

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАО «ПРОМСЕРВИС». КАЖДЫЙ ШАГ – ПО ВЕЛЕНИЮ ВРЕМЕНИ И «СЕРДЦА»

А.А. Мынцов, О.В. Мынцова

«История – это фонарь в будущее, который светит нам из прошлого»

В.О.Ключевский

Практически во всех областях нашей жизни мы прибегаем к профилактическим работам для увеличения срока службы тех или иных устройств. Наиболее показательными сложными системами являются сами люди. Для профилактики мы делаем прививки, пьем микстуру, ходим в баню, регулярно показываемся врачам. Причем, категорически обижаемся, если к нам отнеслись невнимательно, не обнаружили заболевания на ранней стадии, не подсказали, что необходимо сделать, чтобы не разболеться. Такая же ситуация и с энергетическим оборудованием, которое мы эксплуатируем в предельных режимах. Оно также требует внимательного отношения и не может ремонтироваться каждый раз одинаково. Ведь отдельные детали в зависимости от целого ряда причин изнашиваются с разной скоростью.

Вся история создания и развития продукции ЗАО «Промсервис» подчинена идее повышения достоверности диагностирования технического состояния роторного оборудования, развития средств раннего обнаружения дефектов с целью достижения оптимального режима эксплуатации.

Еще задолго до создания ЗАО «Промсервис», когда его основатели работали в атомной промышленности, встал вопрос о создании систем, способных в автоматическом режиме определять истинное состояние всего оборудования, эксплуатируемого на АЭС. В течение более 10 лет проводились теоретические и экспериментальные работы по поиску информативных параметров, их причинно-следственным связям, моделям, которые достоверно описывали те или иные дефекты. При проведении работ закономерно возник и вопрос «чем измерять?»

С 1992 года плотное сотрудничество ЗАО «Промсервис» с ведущими специалистами Акустического института РАН позволило создать первый российский прибор спектроанализатор ПР90, способный измерять вибрационный сигнал в полосе частот от 0,5 до 20 000 Гц, а также вычислять огибающую сигнала, позволяющую идентифицировать силы, вызывающие наиболее быстрое разрушение как отдельных узлов, так и агрегата в целом. Кроме того, в этом приборе была реализована уникальная методика 2-х и 4-х плоскостной балансировки без выполнения полосовой фильтрации с целью выделения частоты вращения вала балансируемого агрегата. Впоследствии эта методика стала отличительной особенностью всех приборов НТЦ «ПРИЗ».

Тогда же для автоматизации определения дефектов в ЗАО «Промсервис» была разработана экспертная программа «Диагностика», позволяющая, при совместном использовании со спектроанализаторами ПР90, в автоматическом режиме контролировать СКЗ виброскорости в соответствии с ГОСТами и распознавать основные механические неисправности вращающегося оборудования (дефекты подшипников качения и скольжения, дисбалансы и несоосности сочленения валов, незакрепленность агрегата и отсутствие жесткости крепления опор и т.п.). Программа «Диагностика», написанная под DOS, хорошо зарекомендовала себя как впервые разработанное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процессы диагностирования.

На рубеже тысячелетий стало ясно, что основным источником ошибок при выполнении автоматической постановки диагноза является человеческий фактор - ошибки

персонала при проведении сбора и обработки информации. Тогда появился ряд приборов, измеряющих вибрационные характеристики по заранее созданным маршрутам. Одним из первых маршрутных спектроанализаторов стал новый прибор НТЦ «ПРИЗ» ПР200/ПР200ех. В его памяти информация была структурирована по точкам измерения, физически привязанным к опорам агрегатов и направлениям измерения. Военная промышленность стала широко применять уникальную технологию балансировки роторов в собственных опорах и диагностирование подшипников в процессе эксплуатации, что позволило спектроанализатору ПР200 стать единственным штатным вибродиагностическим прибором вертолета «Черная акула». До сих пор ряд измерений в военной промышленности, выполняются с помощью данного прибора.

