



Brüel & Kjær Vibro

Системы мониторинга

Brüel & Kjær Vibro





План презентации решений для мониторинга

- **Введение**
- **Системы защиты оборудования**
 - Датчики
 - Аппаратные средства
 - Взаимодействие с системой управления
 - Разработка и рекомендации
- **Системы мониторинга технического состояния**
 - Концепция интегрированного мониторинга Compass 6000
 - Сведения о мониторинге технического состояния
 - VDAU – регистрация критических событий
- **Примеры**



Brüel & Kjær Vibro

Большой опыт решения задач виброизмерений и мониторинга технического состояния



В 1940-х годах компания Brüel & Kjær предложила микрофоны и акселерометры для виброакустических исследований

Самостоятельная компания: **Brüel & Kjær CMS A/S**



Brüel & Kjær Vibro

Самостоятельная компания: **Schenck Vibro GmbH**



1881 Основание SCHENCK Iron Foundry
1905 Выпущены первые балансировочные станки



Структура корпорации

В&К Vibro входит в группу компаний

Объем продаж £1.173 млрд (2014 г.)

7600 специалистов в 13 компаниях по всему миру

www.spectris.com



spectris


Malvern

 PANalytical

BETA LaserMike
Measured by Commitment


BTG
RAISING YOUR PRODUCTIVITY

red lion

MICROSCAN

Brüel & Kjær 


HBM
measurement with confidence

SERVOMEX 


NDC

 **PARTICLE MEASURING SYSTEMS**

 **OMEGA**

Brüel & Kjær Vibro



Продукция для мониторинга вибрации и технического состояния

Разрабатываем, проектируем, изготавливаем:

- Вибродатчики
- Портативные приборы
- Устройства мониторинга безопасности
- Системы диагностики
- Системы контроля параметров
- Экспертные системы
- Интегрированные системы мониторинга
- Услуги по диагностике
- Дистанционный мониторинг и диагностика





Изготовление и испытания серверных стоек

Число каналов от <10 до >4000





Brüel & Kjær Vibro

NESTE OIL



ConocoPhillips



THOMASSEN
COMPRESSION
SYSTEMS



PETRONAS
Petroleum National Berhad

HUNTSMAN
Enriching lives through innovation

basell
Polyolefins



ExxonMobil



National Iranian
Oil Company
NIOC

TALISMAN
ENERGY



BOREALIS

MÆRSK
A·P·MØLLER

Gaz de France

Nerefco



QAPCO
QATAR PETROCHEMICAL COMPANY



woodside

Oman LNG



Nigeria
LNG
Limited

BASF
The Chemical Company



Brüel & Kjær Vibro

Сотрудничество



KBR





Определения

- Мониторинг безопасности (защита агрегата)
- Мониторинг технического состояния
- Мониторинг производительности

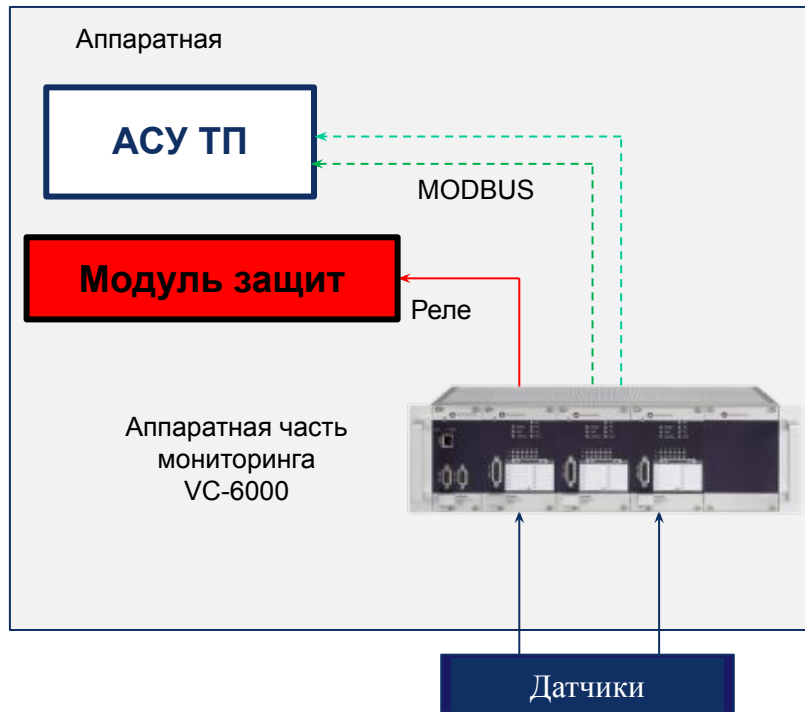


Мониторинг безопасности – оснащение

- Функционал определяется требованиями API 670
- Предотвращение катастрофических последствий для человека и оборудования
- Обязателен для критичного машинного оборудования
- В состав входят датчики и оборудование мониторинга
- Хороший метод для защиты агрегата, однако объем информации о техническом состоянии минимален



Система защиты агрегата



Система защит позволяет избежать опасных ситуаций однако сохраняется вероятность:

- Неожиданных отказов
- Потери продукции
- Отсутствия информации о виде дефекта
- Повторных отказов



Основные группы агрегатов для выбора датчиков

Различные виды оборудования требуют применения разных стратегий мониторинга :

- Агрегаты с подшипниками скольжения
- Агрегаты с подшипниками качения
- Низкооборотные агрегаты (например, охладители)
- Поршневые компрессоры



Выбор датчика



Ускорение



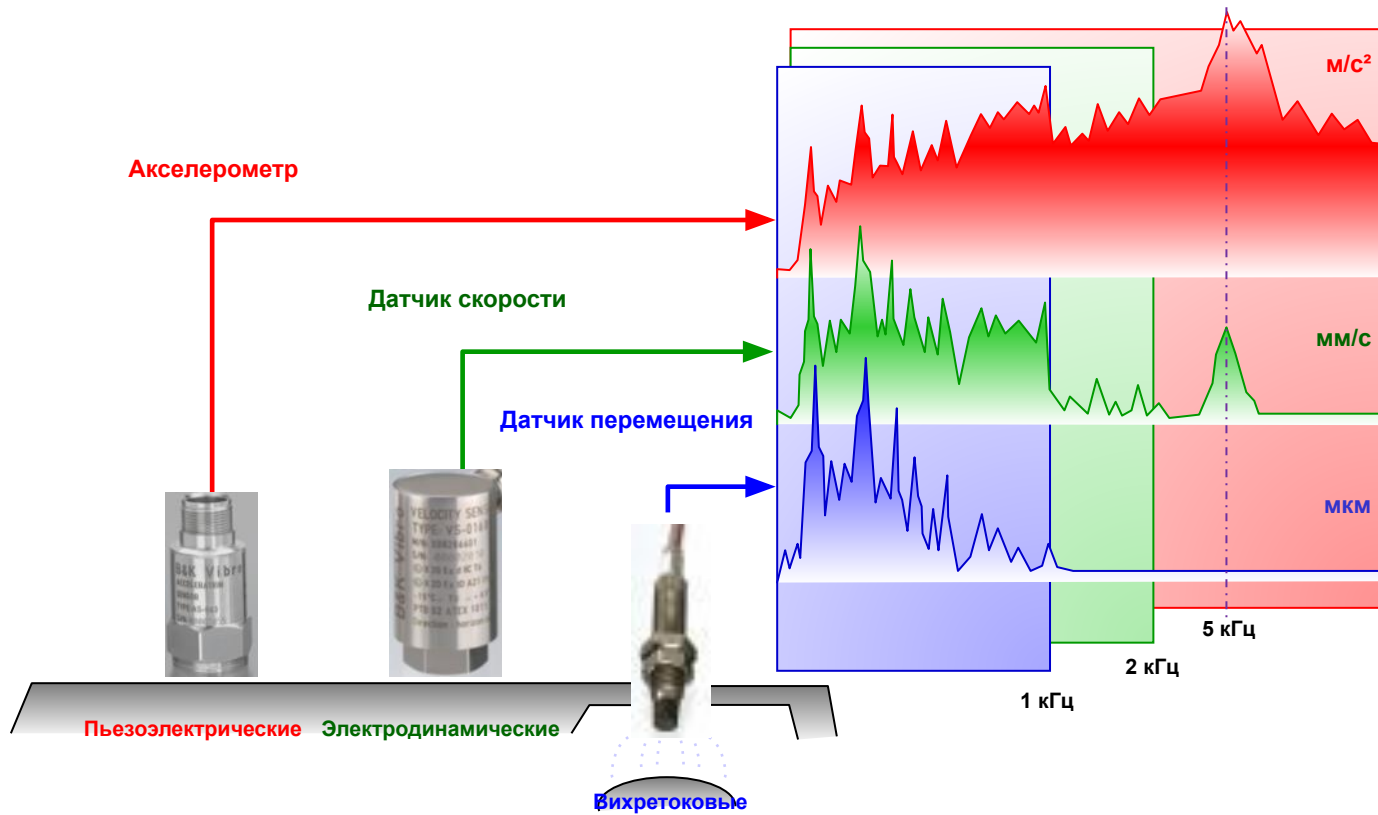
Скорость



Перемещение



Выбор датчика





Применение датчиков

Неисправность агрегата	Датчик перемещения	Акселерометр	Фазоотметчик
Дисбаланс	++	+	Рекомендуется
Перекоп, несоосность	++	+	Рекомендуется
Изгиб вала	++	+	Рекомендуется
Эксцентриситет	++		Рекомендуется
Трещина в валу	++		Необходим
Неисправности в муфтах	++	++	Необходим
Ослабление крепления		++	
Масляное завихрение	+		Необходим
Схлопывание масляной плёнки	+		Необходим
Касание ротора	+	+	Рекомендуется
Электрические неисправности	(+)	+	Рекомендуется
Кавитация		++	
Износ зубчатых колес		++	Рекомендуется
Локальный дефект зубчатого колеса		++	Рекомендуется
Эксцентриситет зубчатых колес		++	Рекомендуется
Дефекты лопаток		++	Рекомендуется



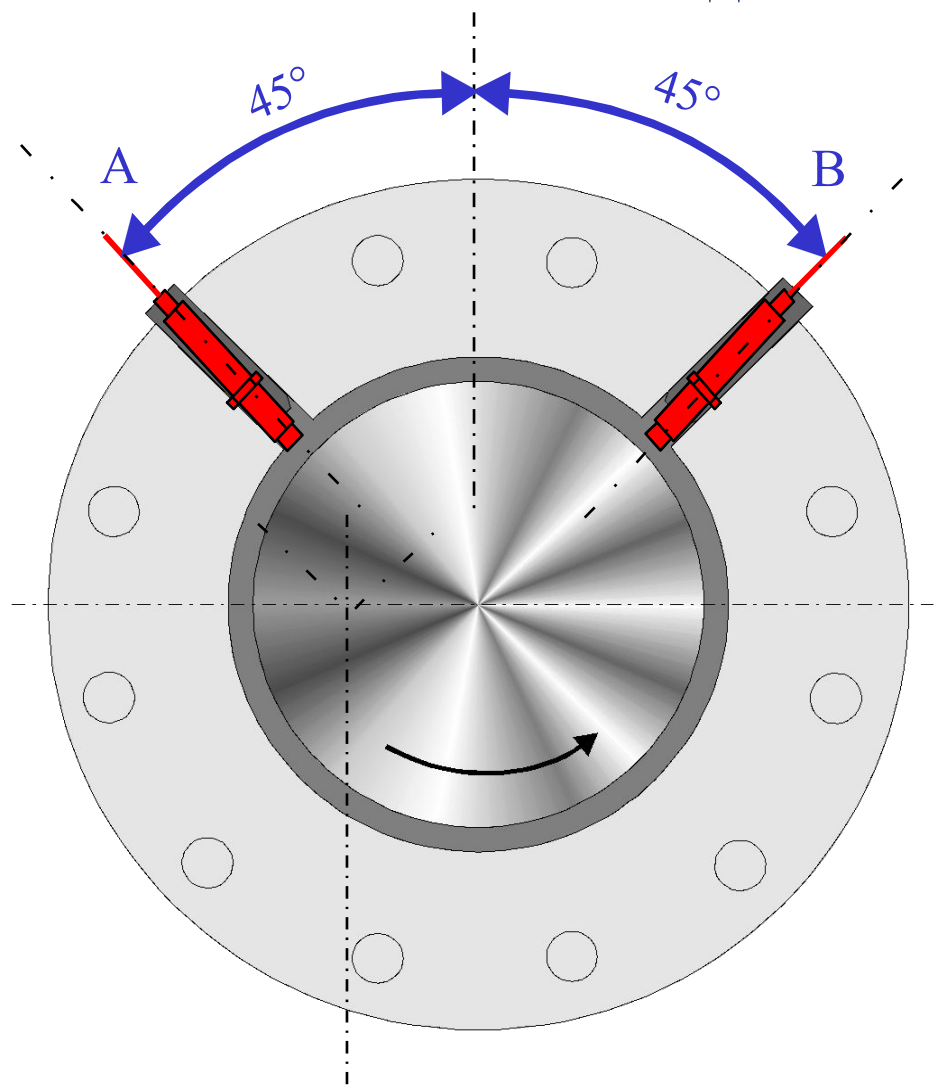
Датчики:

Агрегаты с подшипниками скольжения:

- Датчики перемещения для каждого подшипника
- Датчик осевого перемещения для упорного подшипника
- Акселерометр на редукторе (2 или больше, в зависимости от размерности)
- Датчик фазы для каждого вала

