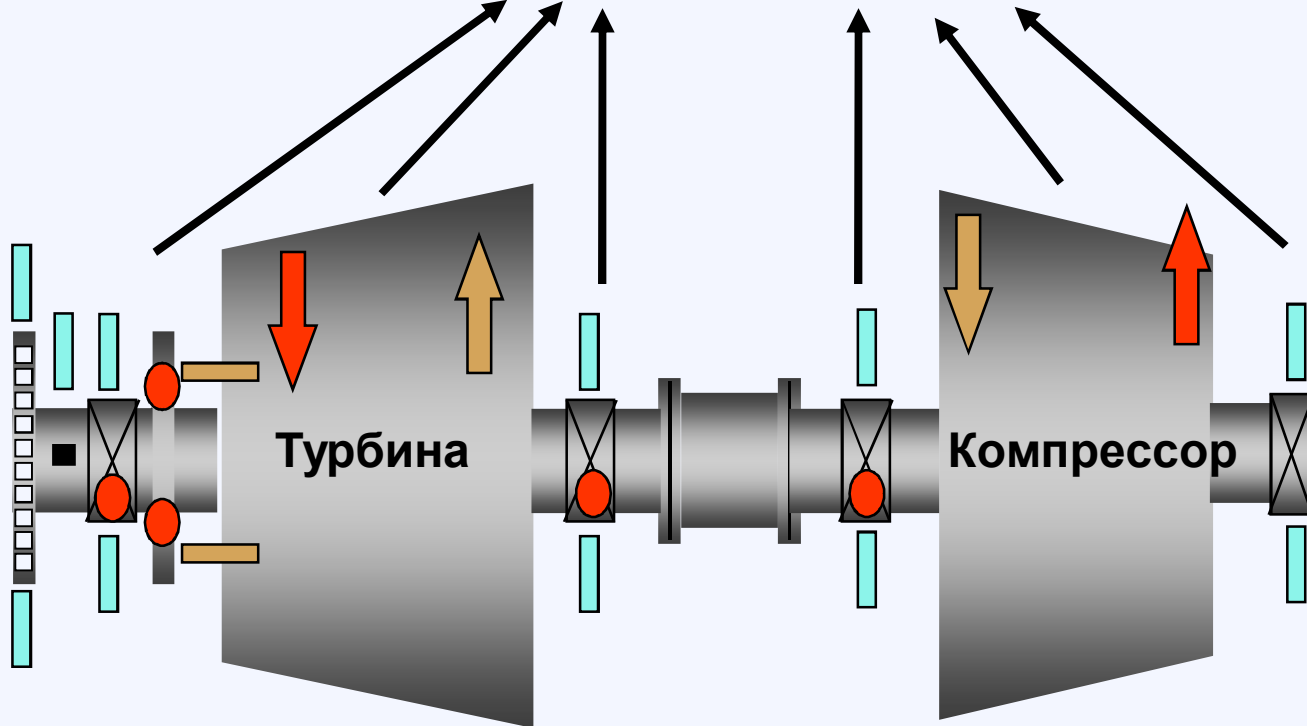
Расход, давление,
температуры, пр.