Бурное развитие электронной промышленности, появление ОС Windows потребовало перевода программного обеспечения на новую платформу: так в 1998 году «Диагностика» переродилась в первую версию принципиально нового экспертного ПО автоматического диагностирования «ДИЭС». Появление ПО ДИЭС открыло двери новым подходам к реализации автоматического диагностирования: была создана уникальная революционная методика комплексной оценки технического состояния агрегатов с учетом влияния шумов одних источников на другие, реализована возможность определения состояния оборудования без предварительного набора статистики нормально работающего оборудования.

Взаимный анализ спектральных функций от разных направлений измерения вибрации на одной опоре и корреляционный анализ измерений шумов на разных опорах позволили разделять очень близкие по проявлению дефекты. Построение диагностических матриц, в которых параметры могут рассматриваться не только как дополняющие друг друга, но и как исключающие, резко повысил достоверность определения состояния агрегатов.

При этом значительно упростилась работа диагностов: большое количество справочников, встроенный расчёт частот, характерных для каждого дефекта, существенно облегчил даже ручную постановку диагноза. А встроенный мощный анализатор характеристических функций, позволяющий проведение исследований не только по одному агрегату за разные даты, но и сравнение спектров от любых агрегатов и в любых частотных диапазонах, даёт возможность разрешить самые сложные ситуации с оборудованием.

Бурное развитие глобальных информационных систем предприятий привело к появлению необходимости интегрирования результатов диагностирования в АСУ предприятия. Системы устанавливаются на серверах сбора данных, подключенных к существующей локальной сети. Отчеты о состоянии объекта генерируются в форме, пригодной для включения в автоматизированную систему управления ТООР. Результаты контроля и диагностирования могут передаваться на АРМы заинтересованных специалистов или в систему управления предприятием.

Просмотр результатов контроля оборудования главными специалистами предприятий организуется системой ДиаЛайт. Наличие разнообразных отчетов о состоянии оборудования по цеху, заводу и глубокий анализ причин появления дефектов определенного агрегата привели к широкому применению системы удалённого просмотра ДиаЛайт.

В начале 2000 годов появилась настоятельная необходимость в системах мониторинга, постоянно отслеживающих вибрационное состояние наиболее критичного оборудования. В ЗАО Промсервис ведущими специалистами была создана стационарная система автоматического диагностирования и контроля оборудования САДКО, позволяющая в непрерывном (24/7) режиме определять техническое состояние агрегатов в соответствии с ГОСТ 10816-3. В кратчайшие сроки система переросла в систему диагностирования. В качестве ядра, позволяющего выявлять дефекты и контролировать их развитие, используется единое диагностическое ядро ДИЭС.

Данная система позволила в полностью автоматическом режиме выявлять неисправности, контролировать их развитие, сигнализировать о возникновении опасных ситуаций и отключать агрегат при возникновении нештатных ситуаций.

Перечислим некоторые основные функции, выполняемые стационарной системой мониторинга и диагностирования САДКО:

1. Непрерывный мониторинг технического состояния оборудования и отображает мгновенные значения контролируемых параметров с использованием системы светофоров с частотой обновления информации 1 раз в секунду по всем каналам.