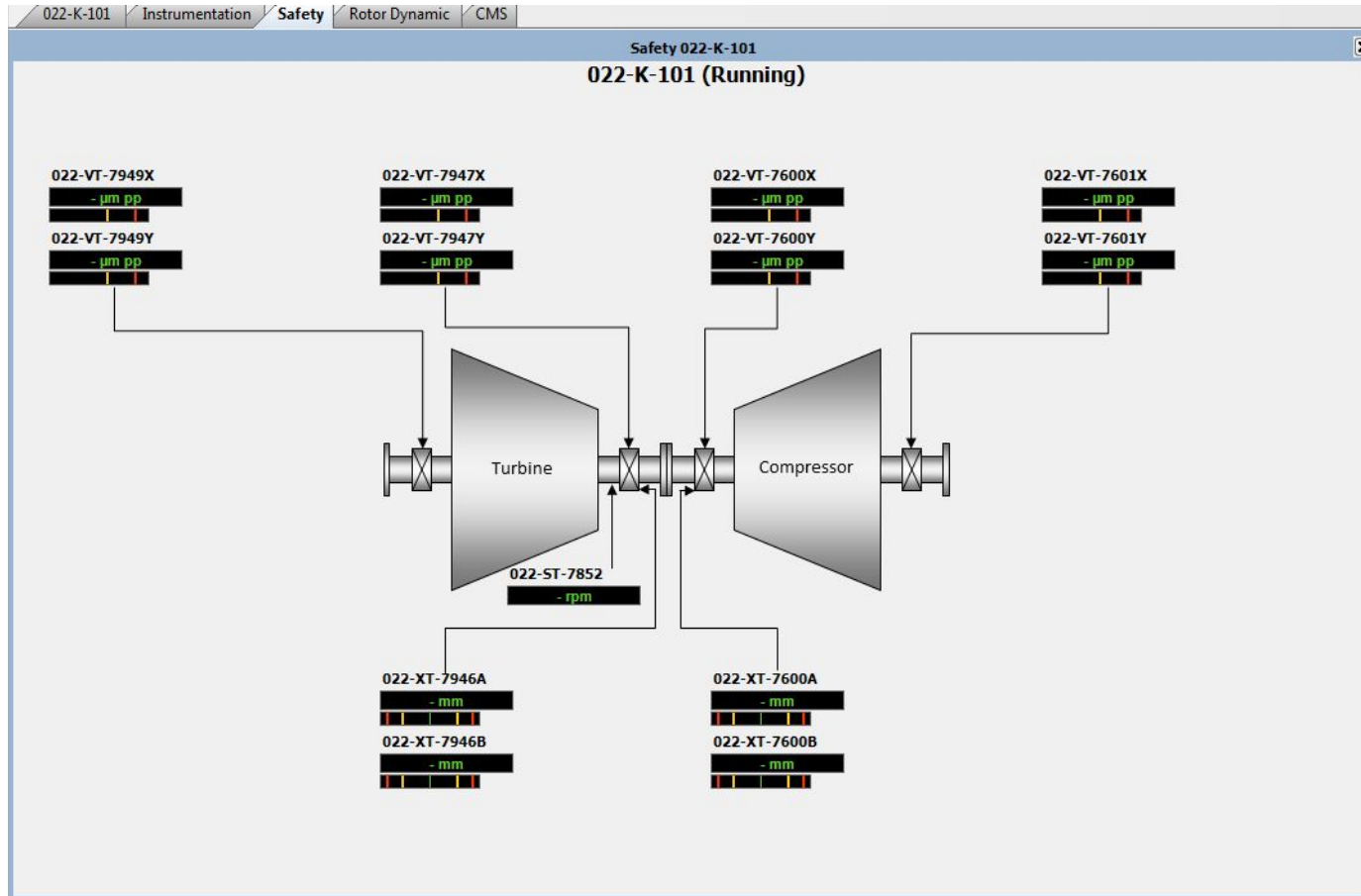


Общая схема установки бесконтактных датчиков



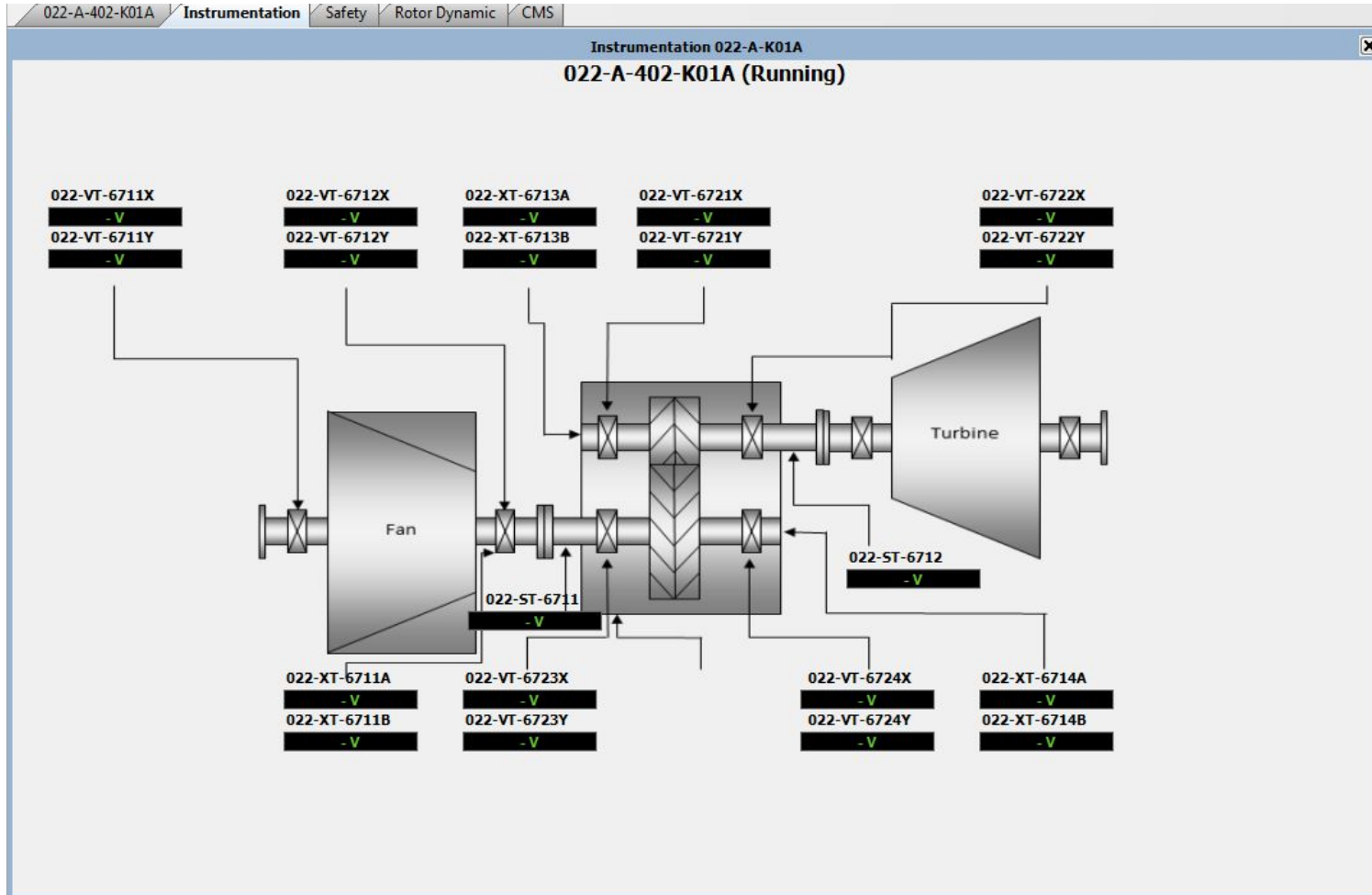


Пример компрессора с турбинным приводом





Пример компрессора с турбинным приводом





Датчики:

Агрегаты с подшипниками качения:

- Акселерометр на каждом подшипнике
- Датчик фазы для каждого вала (опция)
- При отсутствии датчика фазы – сигнал частоты вращения



Система мониторинга безопасности **VC-6000**

- Соответствие требованиям API 670
- Компактная конструкция (корпус ЗНУ)
- Интеллектуальные модули мониторинга
 - Гибкая конфигурация
 - Встроенные реле





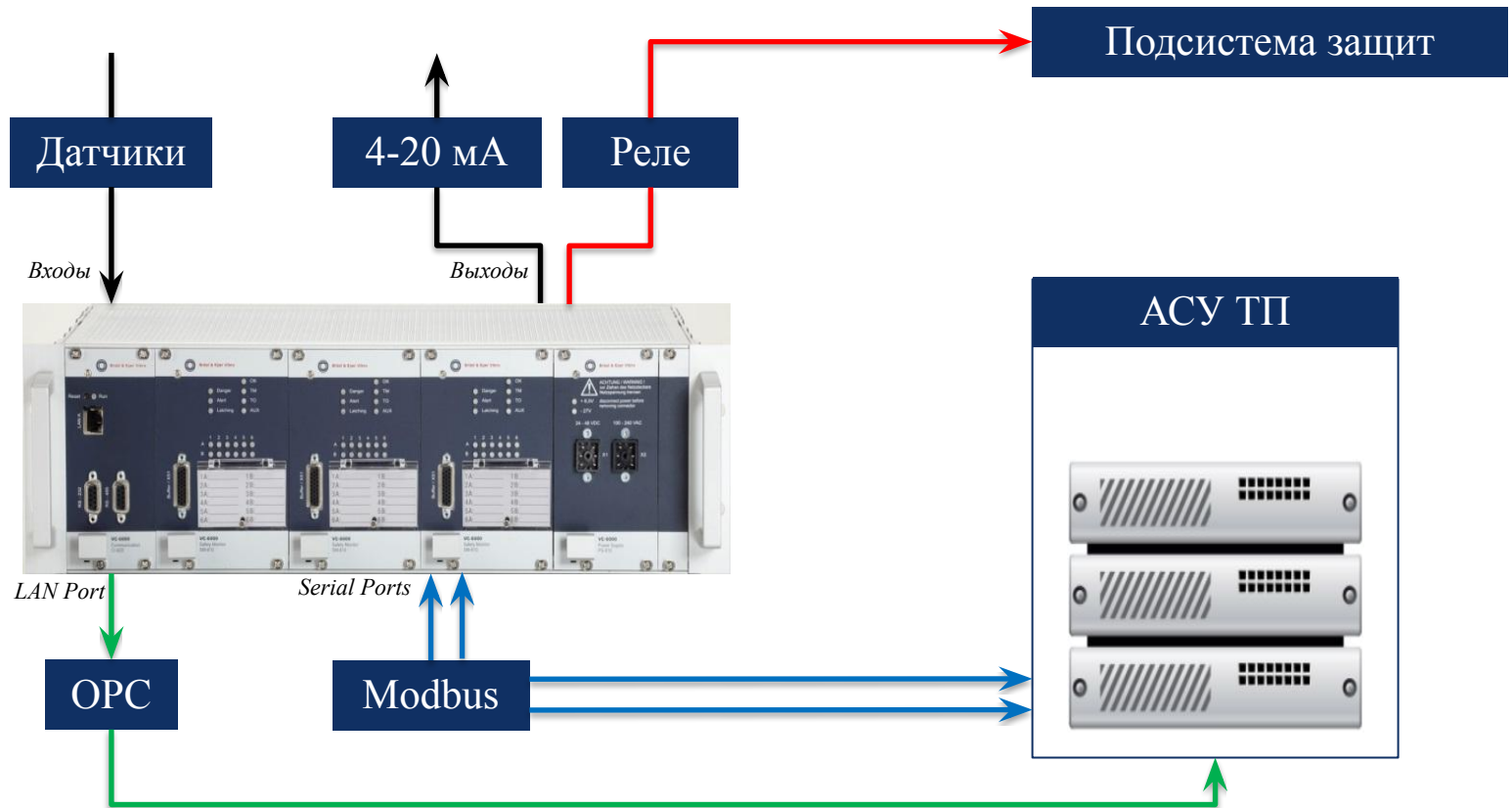
Интеллектуальные модули мониторинга безопасности **VC-6000**

- До 12 гибко настраиваемых входных каналов – настройка для датчиков всех типов
- 8 выходных каналов с настраиваемыми реле
- Синхронизированная во времени регистрация событий (10 мс)
- 4 модуля в каждом VC-6000
- Совместимость со **всеми** датчиками, соответствующими требованиям API 670, независимо от поставщика





Аппаратная часть системы защиты агрегата - интерфейсы





Аппаратная

- Установка в стойку 19"
- Конфигурирование с ноутбука

От АСУ ТП

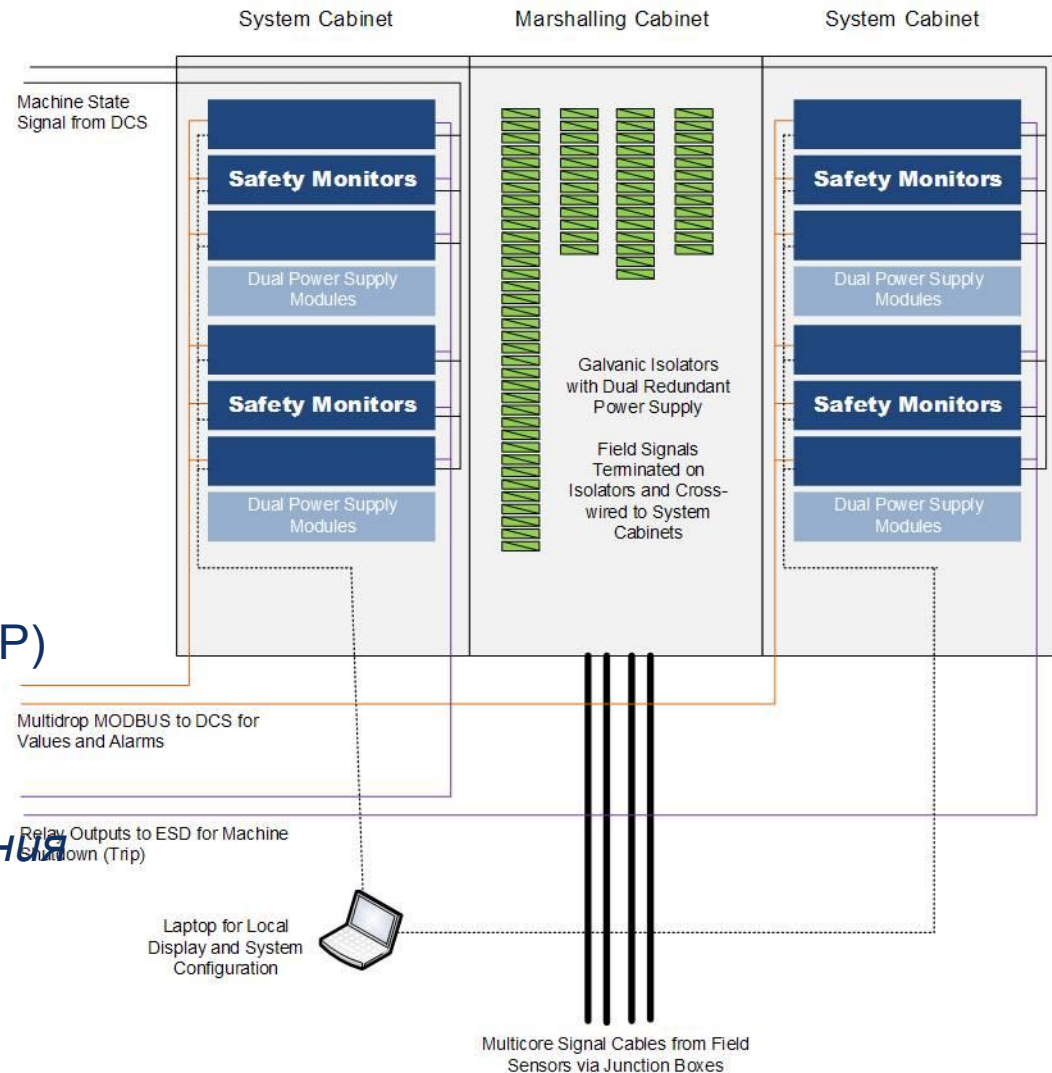
- Умножение уставок
- Режимы работы агрегата

В АСУ ТП

- MODBUS (RTU или TCP/IP)
- 4 – 20 мА (опция)
- OPC (опция)

К системе защитного отключения

- Реле





VC-6000: особенности

- Вывод напрямую по протоколу OPC;
- 3 модуля, до 7 шасси в стандартном шкафу 800x800x2000 Rittal;
- Модули одного типа, меньшее необходимое пространство;
- Модуль мониторинга может быть настроен для измерения радиальной вибрации, осевого положения, ускорения, скорости, фазы, или температуры;
- 8 программируемых реле в модуле (меньшее количество модулей, повышение надежности)
- Светодиодная индикация для каналов;
- Датчики, выполняющие измерение по осям X и Y могут быть подключены к разным модулям без потери диагностической информации;
- Настраиваемые фильтры: выявление специфических дефектов, например, выявление кавитационных явлений.