Критичные для управления и защиты машины данные

**Защита и
Контроль
состояния**



**Скоростная
цифровая
обработка**

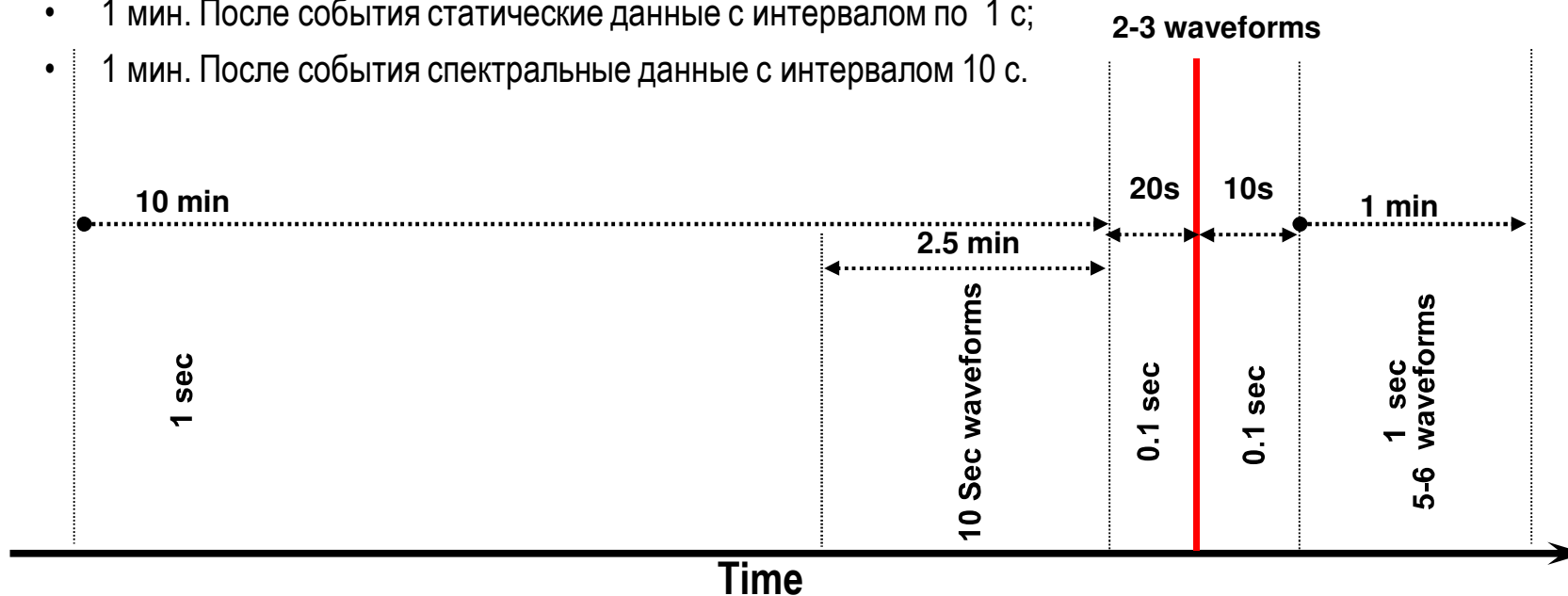


Critical Machine Best Practice

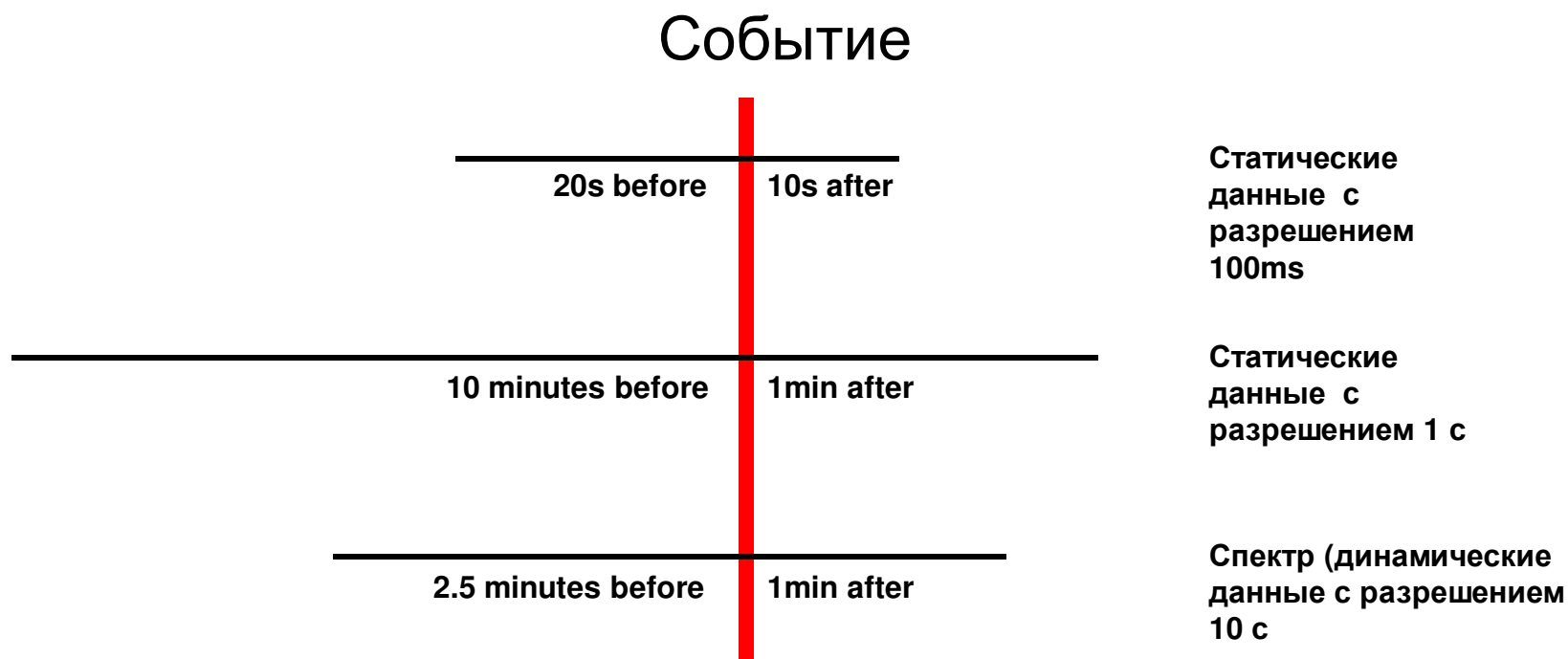
Скорость сбора данных

Диагностика причин отказов – сбор данных аварийных событий и предупредительных сигнализаций – группы сбора данных

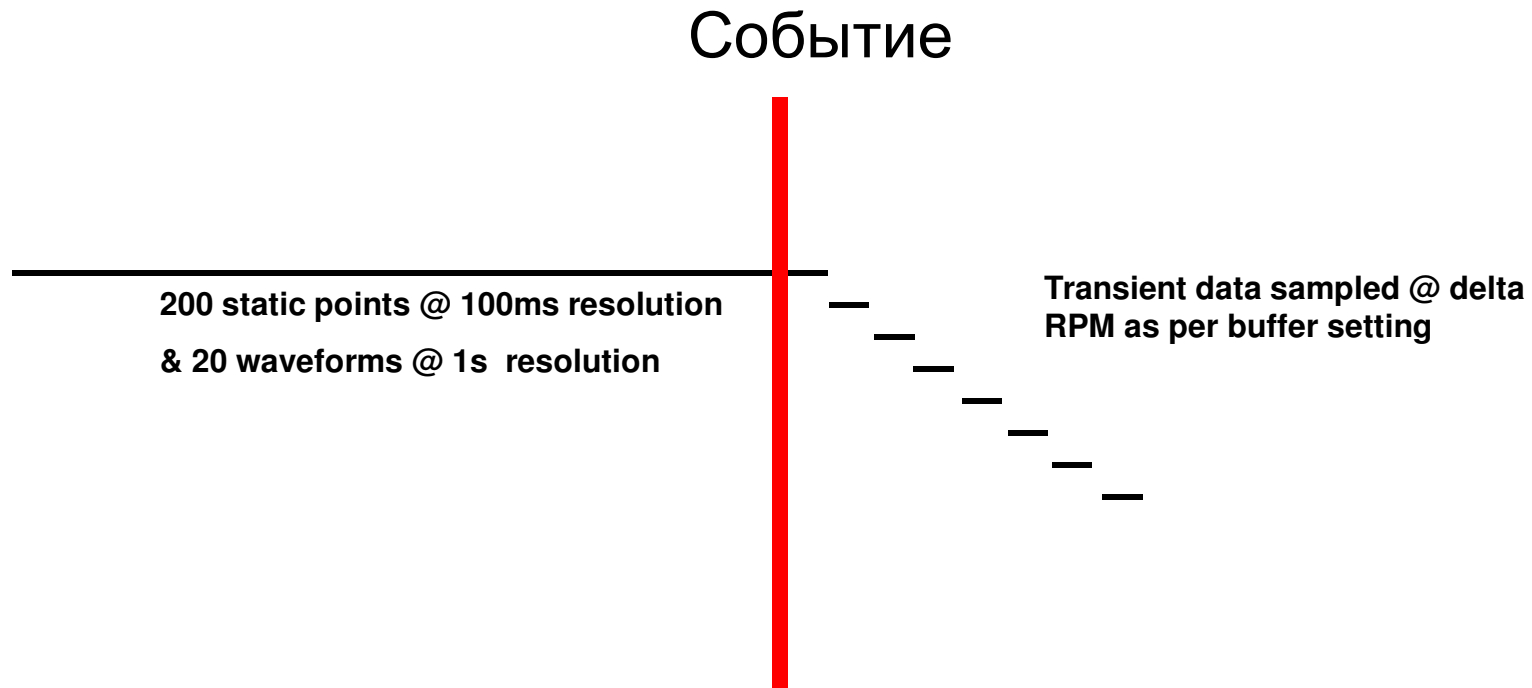
- 10 минут до события – статические данные с интервалом по 1 с.;
- 2.5 минут до события - спектральные данные с интервалом 10 с;
- 20 секунд до события- статические данные с интервалом 0.1с;
- От 2 до 3 полных периодов спектральных данных с момента события;
- 10 с после события - статические данные с интервалом 0.1 с; and
- 1 мин. После события статические данные с интервалом по 1 с;
- 1 мин. После события спектральные данные с интервалом 10 с.