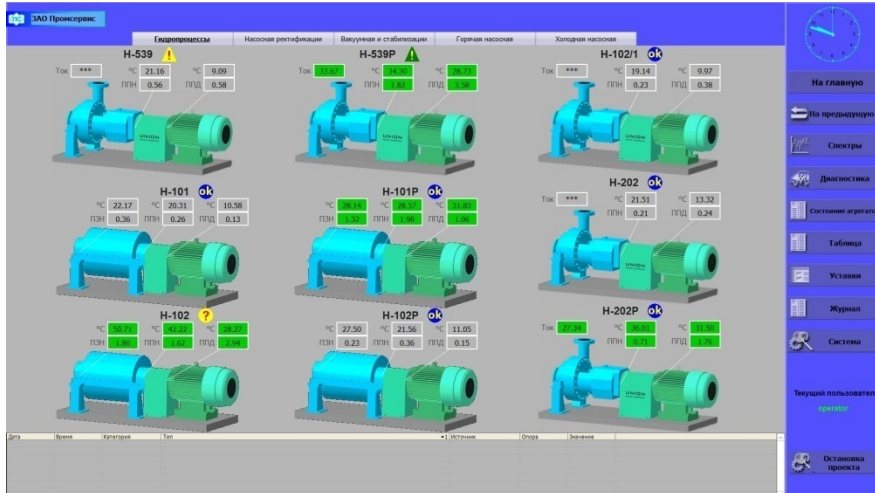
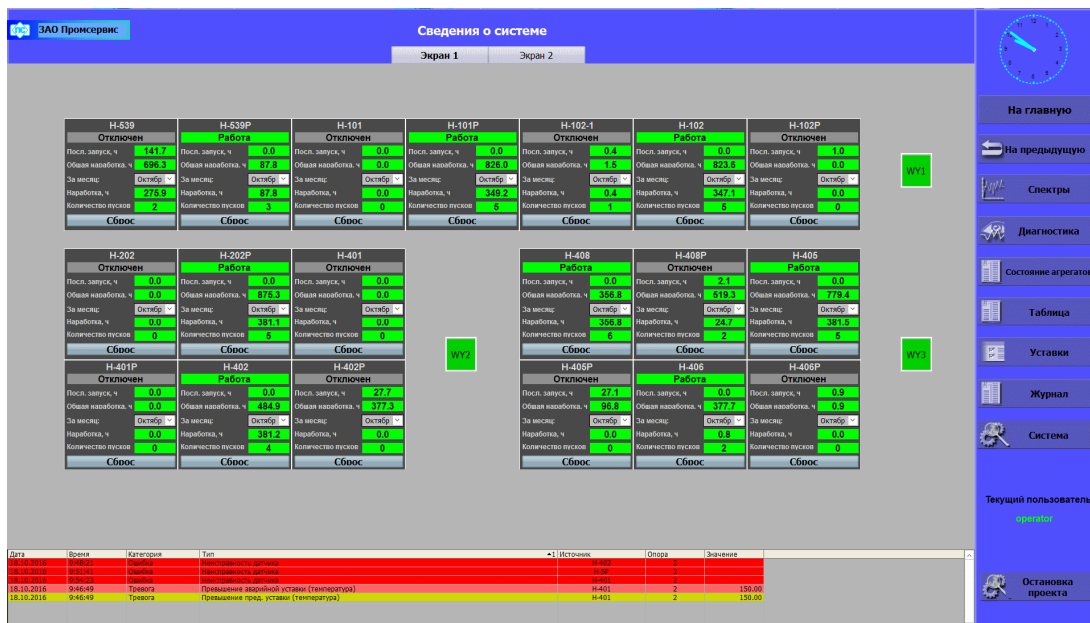


Рис.1. Главное окно стационарной системы САДКО.

2. Выявление неисправностей автоматическом режиме.
3. Информирование персонала звуковым и речевым сигналом о состоянии оборудования через устройство оповещения.
4. Вывод на печать всей необходимой информации о состоянии оборудования, тренды, спектры (сигналы), протоколы технического состояния и т.п.
5. Отображение на мониторе текущих и архивных трендов контролируемых параметров, орбит, спектров и сигналов вибрации.



3. проведение глубокого диагностирования в соответствии с графиком или/и по вызову эксплуатационного персонала.

При переходе на трёхступенчатую систему обслуживания, где на первом уровне измерением вибрации занимается сменный персонал механиков, возникла потребность разработки маршрутных виброметров с сохранением измеренных данных в памяти прибора и на компьютере. Для этих целей был разработан и выпускался с 2010 по 2013 год виброметр ВМ-7101 производства ЗАО «Промсервис». Другим аналогичным прибором, позволяющим проводить измерения отдельных параметров вибрации и сохранять в памяти длинные реализации, стал прибор VibroVision.