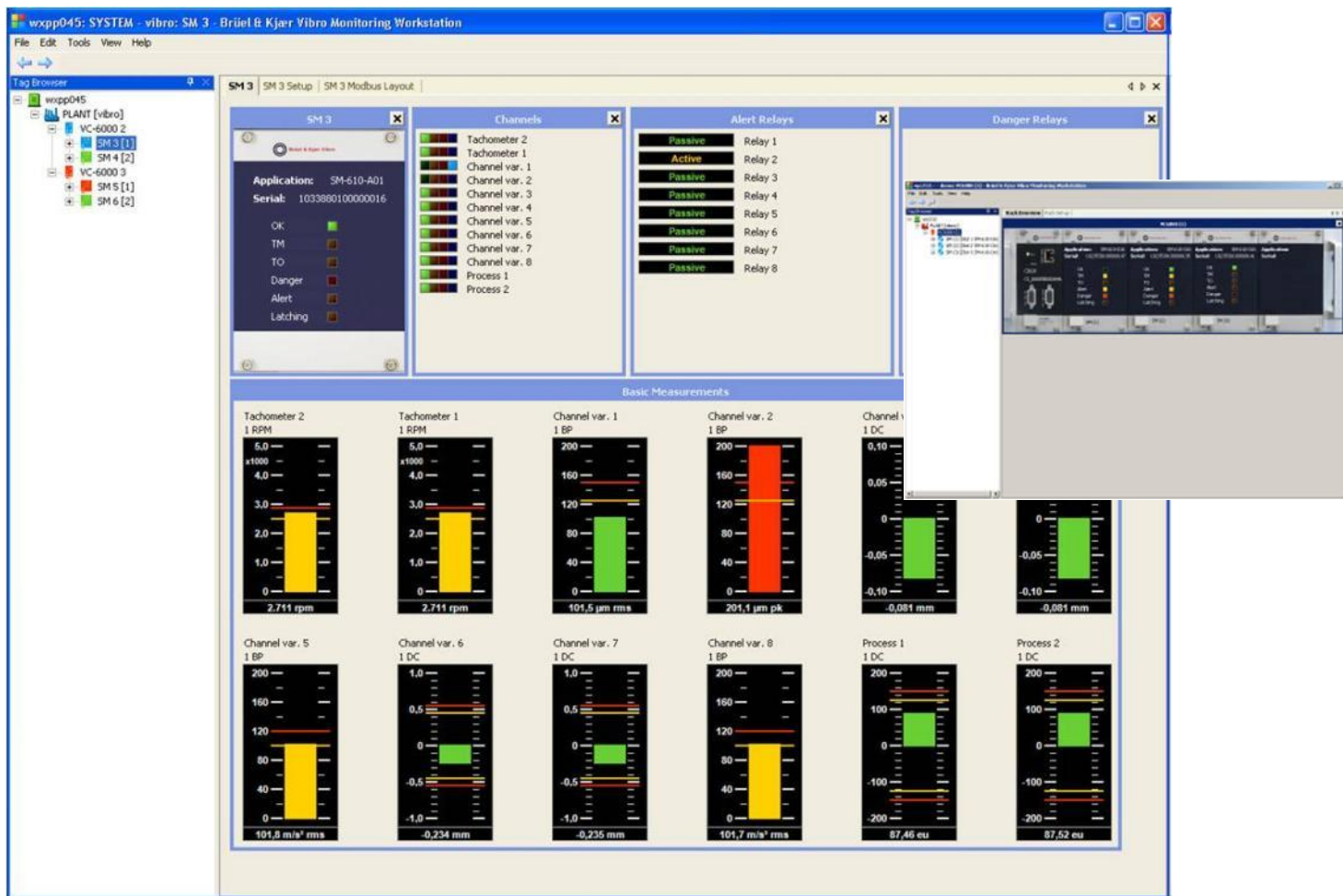


Интеллектуальный инструментарий настройки **VC-6000**

- Удобство конфигурирования VC-6000
- Отображение результатов измерения в виде столбчатых диаграмм
- Настройка реле голосующей логики
- Настройка взаимодействия
- Браузер тэгов
- Просмотр агрегата



Интеллектуальный инструментарий настройки **7126** **VC-6000**

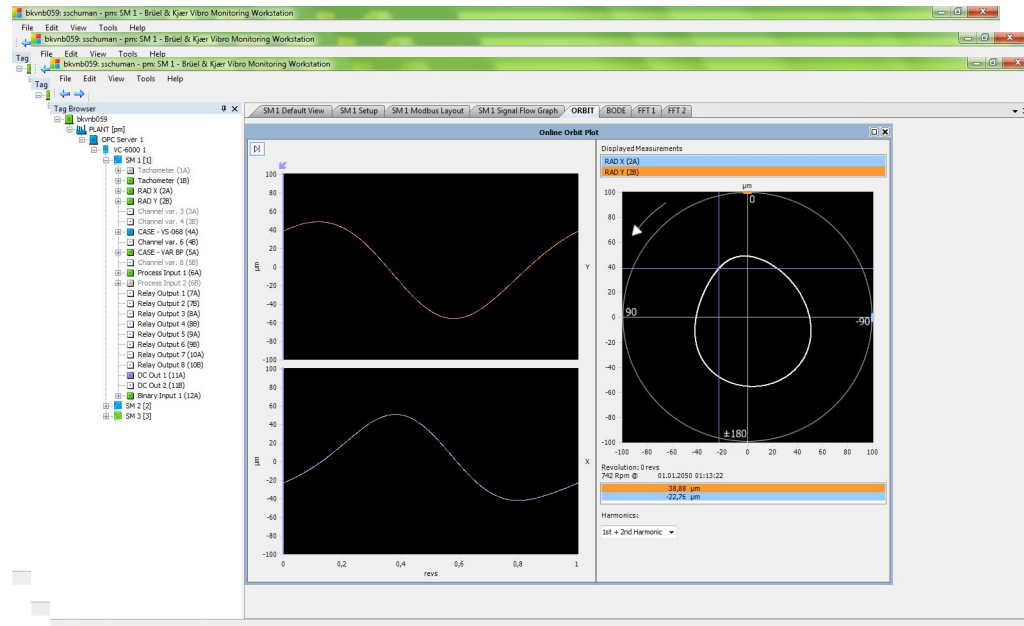




Инструмент настройки **VC-6000** с функциями диагностики **(7126)**

Встроенные функции диагностики:

- БПФ, отображение диаграмм Боде и орбит – встроены в инструмент настройки.
- Мощное средство при вводе оборудования в эксплуатацию или временном отсутствии компьютерной сети





Работа **B&K Vibro** – защита оборудования

На этапе проектирования

- Сопровождение и рекомендации
- Выбор датчиков (тип, количество, расположение)
- Разработка спецификаций

В процессе реализации

- Опытные специалисты, постоянный контакт с заказчиком
- Выполнение работ точно в сроки
- Эффективное конфигурирование, готовность системы к эксплуатации
- Поставка чертежей и документации в соответствии со спецификацией и регламентом

При вводе в эксплуатацию

- Команда опытных специалистов (как в московском офисе, так и заруб.)
- Диагностическая поддержка
- Метрологическая поддержка (собственная сертифицированная лаборатория)



Определения

- Мониторинг безопасности (защита агрегата)
- Мониторинг технического состояния
- Мониторинг производительности

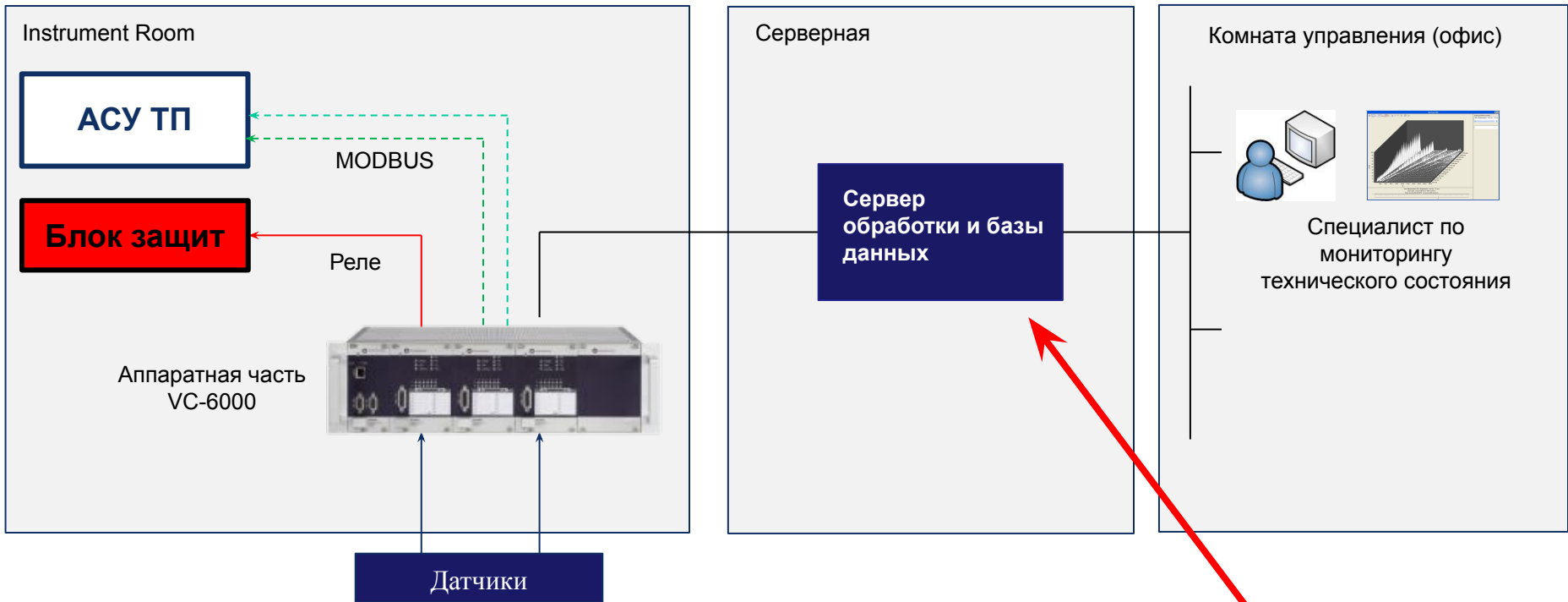


Мониторинг технического состояния – техническое обслуживание

- **Конфигурирование и интерпретацию результатов должен выполнять опытный специалист**
- Обработка результатов измерения вибрации для анализа *действительного* состояния агрегата
- Без привязки к единственному международному стандарту
- Независимость от мониторинга безопасности
- Экономические преимущества:
 - Максимальное время работы между остановками
 - Исключение повторных дефектов
 - Минимизация рисков неожиданных отказов
 - Анализ причин отказов для исключения их повторения
 - Максимальная производительность



MPS + Мониторинг технического состояния



Система защиты позволяет избежать опасных ситуаций однако сохраняется вероятность:

- Неожиданных отказов
- Потери продукции
- Отсутствия информации о виде дефекта
- Повторных отказов

Мониторинг технического состояния (прогноз):

- Ранее обнаружение дефектов
- Исключение повторных дефектов
- Минимизация простоев
- Изучение характеристик агрегата

Сервер обработки и формирования базы данных имеет возможность использовать 2 или 3 виртуальные машины на физически одном сервере

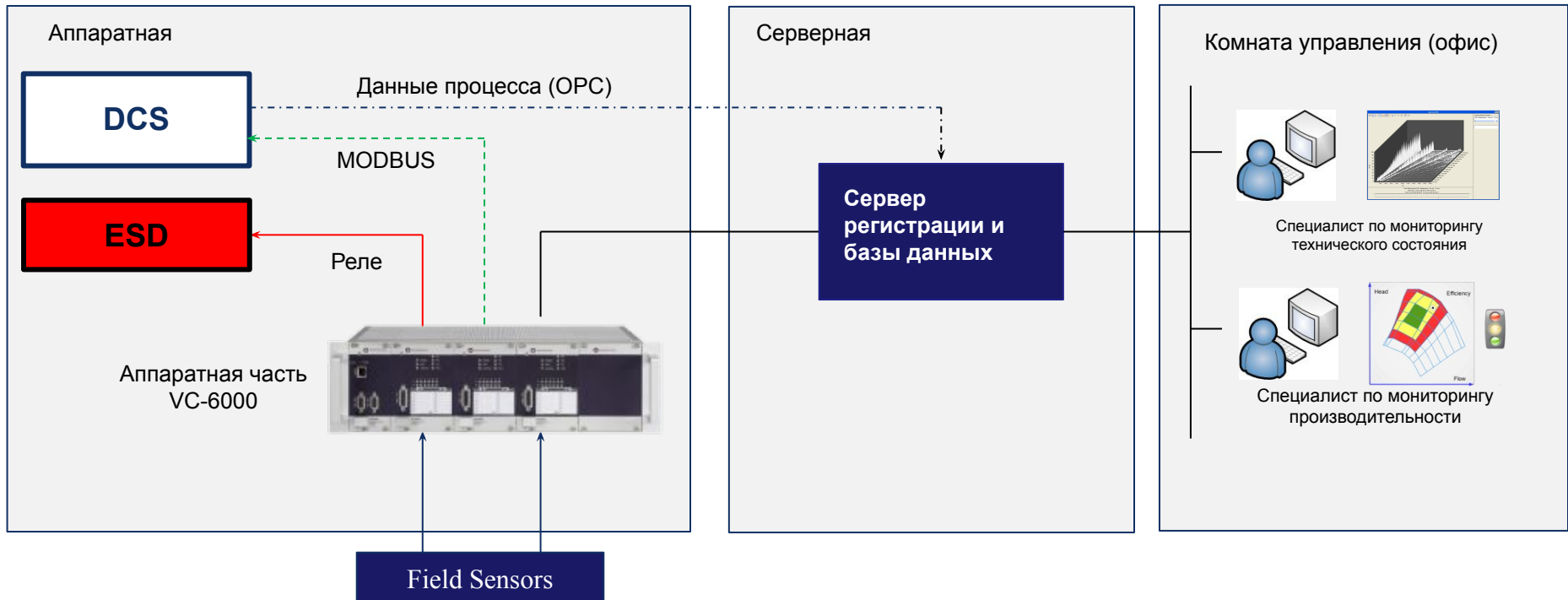


Определения

- Мониторинг безопасности (защита агрегата)
 - Мониторинг технического состояния
- Мониторинг производительности



MPS + мониторинг состояния и производительности



Система защиты позволяет избежать опасных ситуаций однако сохраняется вероятность:

- Неожиданных отказов
- Потери продукции
- Отсутствия информации о виде дефекта
- Повторных отказов

Мониторинг технического состояния (прогноз):

- Ранее обнаружение дефектов
- Исключение повторных дефектов
- Минимизация простоев
- Изучение характеристик агрегата

Мониторинг производительности

- Оптимизация производства
- Повышение производительности
- Возможность измерения результатов



Brüel & Kjær Vibro

Философия

The Condition Monitoring Company



Философия **B&K Vibro Condition Monitoring**

Лучше избежать возникновения сигналов о дефектах, чем анализировать их.