Обрабатываемые и сохраняемые данные

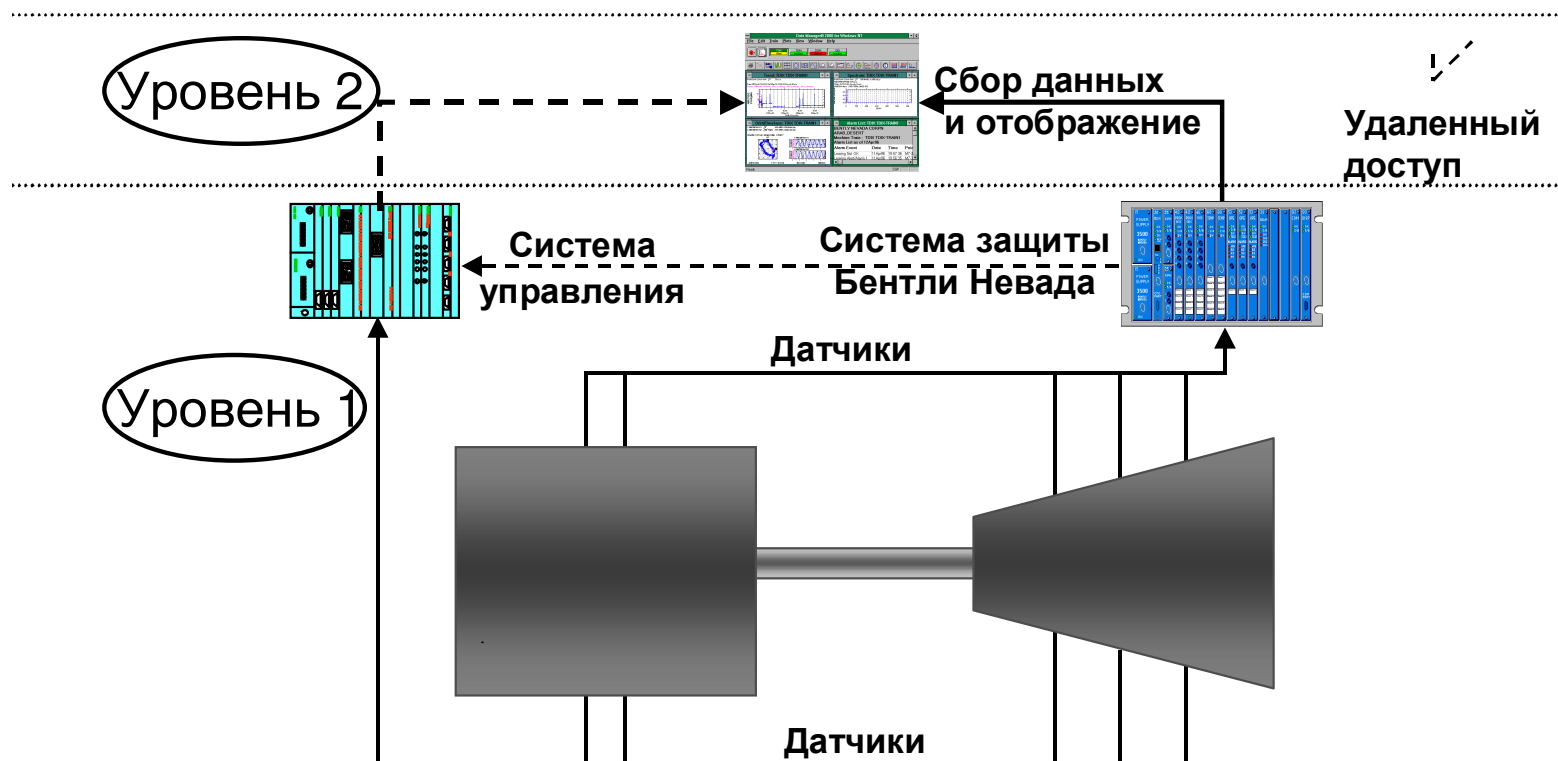


Сбор данных в переходных режимах



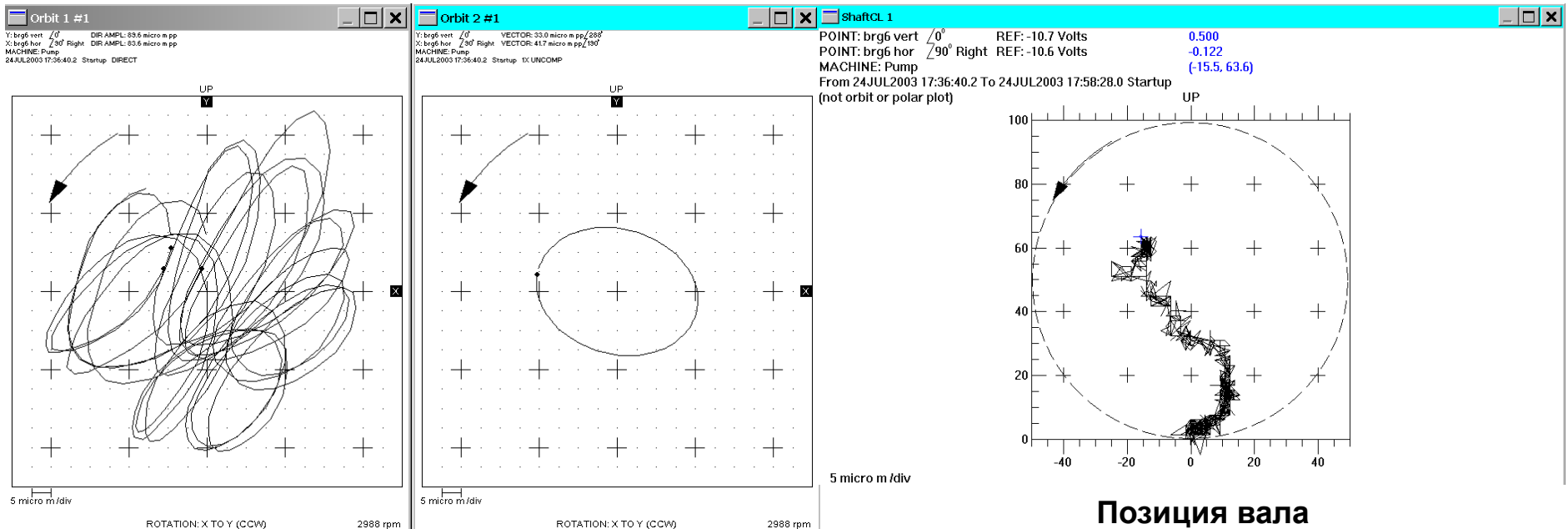
Optimum delta rpm setting: $\Delta \text{rpm} \geq ((\text{Max. Speed} - \text{Min. Speed}) / (35 + \text{Ramp time} / \text{Transfer rate})) / 10$

2-й уровень системы – сбор данных



Задачи построения 2-го уровня

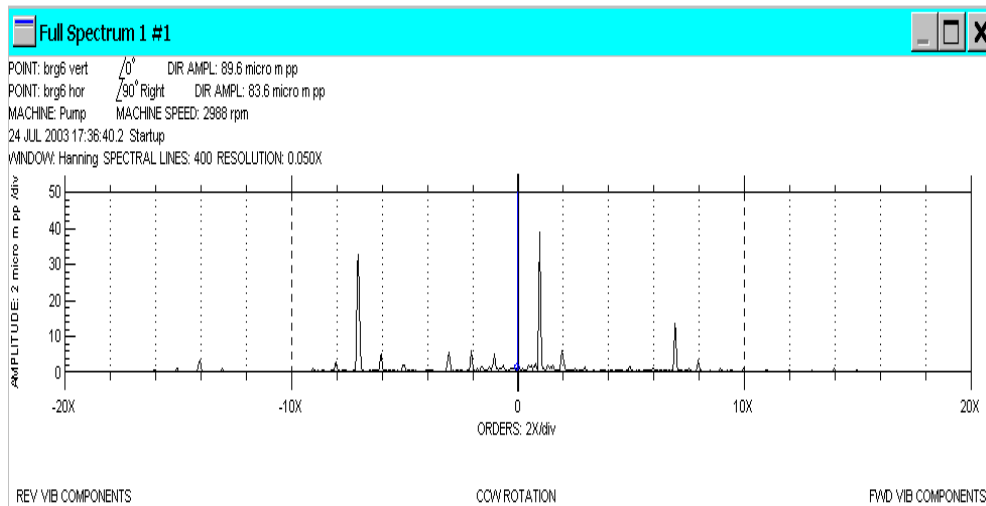
- Построение локальной аппаратно-программной платформы диагностики механического состояния роторного оборудования
- Постоянный сбор, отображение и архивирование диагностических данных (орбиты движения вала, спектры, временные развертки, положение вала в подшипнике), доступность информации персоналу станции
- Возможность подключения к диагностической платформе из удаленного центра, передача данных в центр диагностики для анализа. Осуществление диагностики из центральной службы
- Возможность к дальнейшему расширению системы



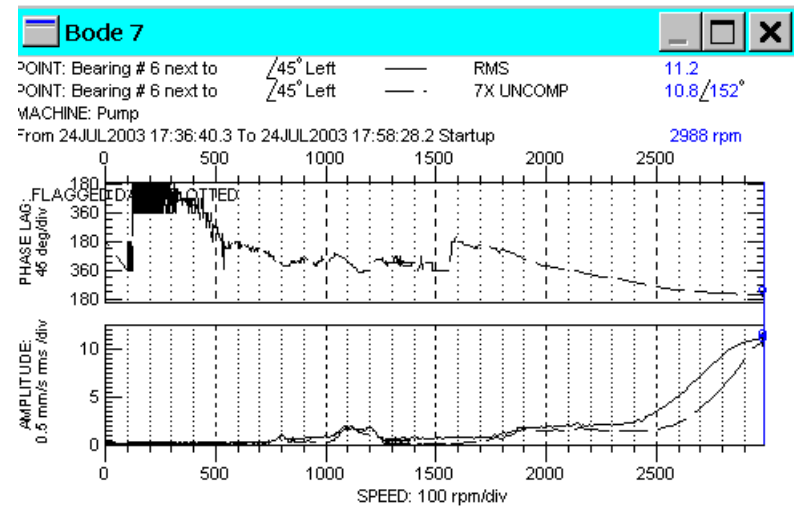
Позиция вала

Ненормальная орбита

Нормальная орбита

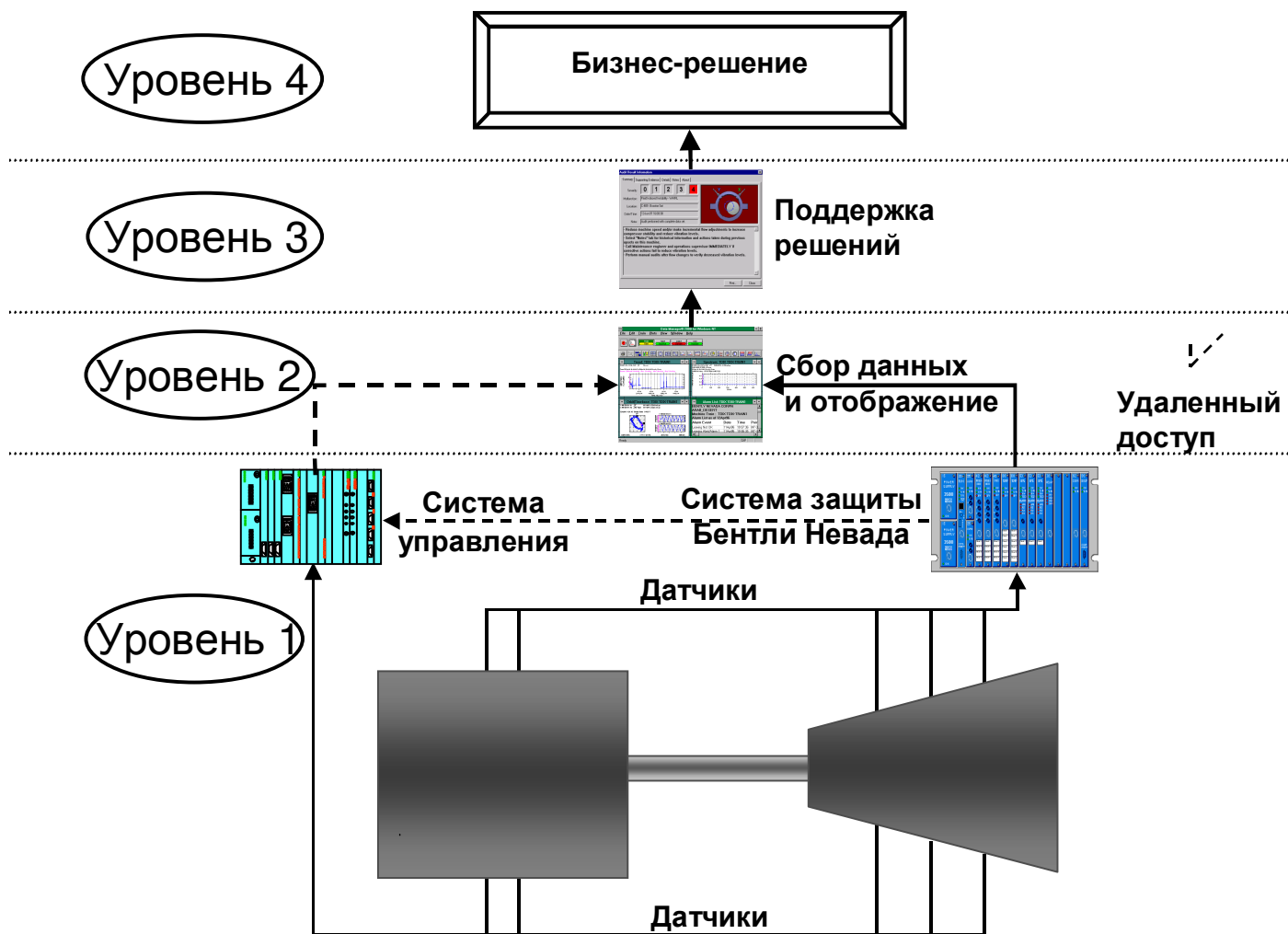


Полный спектр - Реверсивные компоненты



При останове проявляется резонанс

3-й и 4-й уровень системы – экспертная система



Задачи 3,4-го уровней

- Построение экспертных правил на основе опыта эксплуатации и выдача операторам и центральной службе диагностики предупреждающих сообщений
- Интеграция данных от САУ в диагностическую платформу с возможностью построения корреляций между вибрационными и технологическими параметрами
- Интеграция данных от переносных сборщиков данных
- Экспорт данных в системы автоматизированного управления процессом (как локальные, так и общие по организации)
- Использование системы как составной части принятия бизнес решений

Информация к действию

The image shows a screenshot of a monitoring interface with several callout boxes pointing to specific data points. The interface includes a 'Summary' tab, a 'Severity' scale from 0 to 4 (with 3 highlighted), a 'Malfunction' field containing 'ENTERED: Cooling Tower Alarm', a 'Date/Time' field with '8/1/2002 6:25:59 PM', and a 'Note' field with 'Data Ok'. A large text box at the bottom contains a detailed description of the cooling tower issue.

Callout boxes and their corresponding data points:

- Подтверждения** (Confirmation) points to the 'Summary' tab.
- Подробная информация** (Detailed information) points to the 'Severity' scale.
- Что происходило в прошлом?** (What happened in the past?) points to the 'Notes' field.
- Что произошло?** (What happened?) points to the 'Malfunction' field.
- Насколько критично?** (How critical is it?) points to the 'Severity' scale.
- Где?** (Where?) points to the location path 'BentlyEnterprises\Bently Power\Cooli'.
- Когда произошло?** (When did it happen?) points to the 'Date/Time' field.
- Являются ли данные верными?** (Are the data correct?) points to the 'Note' field.
- Что должно быть сделано?** (What should be done?) points to the detailed text box at the bottom.