Важные задачи:

- **Предупреждения на ранних этапах развития дефектов**
 - Современные методики выявления.
 - Набор инструментов анализа
- **Автоматический анализ данных**
 - Сравнение с базовыми (эталонными) данными
 - Структура «светофор» для всех измерений
- **Обнаружение скрытых дефектов**
 - Формирование оповещений по спектрам, CPB
- **Длительное накопление данных**
 - Мониторинг зон нечувствительности



COMPASS Condition Monitoring –

построение трендов и диагностические измерения

Полный набор инструментов для измерений и построения графиков:

- БПФ
- Орбиты
- Тренды
- Каскадные диаграммы (трехмерные тренды), зависимости от времени и частоты вращения
- Зоны допустимых значений параметров
- Адаптивный мониторинг
- Контроль центральной линии вала
- Диаграммы Найквиста
- Диаграммы Боде
- Векторы
- Временные сигналы

Это стандартный набор, в чем же отличие предложения B&K Vibro?



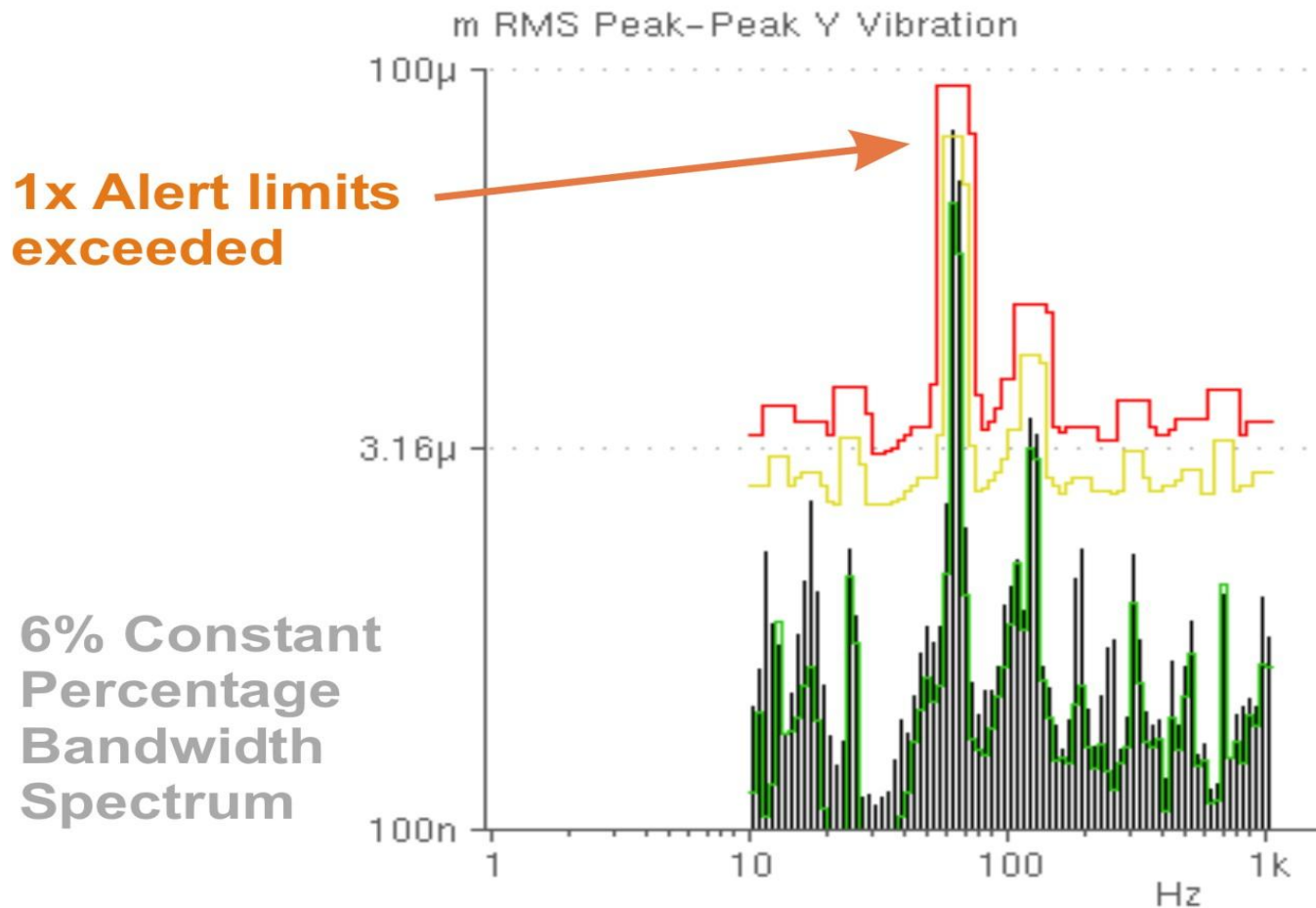
COMPASS Condition Monitoring – свойства

Уникальные измерительные технологии, реализованные в Compass 6000:

- Анализатор БПФ (до 6400 линий спектра) для подробной диагностики электродвигателей. *Масштабирование БПФ, позволяет различить перекосы и неисправности электрической природы*
- CPB высокоточное выявление дефектов на ранних стадиях. *Раннее выявление дефектов позволяет правильно планировать техническое обслуживание. Надежная методика обнаружения неисправностей подшипников качения*
- SED – для подшипников качения. *Максимально точная методика диагностики состояния подшипников качения в процессе ежедневной эксплуатации оборудования*
- Спектр огибающей. *Полностью автоматизированное обнаружение ЛЮБЫХ дефектов. Специалисты могут сосредоточиться на реально имеющихся неисправностях*
- Адаптивный мониторинг. *Адаптация стратегии мониторинга для контроля состояния агрегата и параметров процесса*



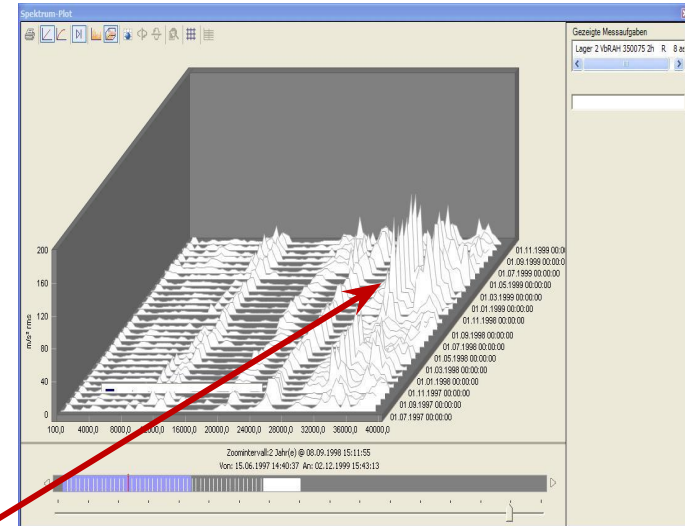
Спектральная маска – раннее оповещение, выявление скрытых дефектов





Раннее оповещение

Повреждение
зубчатого колеса
обнаружено **за год**
до планируемого
технического
обслуживания



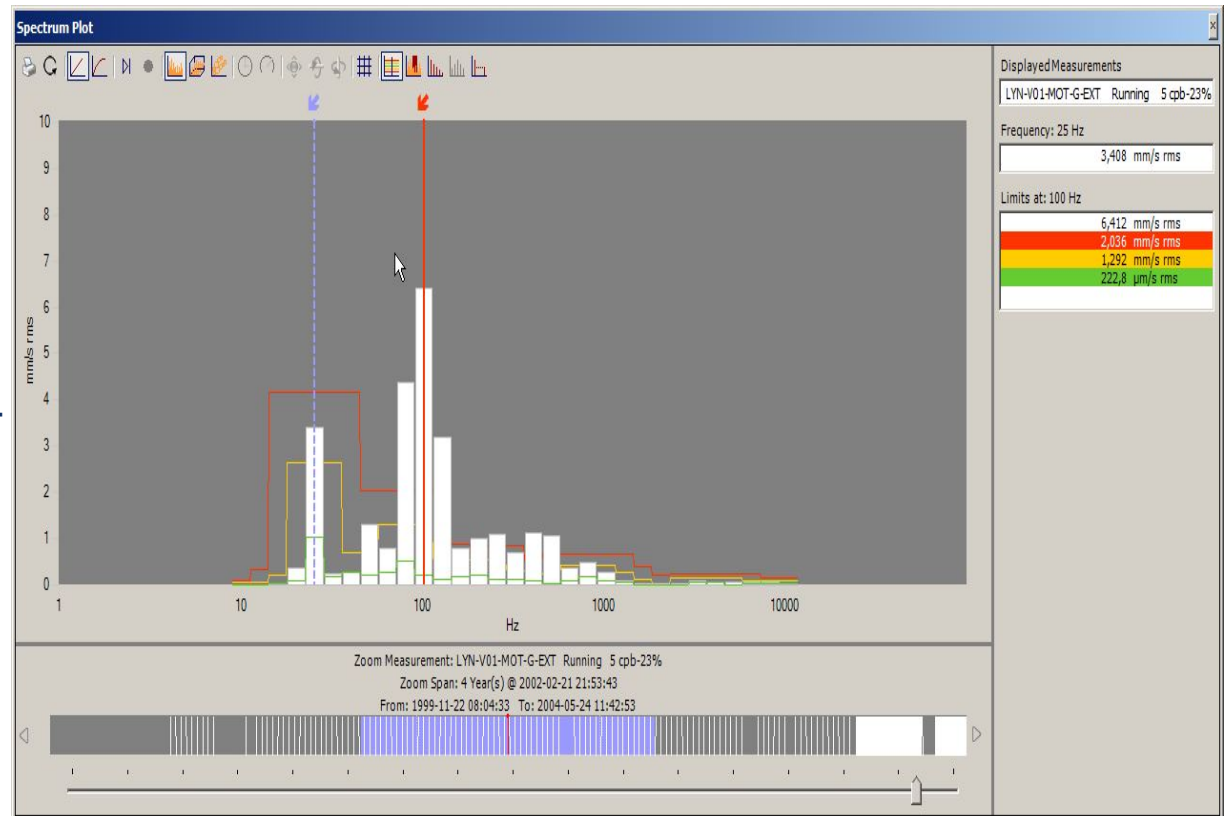
Высокочастотный признак дефекта зубчатого
колеса





ПОШП: надежное обнаружение

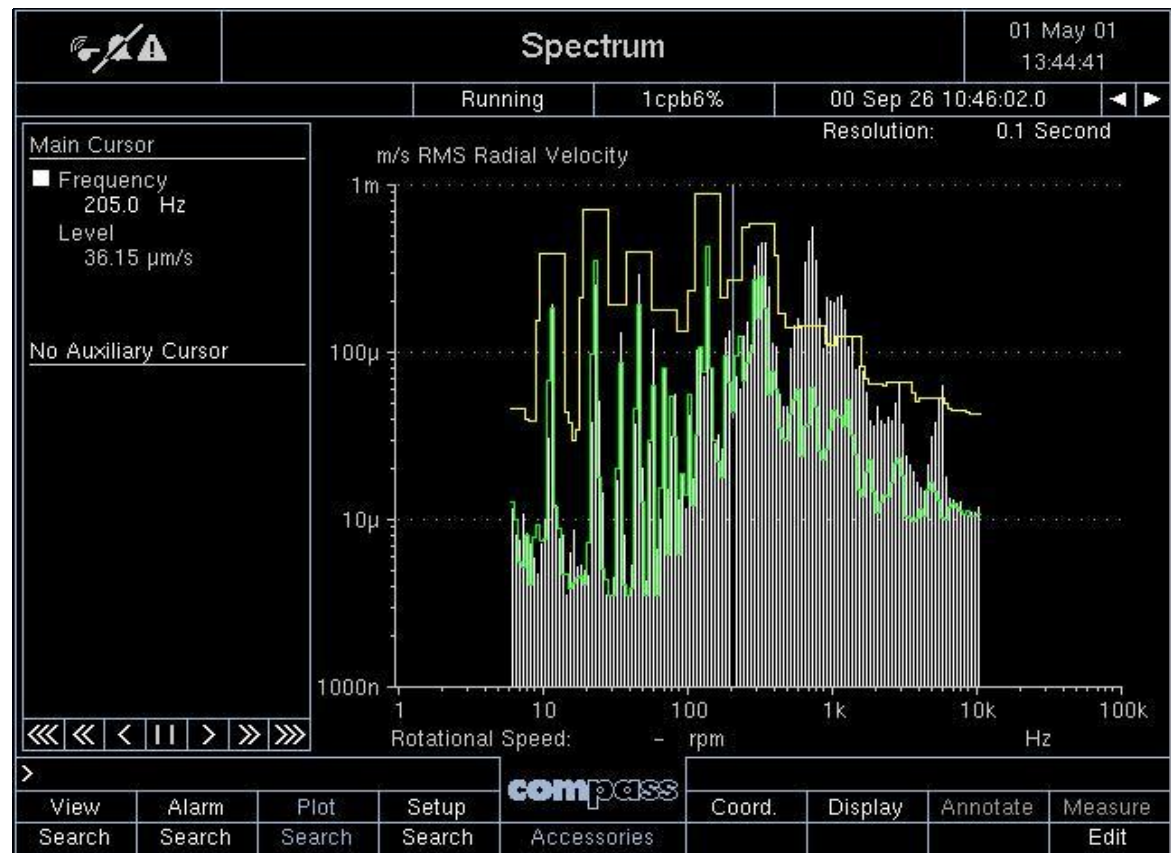
- Метод ПОШП работает в широкой полосе частот и позволяет выявить любые дефекты
- Достаточная разрешающая способность в высоко- и низкочастотных диапазонах
- Сокращение количества ложных срабатываний
- Выявление дефектов с несинусоидальными признаками