Detailed text from the bottom box: "The cooling tower exit temperature is very high for the current conditions. This problem should be investigated immediately. The cooling tower should be checked for failed fans. The efficiency of the plant is directly affected by the effectiveness of the cooling towers. At full load a 6"

Пример использования диагностической платформы

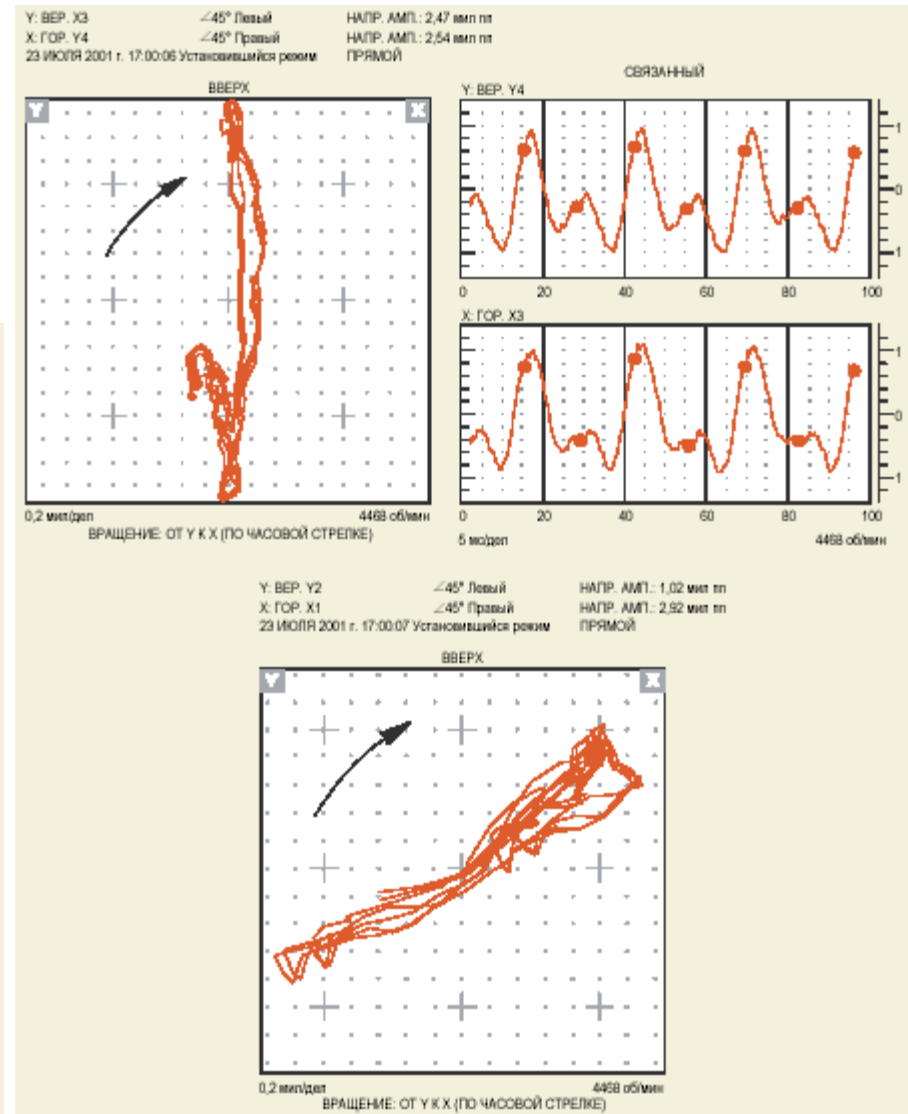
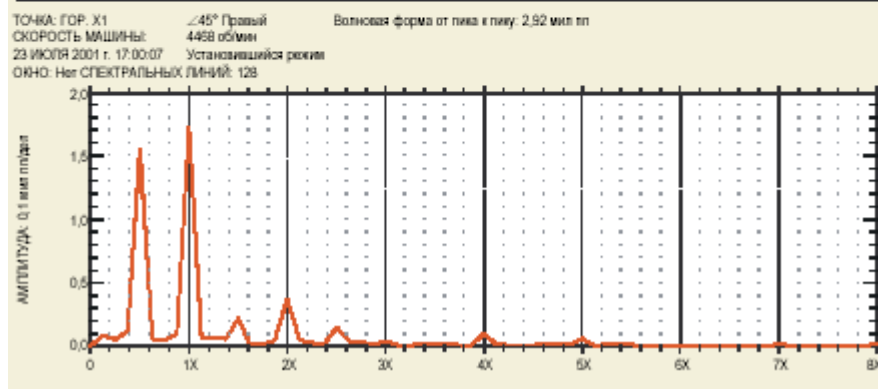
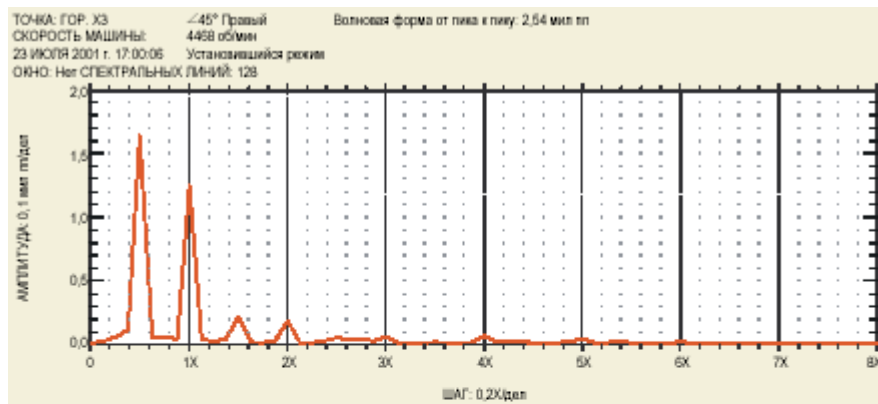


Transportadora de Gas del Sur (TGS), Аргентина:

- ведущая газотранспортная и газоперерабатывающая компания в стране.
- TGS транспортирует более 60% газа, потребляемого в стране, по газопроводам общей протяженностью 7400 км.
- на 20 из 30 КС установлены системы диагностики с возможностью удаленного подключения

Динамические данные:

- орбиты движения вала
- спектры
- временные развертки



Вывод, сделанный на основе имеющихся данных



После останова и разборки агрегата было обнаружено место задевания уплотнения, а также посторонние частицы, попавшие через внешний фильтр и приведшие к задеванию.

Серьезных повреждений ротора удалось избежать благодаря раннему обнаружению неисправности.

Форма орбиты в значительной степени сжатый эллипс, почти плоская, что свидетельствует о состоянии большой нагрузки. Составляющие $1X$ и $1/2X$ увеличены. Соотношение $1/2X$ можно наблюдать на графике временной развертки; видны две метки Кейфазора® в каждом цикле вибрации, и они остаются примерно в одном и том же месте от цикла к циклу.

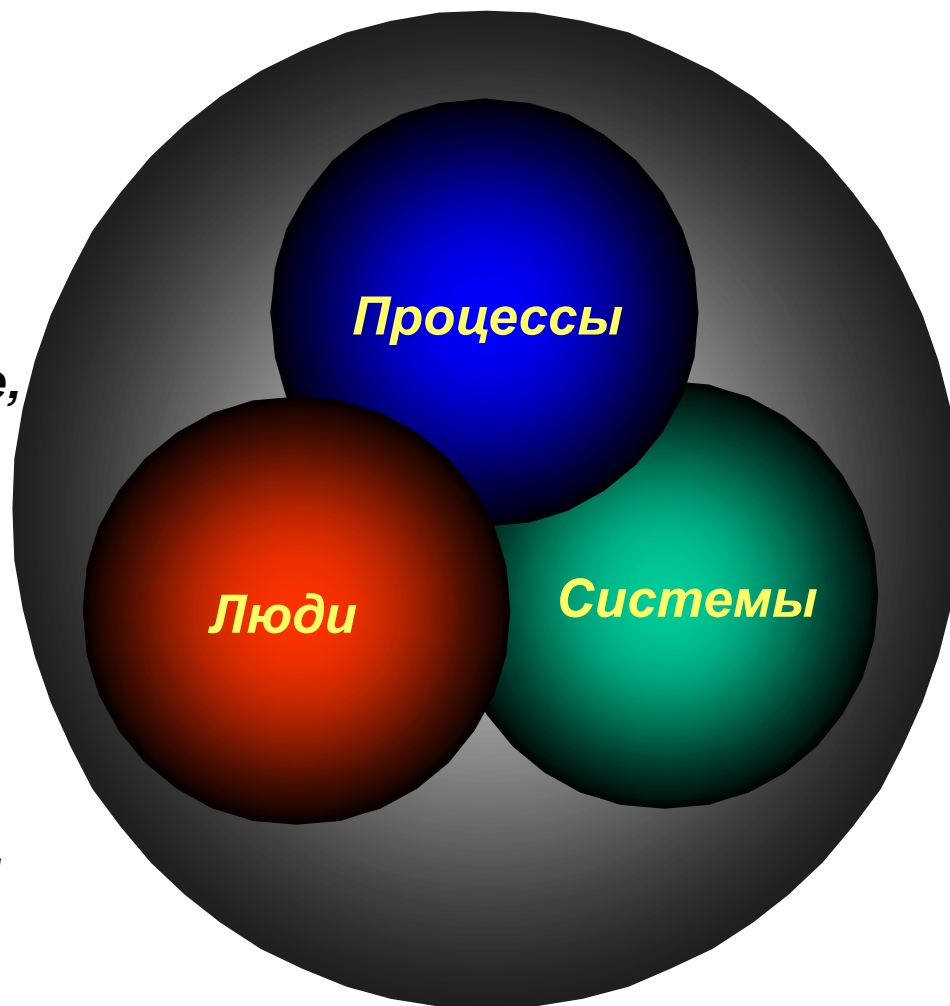
Первая балансная резонансная частота турбины чуть ниже половины скорости вращения. Задевание увеличило жесткость системы, увеличило резонансную частоту почти до $1/2X$, и вызвало резонанс.