Пример мониторинга: автоматическое оповещение по всем измерениям

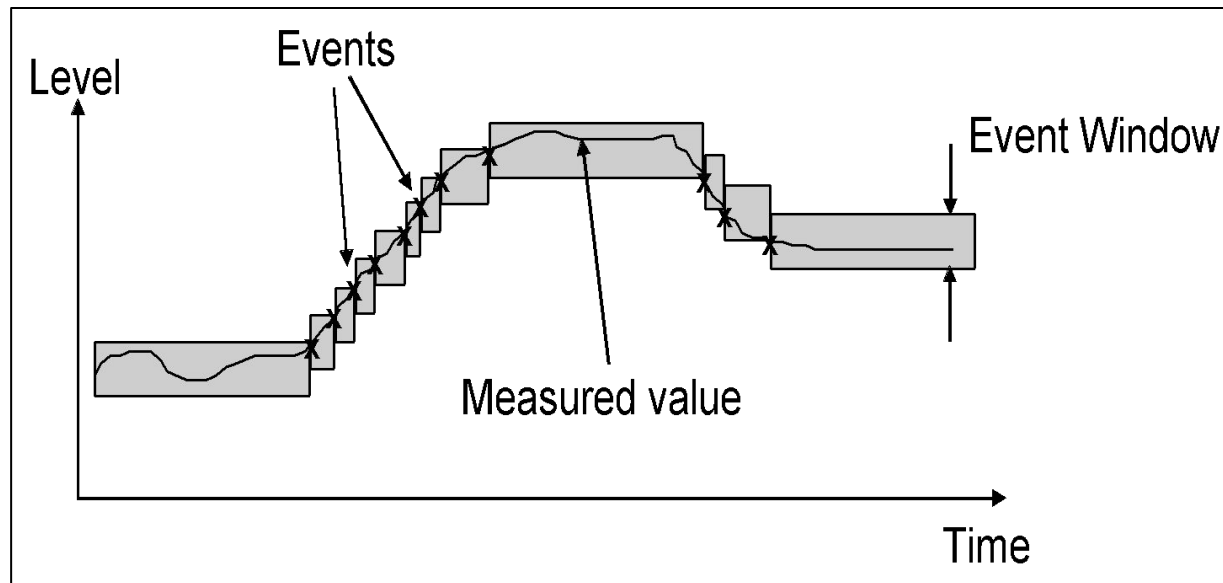
- Касание ослабленными деталями металлических поверхностей, повышение резонансной вибрации
- Показаны только результаты измерений ПОШП n% вследствие их чувствительности к несинусоидальным сигналам





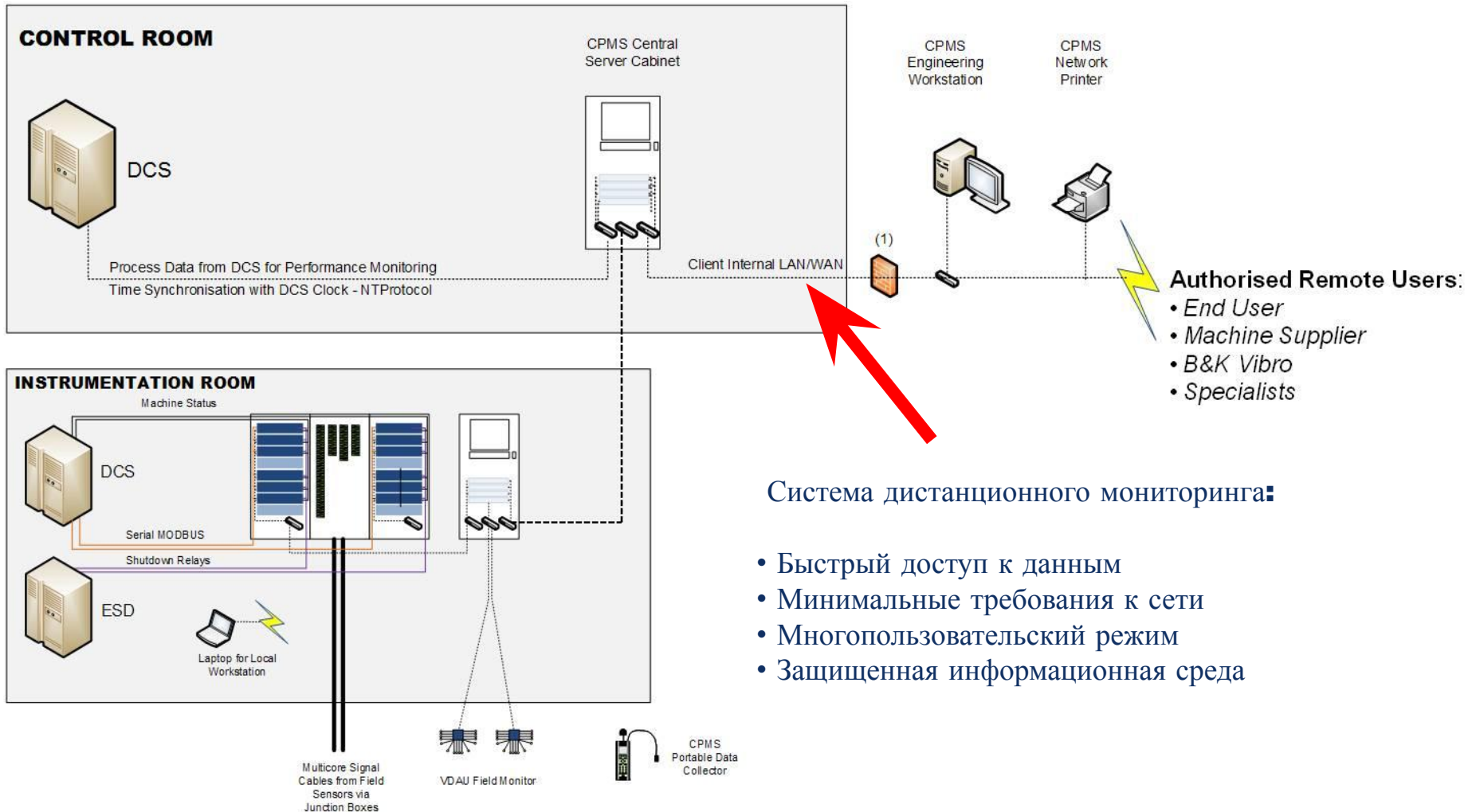
Мониторинг согласно окна события

- Длительное (до 30 лет) накопление данных
- При заполнении буфера может использоваться фильтр FIFO
- Постоянная доступность важнейших данных с максимальным разрешением





Архитектура Compass 6000 CMS



Система дистанционного мониторинга:

- Быстрый доступ к данным
- Минимальные требования к сети
- Многопользовательский режим
- Защищенная информационная среда



Работа с **B&K Vibro** – мониторинг технического состояния

На этапе проектирования

- Выбор датчиков (тип, количество, расположение)
- Выбор стратегии мониторинга
- Разработка спецификаций

В процессе реализации

- Эффективное конфигурирование
- Определение загрузки сети
- Учет безопасности, дистанционного доступа, интерфейсов

При вводе в эксплуатацию

- Диагностическая поддержка при превышении вибрацией опасных уровней
- Метрологическая поддержка



Новые аппаратные решения

- **Вибрационный интерфейс (VI)**



- **VDAU**





Вибрационный интерфейс (VI)

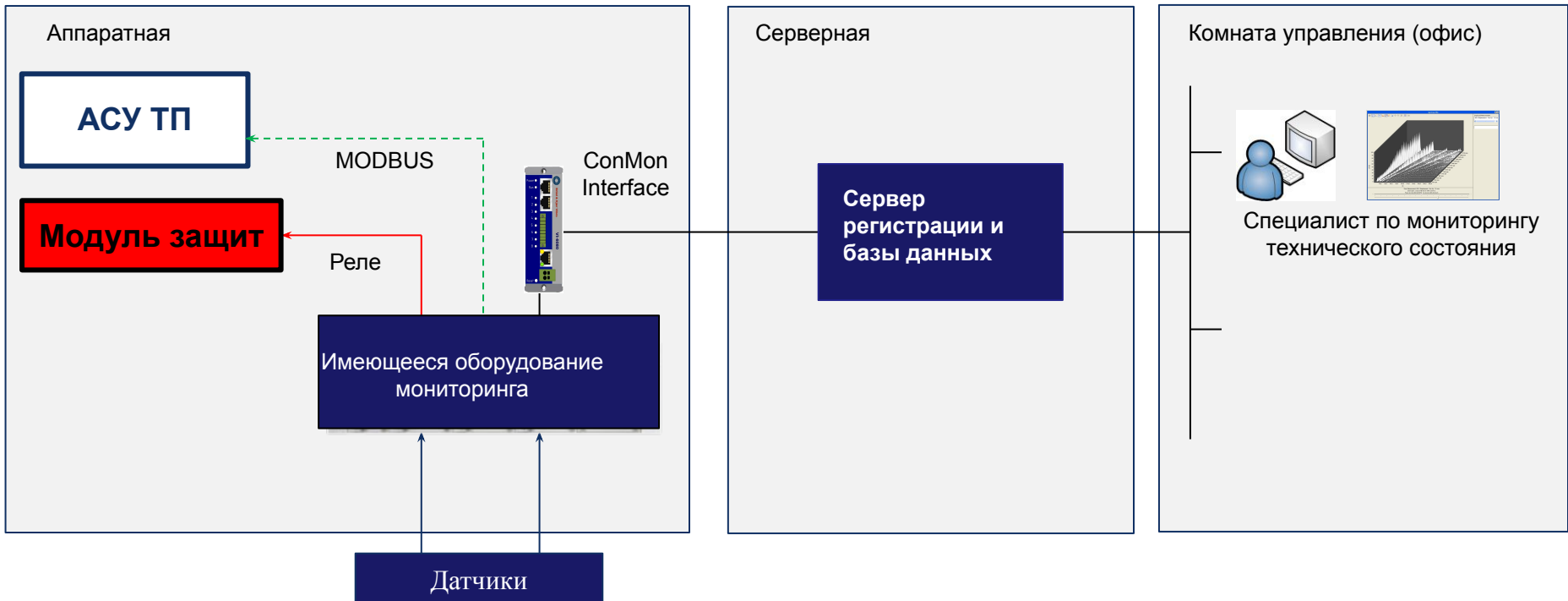
Применение:

- Интеграция с оборудованием сторонних производителей в составе платформы Compass 6000. Использование выходных буферизованных сигналов от систем защиты
- Возможность использования как недорогое решение с функцией мониторинга технического состояния (без функции защиты)





Защита + мониторинг технического состояния



Система защиты позволяет избежать опасных ситуаций однако сохраняется вероятность:

- Неожиданных отказов
- Потери продукции
- Отсутствия информации о виде дефекта
- Повторных отказов

Мониторинг технического состояния (с функцией прогноза):

- Ранее обнаружение дефектов
- Исключение повторных дефектов
- Минимизация простоев
- Изучение характеристик агрегата



VDAU

- 16-канальный модуль для построения трендов
- Накопление исходных вибрационных сигналов (до 1 часа) для диагностики
- ПО для регистрации важнейших событий
- Исполнение АTEX





VDAU – основные функции

- Система обнаружения дефектов
- Система обнаружения дефектов и диагностики
- Система обнаружения дефектов, диагностики и регистрации событий
- Тренды признаков (согласно [ГОСТ Р ИСО 13379-2009](#))

Возможность автономной регистрации событий:

- Высокое разрешение временного сигнала (>10 минут)
- Начало регистрации по времени, по триггеру
- Триггер может срабатывать как по сигналу, так и по возрастанию тренда



VDAU – применение

- Агрегаты с невысокой частотой вращения
- Для контроля балансировки
- Для регистрации событий
- Тренды признаков (согласно [ГОСТ Р ИСО 13379-2009](#)) во внешних **базах данных без использования другого ПО.**



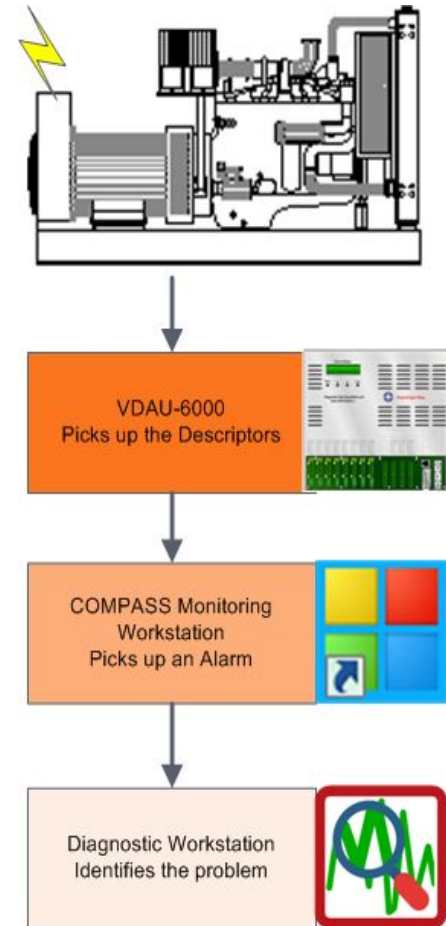
Логика системы **VDAU-6000** (в терминах ГОСТ Р ИСО 13379-2009*)

Признаки.

- Событие обнаруживается, когда один или несколько признаков превышают пороговое значение.
- Обнаруженное событие может быть связано, например, с дефектом подшипника.
- Обнаруженное событие может быть связано с неисправностью системы, например, с отказом датчика или сбоем сети.

Диагностика дефектов основана на анализе временных сигналов, например, при использовании частотного анализа.

- Конфигурирование диагностики дефектов – формирование признаков для предоставления оператору рекомендаций по действиям в соответствии с выявленным событием, например, как событие – «смазать подшипник», «заменить датчик» и т.д.





Наша стратегия обнаружения дефектов

Контролируем простые скалярные величины как признаки для выявления серьезных неисправностей.

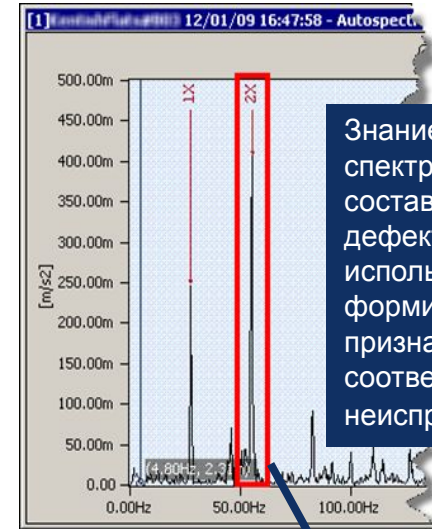
- Всегда используем ГОСТ ИСО 10816-1-97(10 Гц-1 кГц).