Преимущества использования диагностической платформы в эксплуатации

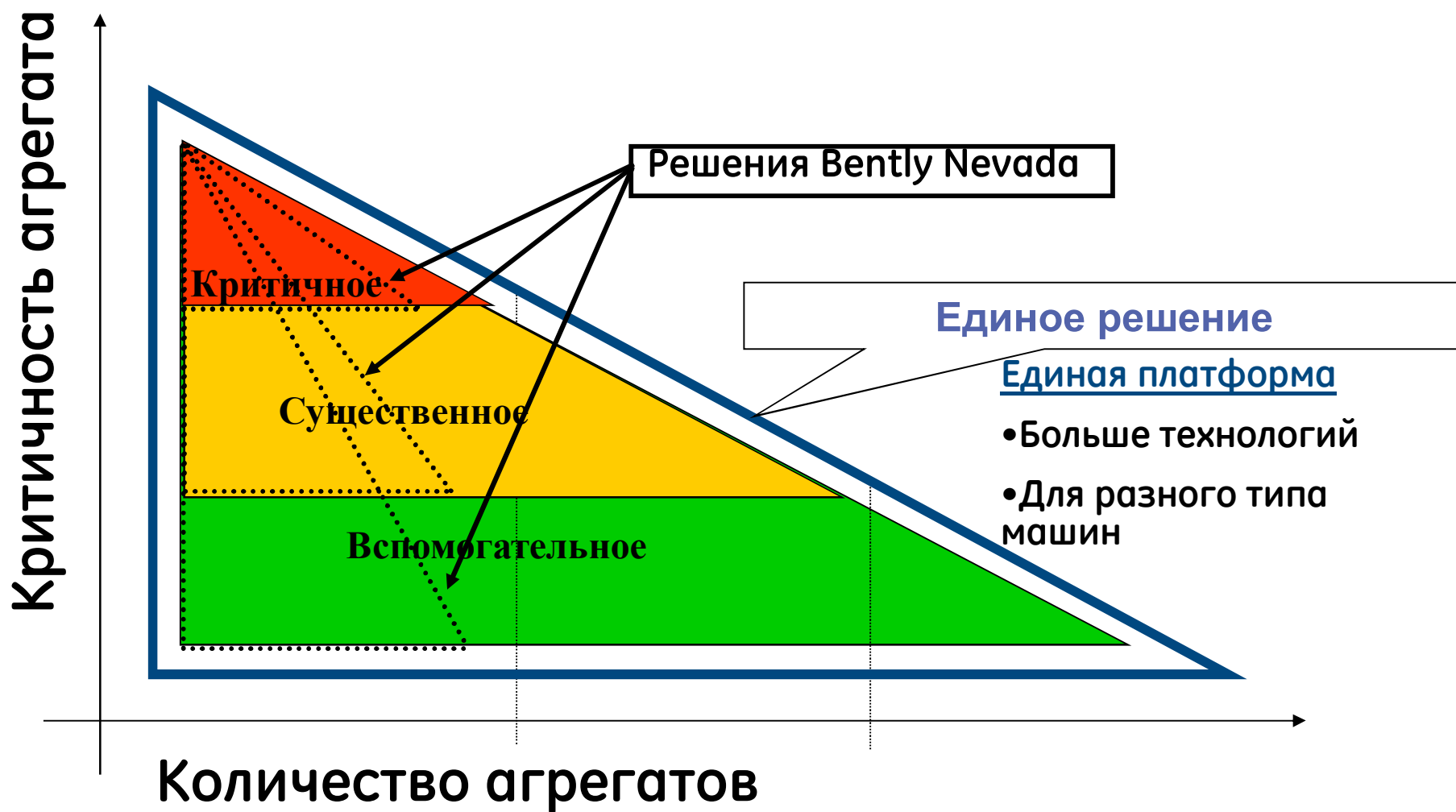
- - Быстро и точно диагностировать поведение машины на основании динамической информации
- - Сравнить текущее состояние машины с информацией о ее предыдущей работе
- - Использовать информацию о механическом состоянии в целях снижения рисков нежелательных остановов и простоя
- - Планировать техобслуживание на основании фактического состояния машины
- - Повышать производительность и эксплуатационную безопасность
- - Интегрировать системы защиты и контроля в системы управления
- - Сократить время работы обслуживающего персонала
- - Повышать производственные знания
- - Оптимизировать ресурсы
- - Предотвращать полный выход из строя

Факторы, критические для успеха внедрения системы диагностики

- **Люди:** должны принимать решения и выполнять действия. Необходимо увеличить эффективность принятия решений.
- **Процессы:** последовательные, управляемые процессы позволяют предсказывать развитие ситуации и улучшать управление
- **Системы:** поддерживают процессы и предоставляют информацию человеку. Для человека необходим быстрый доступ к информации, в которой он нуждается .



Классификация оборудования



1900/65 Монитор для общего оборудования



Входные каналы.

4 вибрационных входа:

- Виброперемещение;
- Виброскорость;
- Виброускорение.

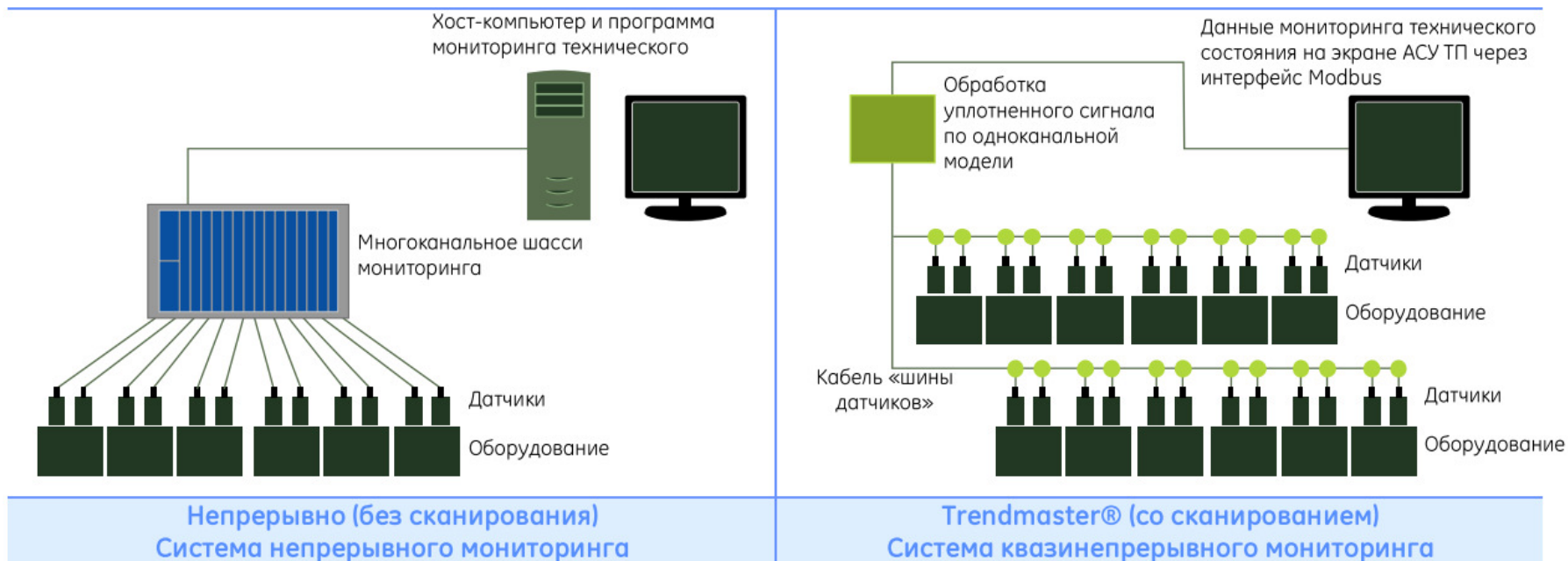
4 температурных входа:

- термопары типов E, J, K и T

Выходные сигналы.

- 6 релейных выходов, каждое из которых может быть запрограммировано на произвольную логику, оперируя параметрами ОК, сигнализация, тревога.
- 4 токовых выхода 4-20 мА в систему САУ ГПА или АСУ ТП.
- 1 один буферный выход.

Архитектура системы Trendmaster



Одновременный мониторинг всех датчиков

Очень высокая скорость сбора данных (несколько раз за один оборот вала)

Высокая стоимость установки, т.к. для подключения каждого датчик к системе требуется отдельная проводка.

При использовании в опасных зонах искробезопасный прибор необходим для каждого датчика.

Последовательный мониторинг датчиков: данные измерений снимаются с одного датчика, потом система переходит к следующему датчику и т.д. до конца линии.

Данные собираются с перерывами, обычно один раз за несколько минут.

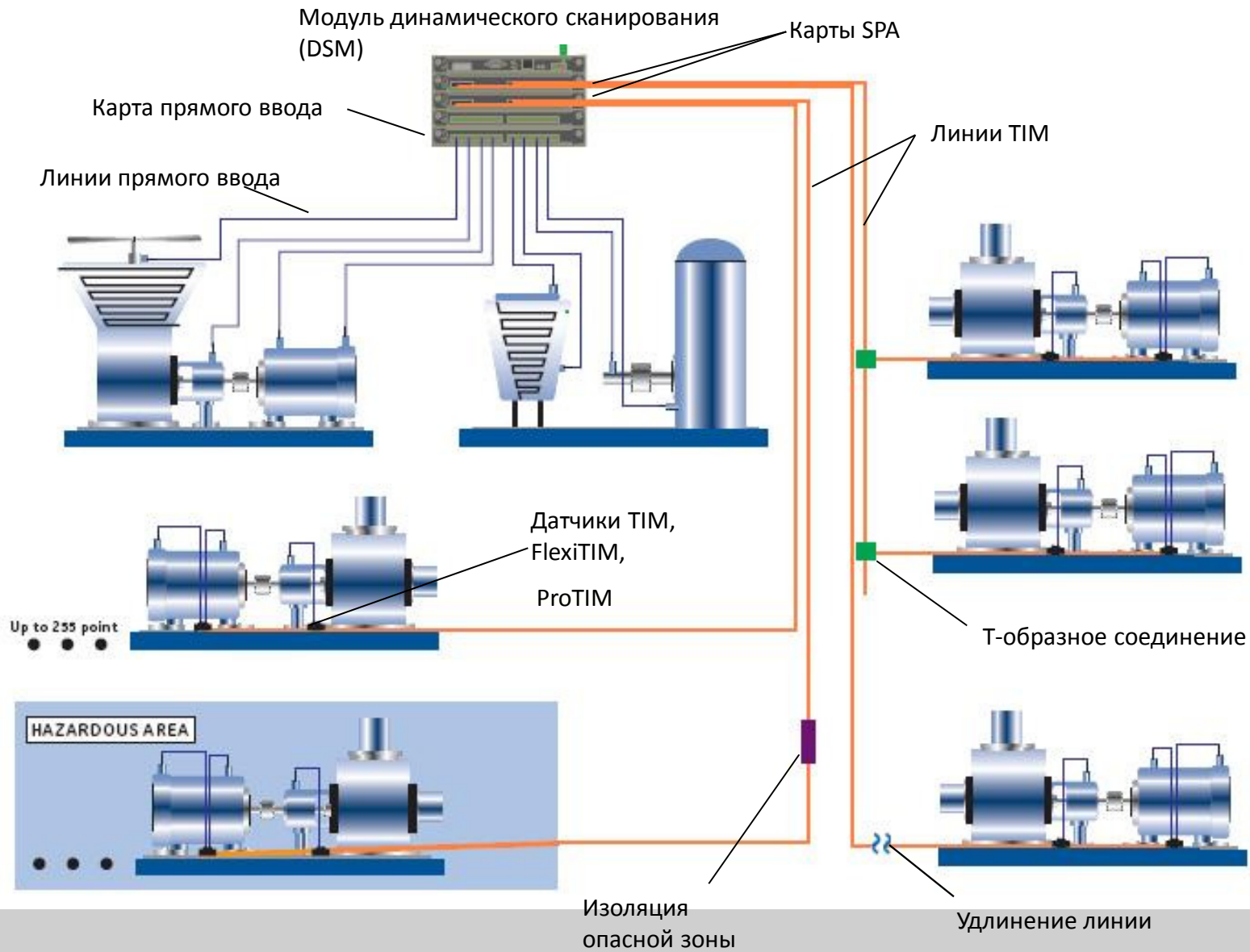
Стоимость установки ниже, т.к. для подключения всех датчиков необходимо небольшое количество линий.

При использовании в опасных зонах искробезопасный прибор устанавливается для линии датчиков, что сокращает стоимость установки.