Контролируем оборотные частоты, имеющие прямое отношения к дефектам агрегата.

- Используем признаки, являющиеся индикаторами дефектов определенных узлов.

Определяем окна чувствительности.

- В зависимости от дефектов, которые требуется выявить.



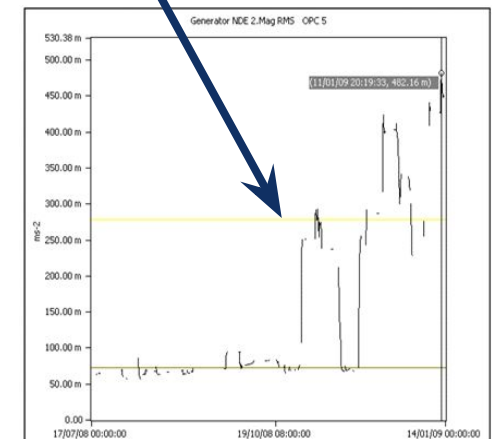
Знание различных спектральных составляющих дефектов может использоваться для формирования признаков, соответствующих неисправностям.

Наша стратегия диагностики

Используем диагностику, чтобы связать дефект с определенным элементом, например, с наружной дорожкой подшипника

Регистрируем временные сигналы для диагностики с регулярными интервалами по событиям

Принимаем решения по продолжительности регистрации сигналов.





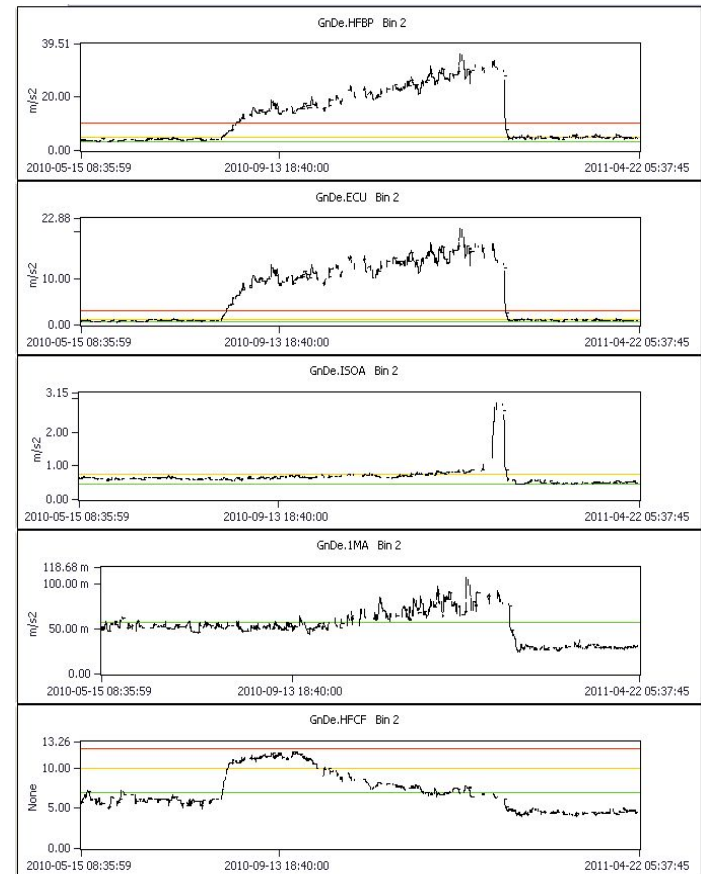
Преимущества построения трендов признаков

Одна система оповещения может использоваться для данных всех типов.

Построение трендов позволяет идентифицировать развивающиеся дефекты и определить их интенсивность

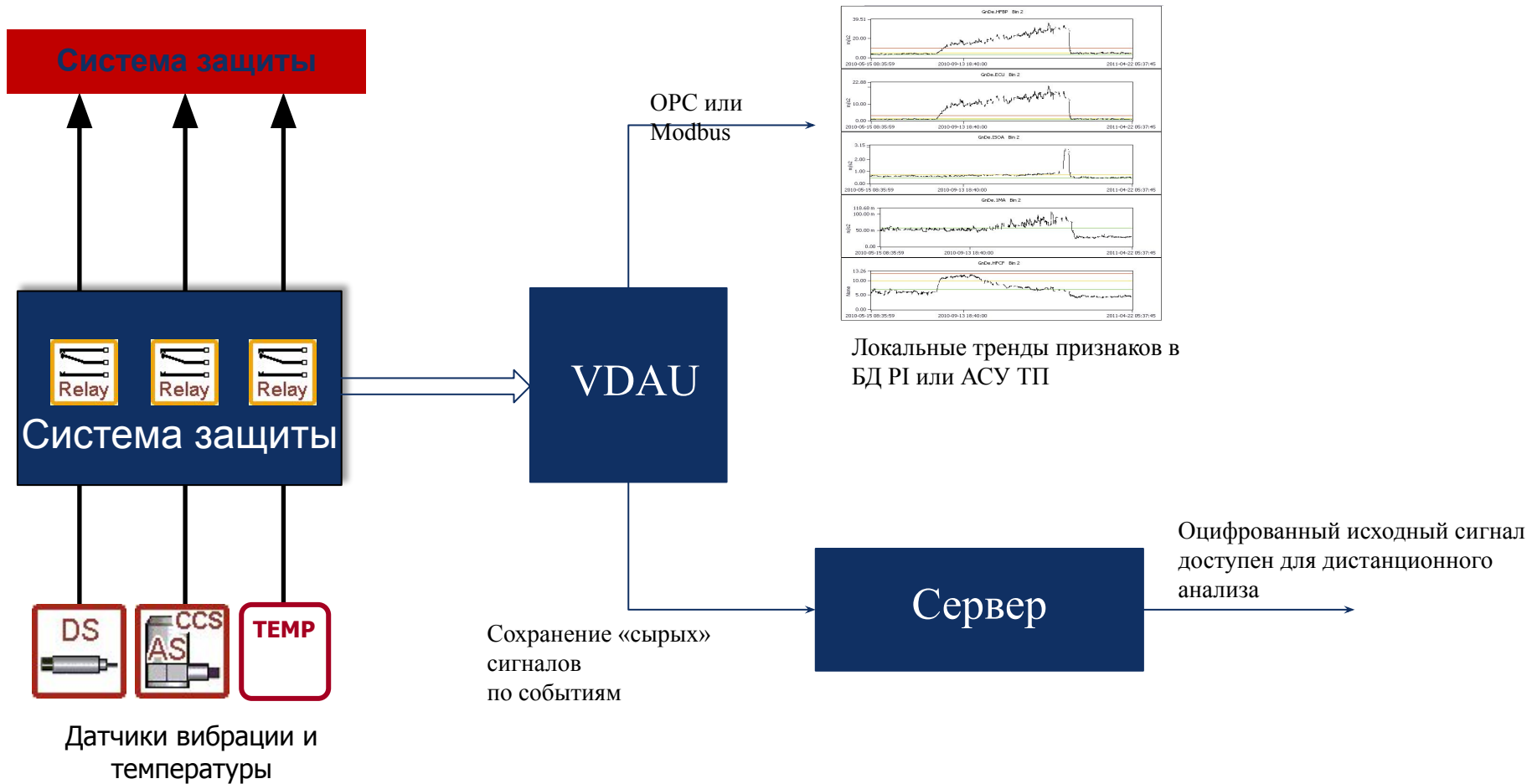
Правильно выбрав признаки, можно сократить объем информации до необходимого количества

Простота обучения операторов первого уровня, при котором знаний о вибрации не требуется





Концепция вибромониторинга Brüel & Kjær Vibro





Brüel & Kjær Vibro

Система **COMPASS 6000**

Поршневые компрессоры

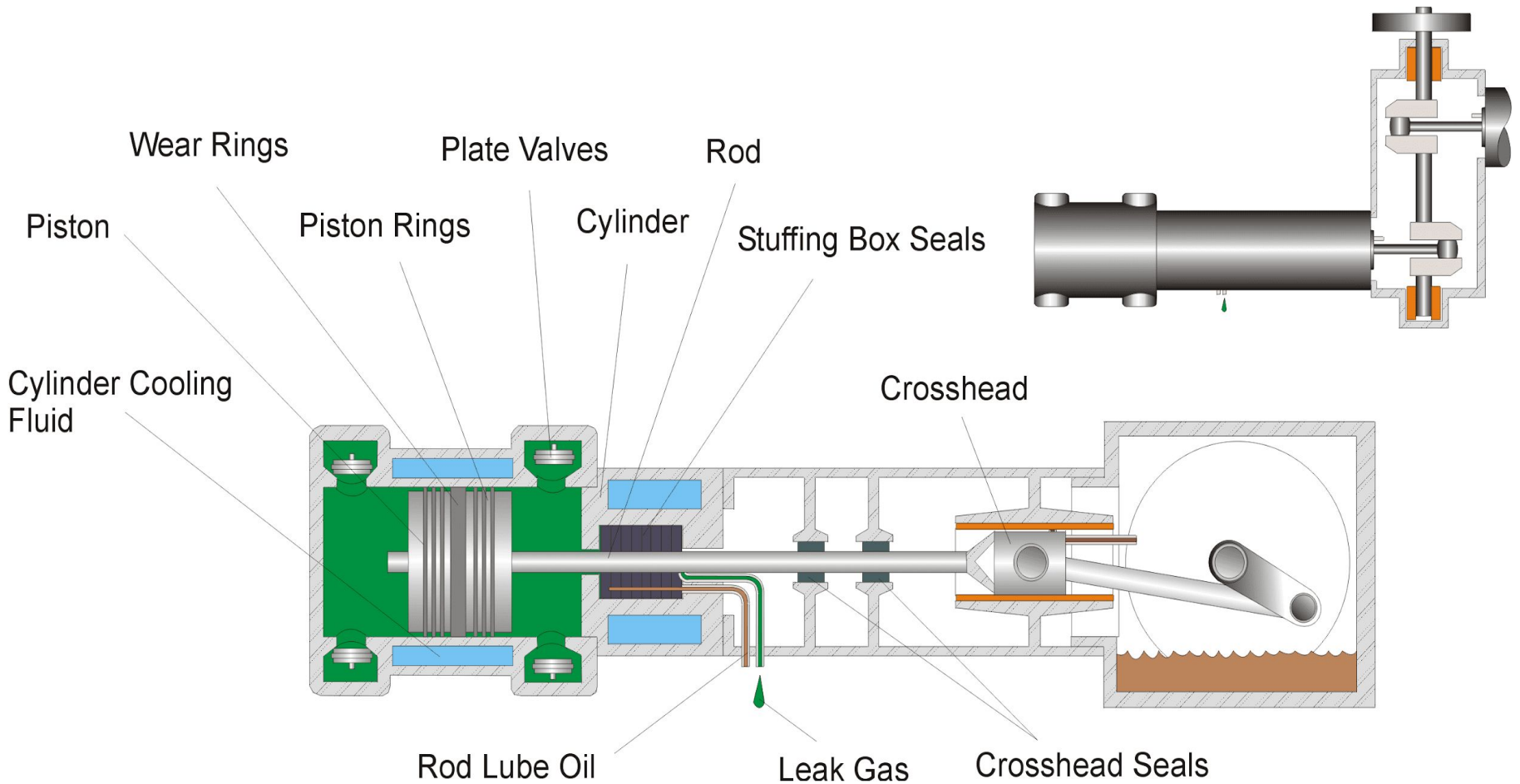


Мониторинг поршневых компрессоров

- **Поддержание исправного состояния** – поршневые компрессоры (так же как центробежные и осевые) занимают важное место среди оборудования нефтехимической промышленности. Однако в связи с особенностями конструкции они более склонны к неисправностям и требуют особого подхода к техническому обслуживанию.
- *Преимущества внедрения программы предупредительного мониторинга:*
 - *Исключение незапланированных простоев*
 - *Оптимизация производительности*
 - *Исключение повторных дефектов*



Конструкция поршневого компрессора





Мониторинг технического состояния поршневого компрессора

Назначение:

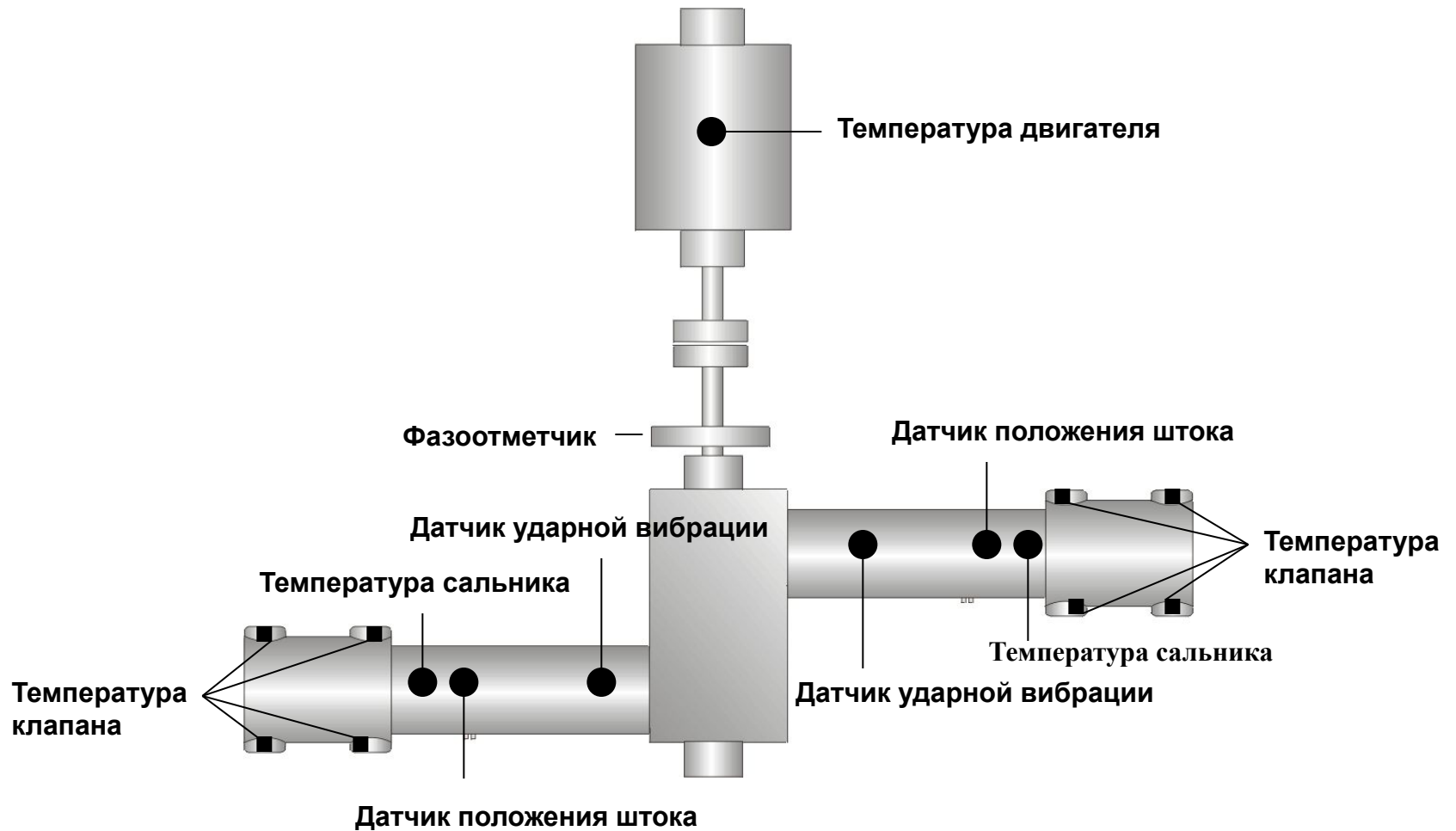
- Защита агрегата

Основные дефекты, приводящие к незапланированным простоям:

- Неисправности клапана
- Дефекты уплотнений
- Дефекты маслосъёмных колец и поршневых колец



Решение для мониторинга поршневых компрессоров





Мониторинг технического состояния поршневого компрессора

Специализированная технология:

Безопасность:

- Вибрация крейцкопфа (ускорение)
- Вибрация рамы (скорость)

Мониторинг состояния:

- Неисправности клапана: Температурные измерения
- Уплотнения: Температурные измерения
- Дефекты маслосъёмных и поршневых колец: Датчик положения штока



Мониторинг технического состояния поршневого компрессора

При отсутствии датчиков температуры альтернативным решением являются синхронизированные измерения

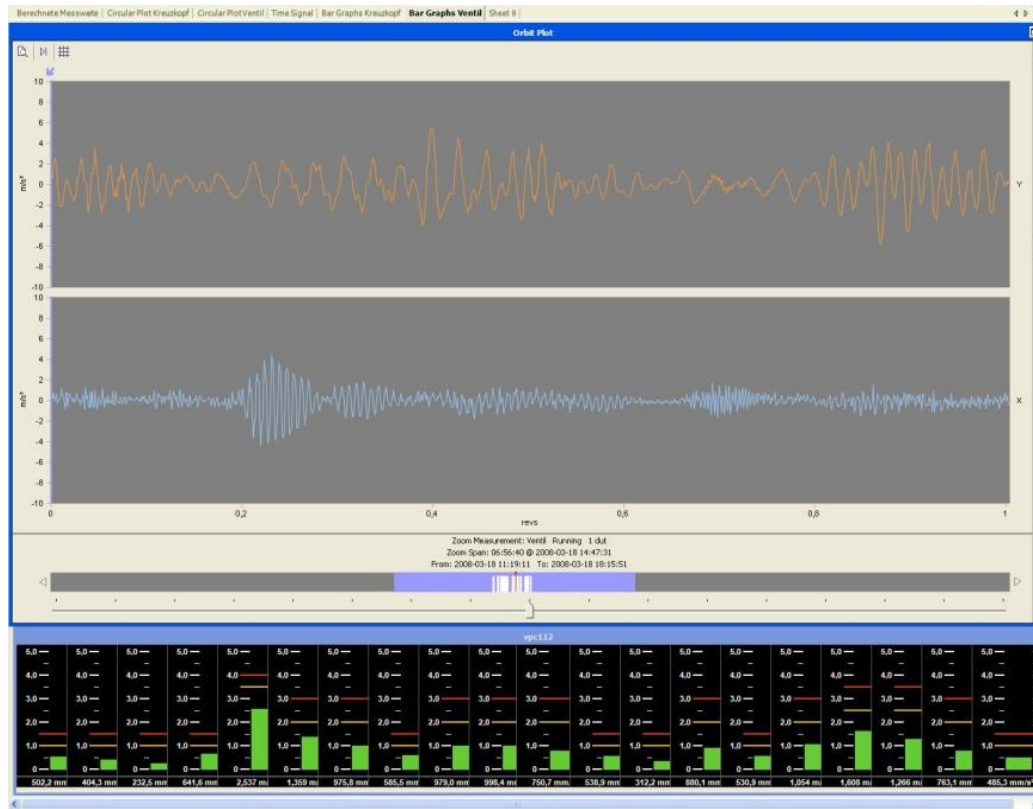
- На крышку клапана устанавливается акселерометр
- Каждый оборот вала на 360 градусов делится на 10 сегментов (синхронизация измерений)
- ✓ Появляется возможность обнаружения высокочастотного шума, связанного с утечкой из клапана
- ✓ Простота установки акселерометра

В отличие от термопар при установке акселерометров не требуется механическая доработка узлов установки



Мониторинг технического состояния поршневого компрессора

Синхронизированные измерения:





Система **COMPASS 6000**

- Датчики
- Мониторинг безопасности
- Мониторинг технического состояния
- Мониторинг производительности
- Рабочая станция мониторинга (GUI)



Рабочая станция мониторинга

- Удобство применения
 - Количество графиков ограничено размером экрана
 - Фотографии агрегата, чертежи, рисунки
 - Таблицы с обзором параметров s
- Быстрый обзор контролируемого оборудования
 - Все данные в одном формате на одном экране
 - Структура «светофор»
- Сравнение однотипных агрегатов
 - Без ограничений на количество линий на графике
 - Корреляции между скалярными величинами



Обзор цеха

crarccs: Administrator - crarccs - Brüel & Kjær Vibro Monitoring Workstation

File Edit View Tools Help

Tag Browser

- crarccs
 - hdiecc (hdiecc4)
 - HDI ECC (hdieccoff)
 - PLANT (hdiecctemp)
 - hdiecc (hdiecc1)
 - hdiecc (hdiecc2)
 - hdiecc (hdiecc3)

Plant Overview | Offline Monitoring | Legenda

10000 - 11000 Furnaces	11300 - 11600 Colt Section	15000 Utilities	17000	
Unit 10000 Fans <ul style="list-style-type: none">F10100 (Running)F10200 (Running)F10300 (Running)F10400 (Running)F10500 (Running)F10600 (Running)F10700 (Running)F10800 (Running)F10900 (Running)F11000 (Running)	Unit 11300 - 11600 <ul style="list-style-type: none">Methane Refridge Compressor<ul style="list-style-type: none">K-11301 (Running)LP Methane Refridge Compressor<ul style="list-style-type: none">K-11302 (Stopped)Propylene Refridge Compressor<ul style="list-style-type: none">K-11501 (Running)Ethylene Refridge Compressor<ul style="list-style-type: none">K-11601 (Running)Fans:<ul style="list-style-type: none">E11601 (Running)	Unit 15100 <ul style="list-style-type: none">Steam Turbine Generator<ul style="list-style-type: none">G-15190 (Running)Gearbox Dual Driven FD Fan<ul style="list-style-type: none">KG-15161 (Running)KG-15171 (Running)KG-15181 (Running)Boiler Feedwater Pumps:<ul style="list-style-type: none">P-15107A (Stopped)P-15107B (Running)P-15107C (Running)	Unit 15700 <ul style="list-style-type: none">Pumps:<ul style="list-style-type: none">P-15702A (Running)P-15702B (Running)P-15702C (Running)P-15702D (Running)P-15702E (Running)P-15702F (Running)P-15703A (Running)P-15703B (Running)Fans:<ul style="list-style-type: none">A15750 (Running)A15752A (Running)A15752B (Running)A15775 (Running)	Unit 17200 - 17400 <ul style="list-style-type: none">Recycle Gas Compressor<ul style="list-style-type: none">K-17231 (Running)K-17491 (Running)
11100 - 11200 Hot Section	12/13/14000 Licensed Units	Unit 15300	Cabinet Alarms	
Unit 11100 - 11200 <ul style="list-style-type: none">Charge Gas Compressor<ul style="list-style-type: none">K-11201 (Running)Quench Oil Pumps<ul style="list-style-type: none">P-11102A (Running)P-11102B (Running)P-11102C (Stopped)P-11102D (Running)Quench Water Pumps<ul style="list-style-type: none">P-11108A (Running)P-11108B (Stopped)P-11108C (Stopped)P-11108D (Running)Fans:<ul style="list-style-type: none">E11124 (Running)E11126 (Running)	Unit 12100-12200 <ul style="list-style-type: none">E12105 (Running)E12211 (Running) Unit 12300 <ul style="list-style-type: none">2nd St. Propylene Rec. Compr.<ul style="list-style-type: none">K-12301 (Running) Unit 13100-13200 <ul style="list-style-type: none">E13102 (Running)E13201 (Running)E13210 (Running)	Unit 15600 <ul style="list-style-type: none">Air Compressors<ul style="list-style-type: none">K-15610A (Running)K-15610B (Stopped)K-15610C (Stopped)K-15610D (Stopped)K-15610E (Stopped)	Cabinet Alarms <ul style="list-style-type: none">FAR 1:<ul style="list-style-type: none">Cabinet Alarm AUX-704Cabinet Alarm AUX-706Cabinet Alarm AUX-708Cabinet Alarm AUX-710FAR 2:<ul style="list-style-type: none">Cabinet Alarm AUX-502Cabinet Alarm AUX-504Cabinet Alarm AUX-506FAR 1 Server Cabinet (Running)Cabinet Alarm AUX-703FAR 2 Server Cabinet (Running)Cabinet Alarm AUX-501	
		Unit 16500		
		16000 Storage		
		Unit 16500 <ul style="list-style-type: none">C2H4 Compressor<ul style="list-style-type: none">K-16503 (Running)Storage Propylene ref. Compr.<ul style="list-style-type: none">K-16504 (Running)C2H4 Return Compressor<ul style="list-style-type: none">K-16505 (Stopped)Pumps:<ul style="list-style-type: none">P-16501A (Running)P-16501B (Running)P-16502A (Running)P-16502B (Running)		

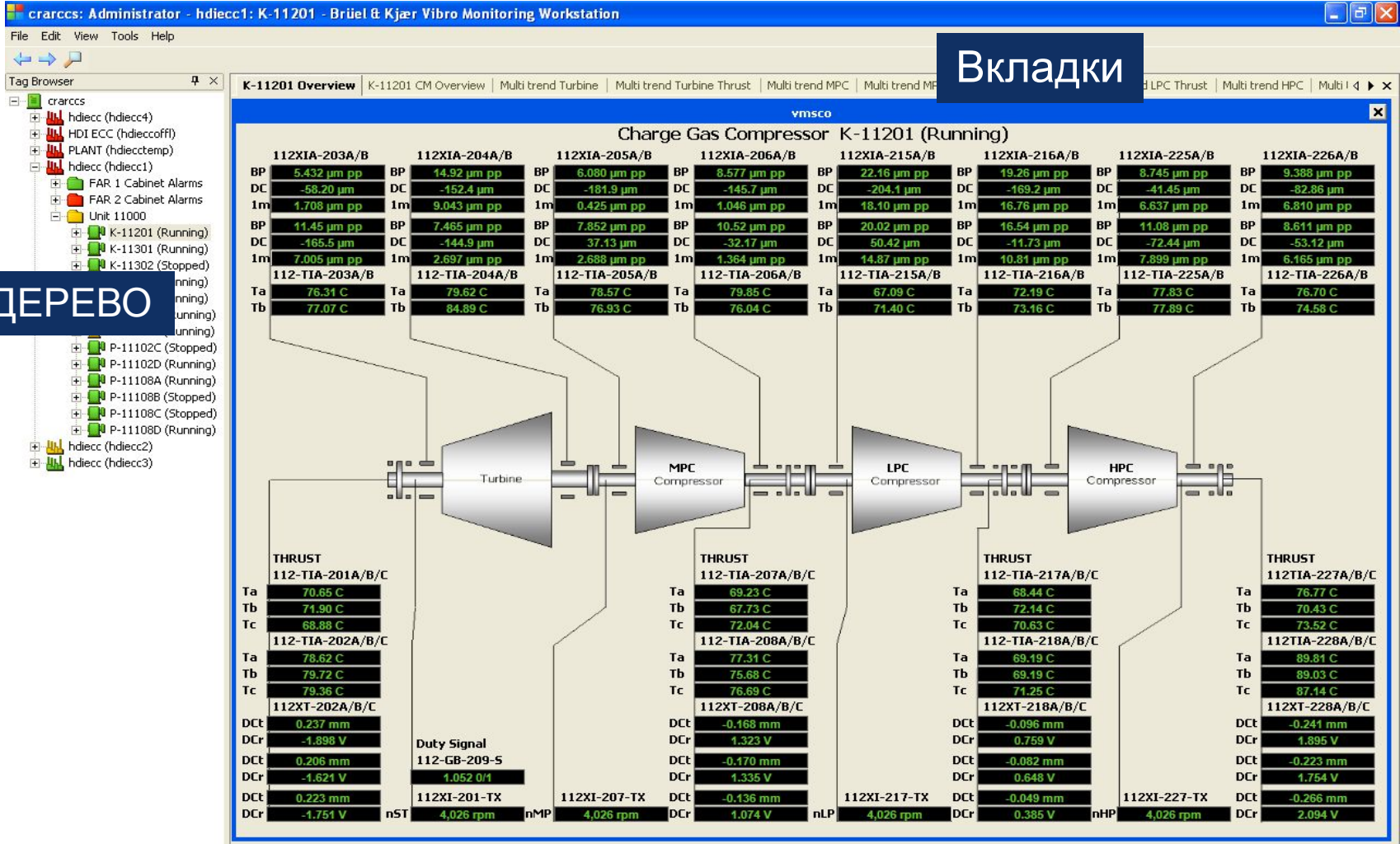
Log View



Вкладка «ЗАЩИТА»

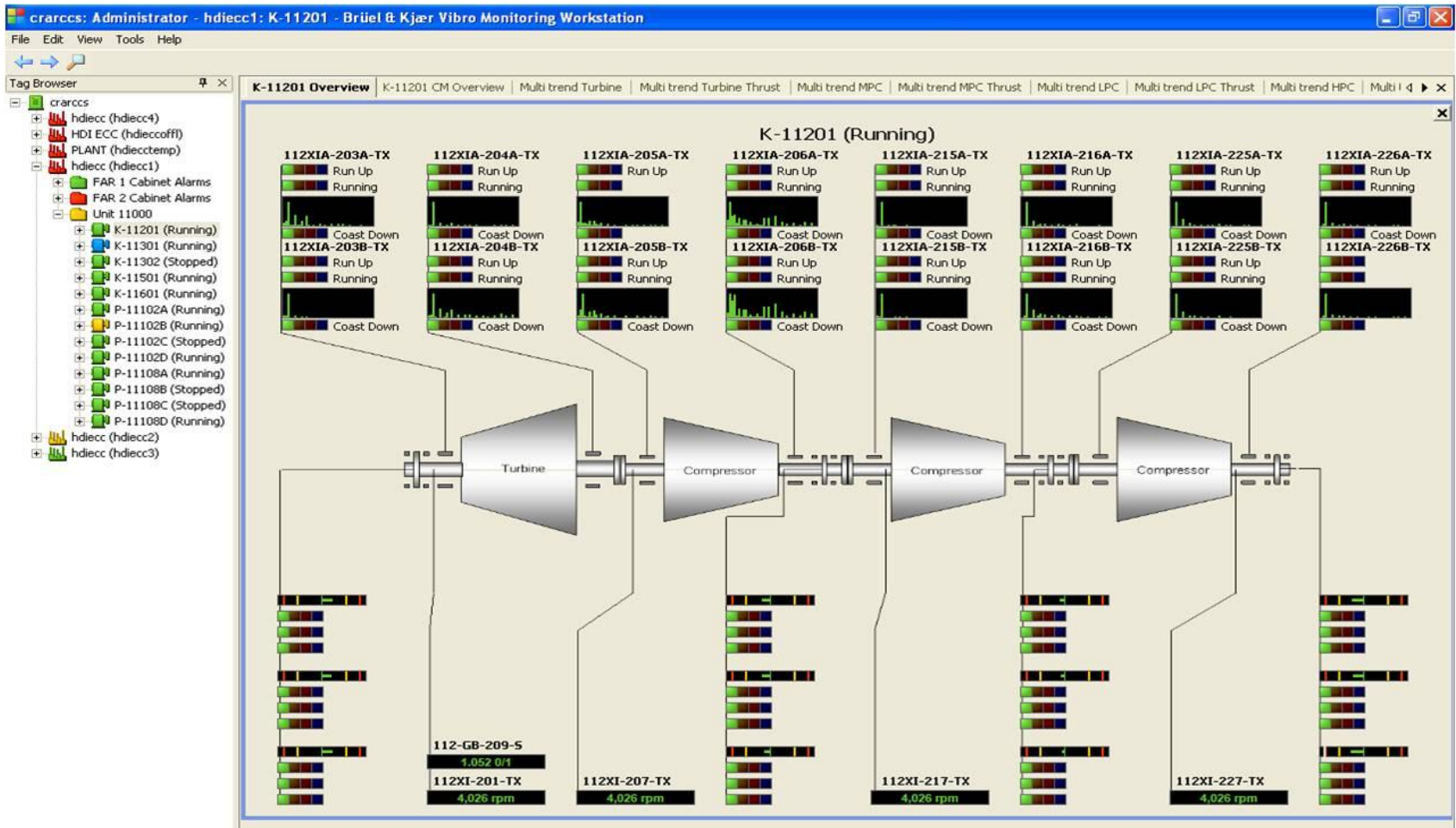
Вкладки

ДЕРЕВО



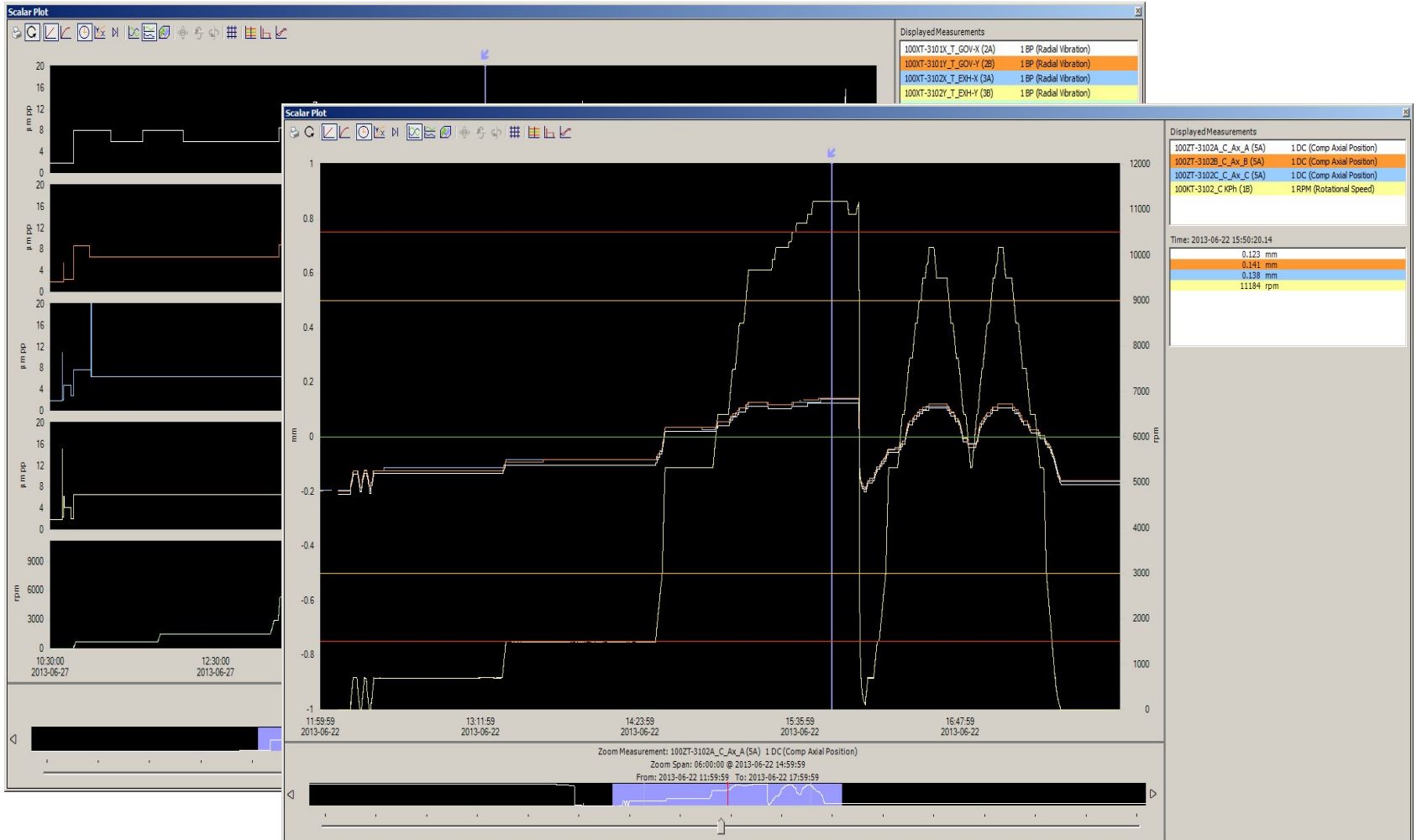


Вкладка «Состояние»



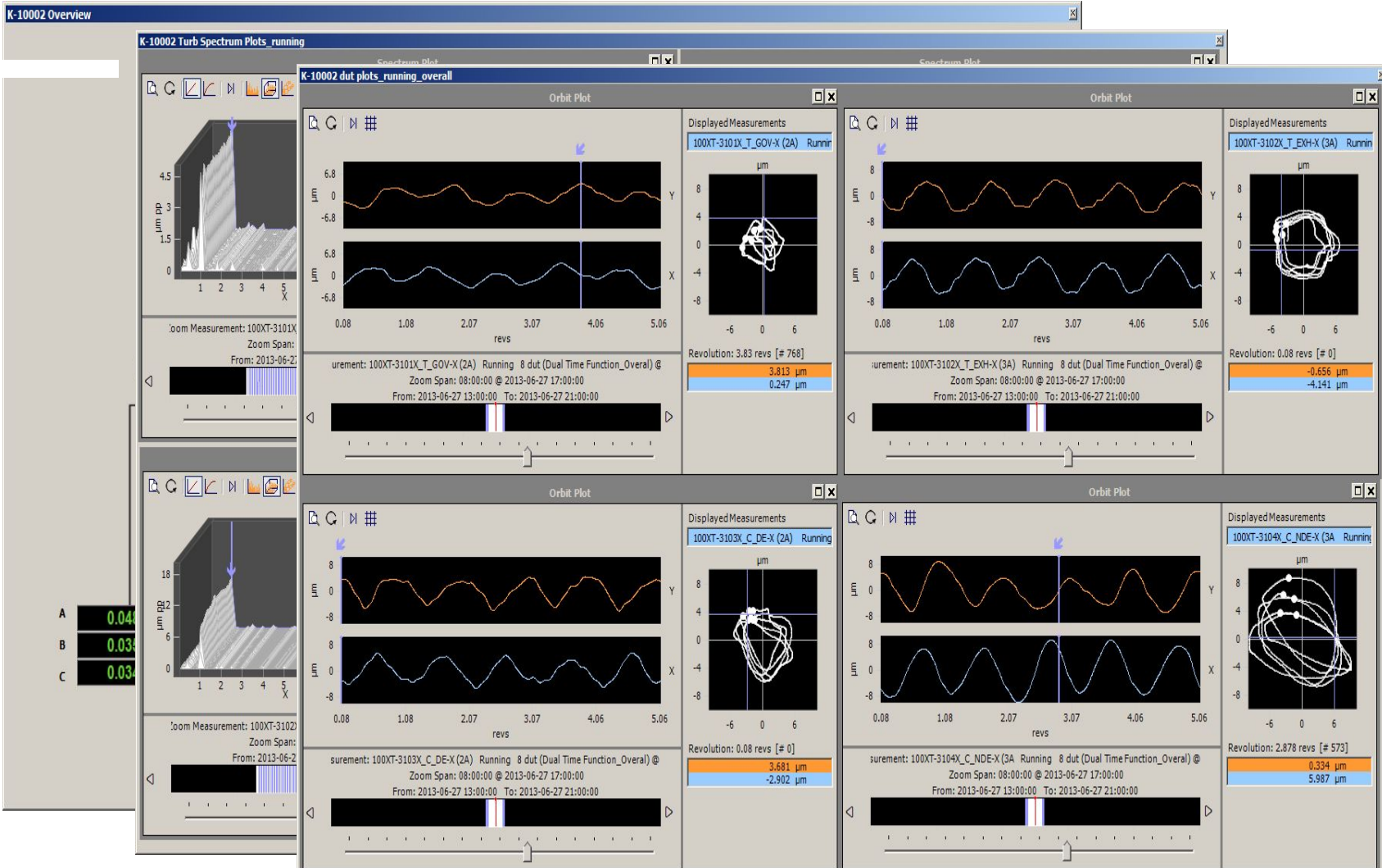


Вкладка «Соотношения»



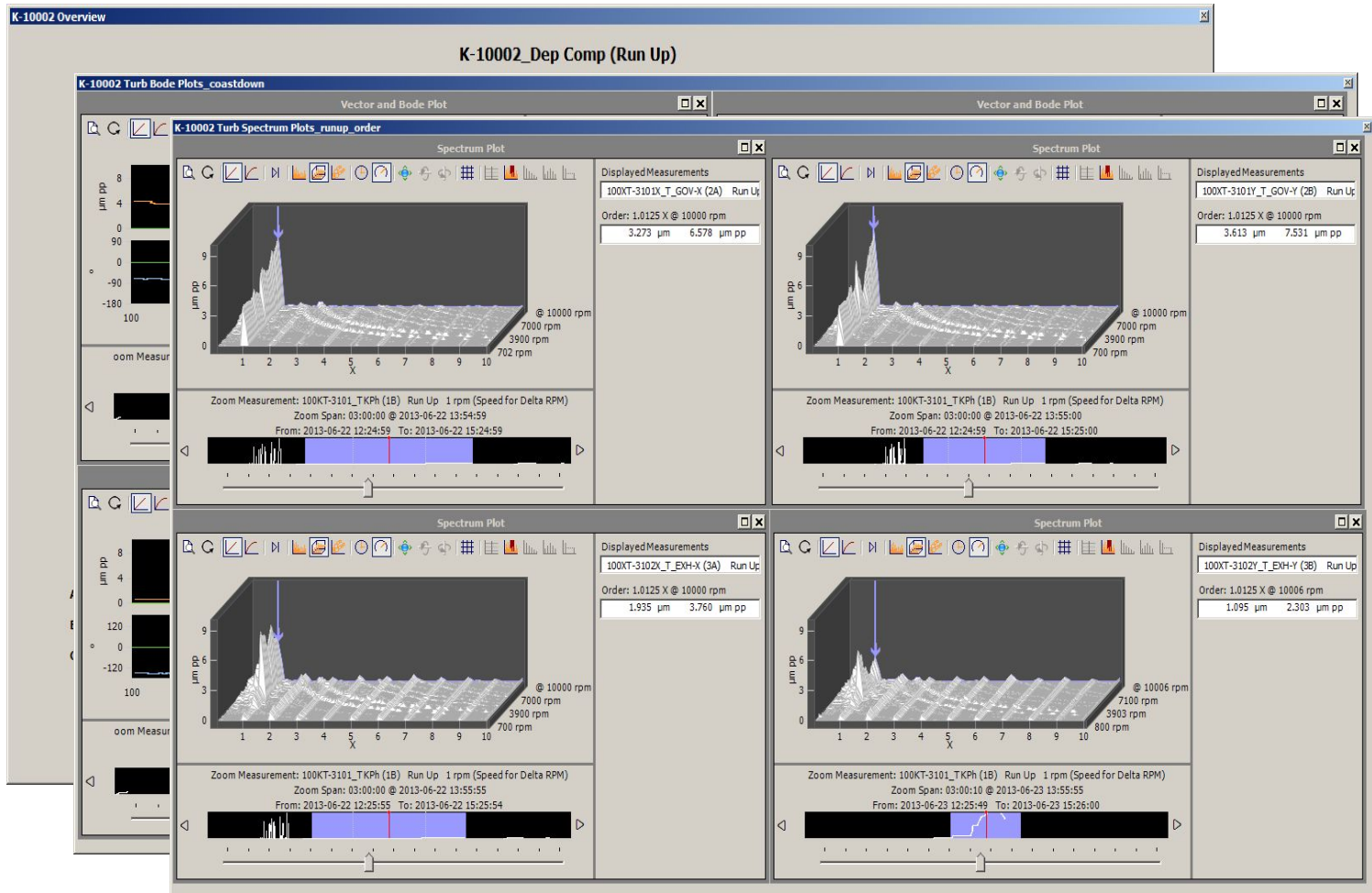


Углубленный анализ – «Состояние»





Углубленный анализ – «Состояние»





Brüel & Kjær Vibro

Спасибо за внимание