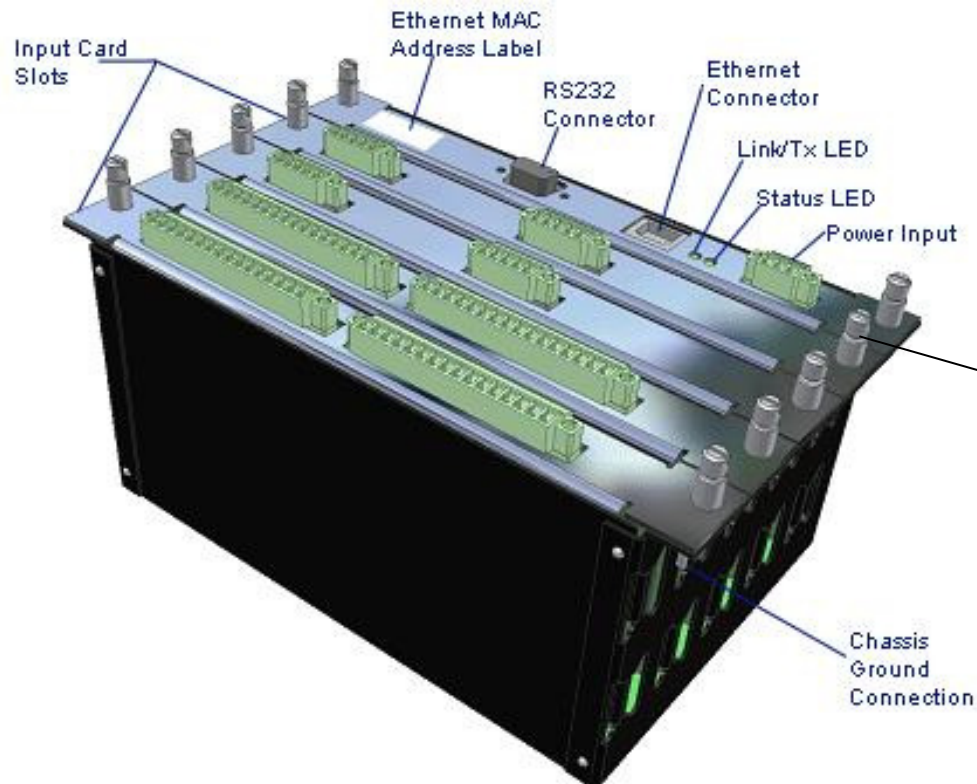
imagination at work



Архитектура системы Trendmaster



Модуль динамического сканирования (DSM)



Карта связи:

Подключение по локальной сети к серверу **System 1**

Шлюз связи по протоколу **Modbus** – статические значения регистров Modbus передаются напрямую в ПСУ.

Питание

+24 В пост.тока. Монтаж на DIN-рейку.

Требуется при заводской сети питания 110/220В.

Источник питания подает на DSM напряжение +24 В пост. тока.

При наличии на объекте питания +24 В, его можно завести в DSM без использования источника питания.



Модуль динамического сканирования (DSM)

Система Trendmaster DSM позволяет осуществлять периодический онлайн-мониторинг важного и некритического машинного оборудования.

Слот 1 – Карта связи – служит интерфейсом для передачи данных от Trendmaster в System 1 по локальной сети (оптоволоконная линия или 10/100 BaseT).

• **Карта SPA (Адаптер обработки сигналов)** – подсоединяется к кабелям TIM. К карте можно подключать до двух магистралей датчиков Trendmaster, каждая из которых поддерживает до 255 точек (всего 510 на карту).

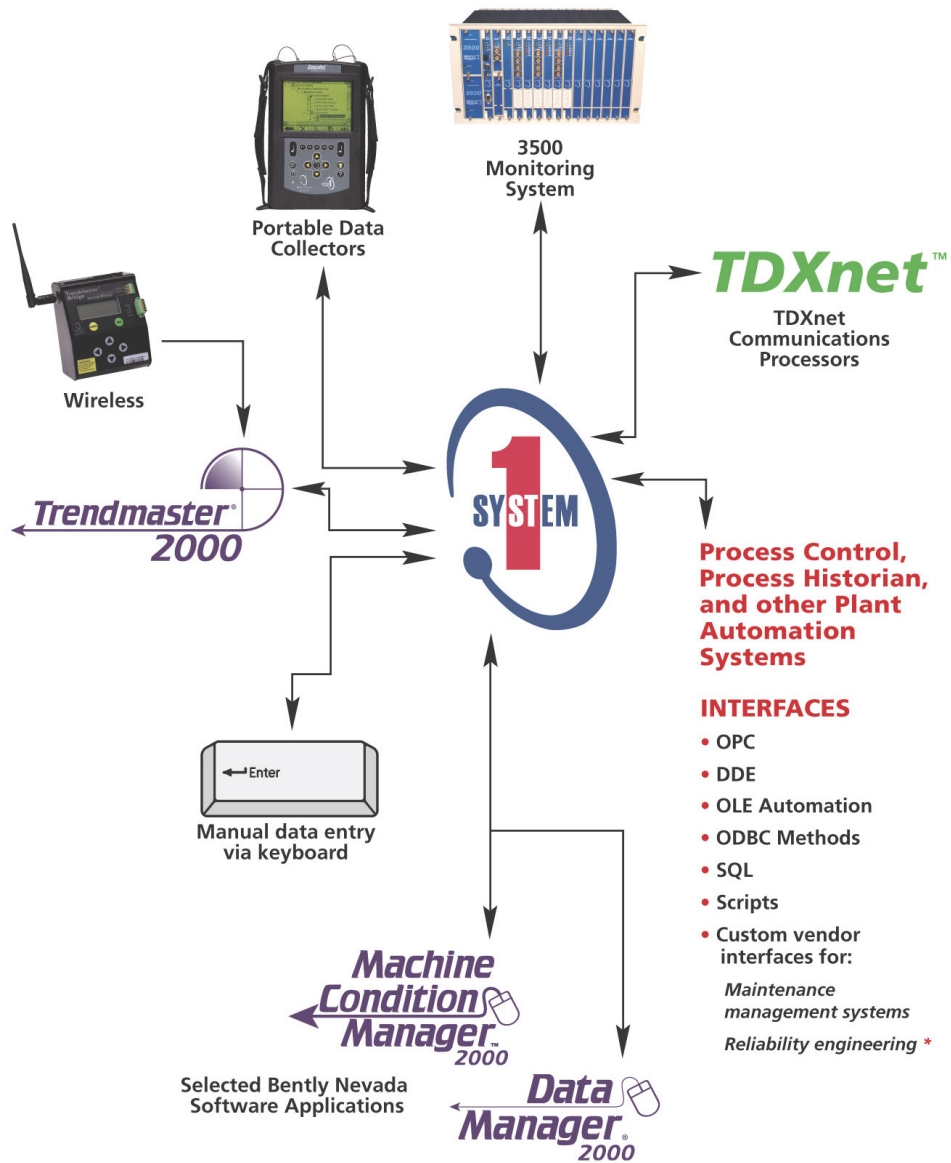
• **Карта прямого ввода –24В**– Возможно прямое подключение к системе Trendmaster Pro до 8 точек трехпроводных датчиков напряжения–24V (как правило, токовихревые датчики или неточные акселерометры) без использования модулей TIM

• **Карта прямого ввода для сейсмических датчиков** – Возможно прямое подключение к системе Trendmaster Pro до 8 точек двухпроводных токовых датчиков виброскорости или виброускорения без использования модулей TIM. Расширенные возможности обработки сигнала, включая виброускорение по методу огибающей, применяющееся для роликовых элементов подшипников качения.

• **Карта ввода для датчиков постоянного тока** – Возможно подключение до 8 каналов входа двухпроводных датчиков виброскорости и виброускорения.

• **Карта ввода переменных процесса** – Возможно прямое подключение к системе Trendmaster Pro до 8 точек с сигналом 4-20 мА без использования модулей TIM.





Портативный сборщик данных ви Sc



Характеристики

Разрешение спектра 6400 линий и частотный диапазон 40 кГц

- Память 1 ГБ для сохранения данных
- Малый вес (1,2 кг)
- Улучшенная эргономика для сбора данных
- Большой экран с высоким разрешением HVGA и подсветкой
- Расширенный диапазон измерений;
1000 G, 25 000 мм/с, 2500 мм
- Работа при низкой температуре до -15 °С
- Фазовый 2-канальный анализ
- Одновременный сбор данных спектров и временных сигналов
- **Поддержка метода огибающей**
- Измерительный режим bPack™ - обеспечивает одновременный сбор до 12 замеров по двум каналам
- Поддержка датчиков ускорения, виброскорости, смещения и тока
- Работа по маршрутам - создание маршрутов в программе Ascent и передача их в Scout 100
- Каталог подшипников (свыше 30 000 подшипников)
- Эффективная 2-канальная работа
- Двухплоскостная балансировка
- Лазерный датчик скорости/фазы для регистрации скорости вращения машины
- 5 лет гарантии
- Русифицированное исполнение