Для отображения и анализа информации было разработано ПО ВИЭС, предназначенное для объективной оценки вибрационного состояния роторного оборудования в соответствии с ГОСТ 10816-3-2002. Структура данных полностью повторяет структуру предприятия и содержит перечень всего контролируемого оборудования Заказчика. С помощью ПО ВИЭС не только проводится мониторинг по интегральным параметрам (СКЗ виброскорости, размах виброперемещения, амплитуда виброускорения), но и выполняется автоматическое диагностирование. Отличительной особенностью данного ПО стала возможность расчета спектральных характеристик из сохраненных сигналов, что сблизило возможности программного обеспечения ДИЭС и ВИЭС и привело к их последующему слиянию.

Также в автоматическом режиме, сохраняются и анализируются контурные диаграммы, измеренные по любой опоре или по основанию.

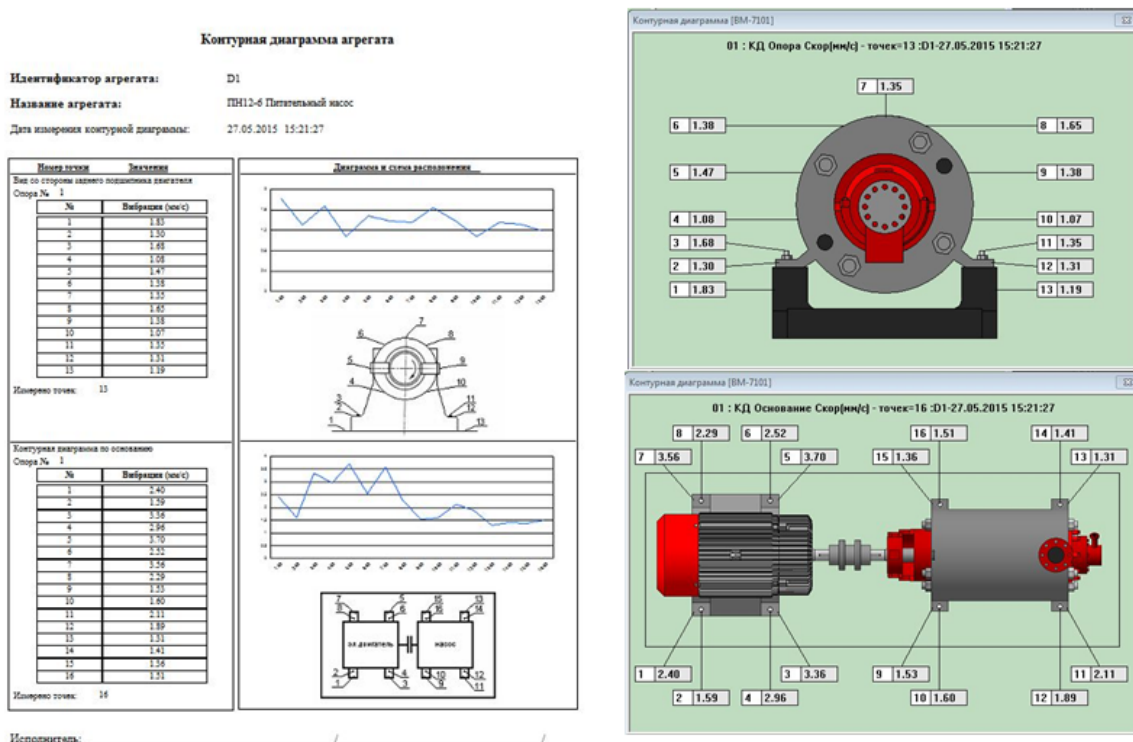


Рис.3 Контурная диаграмма (КД): протокол, КД по опоре, КД по основанию.

Для реализации второй и третьей ступеней обслуживания оборудования применяется экспертная система автоматического диагностирования ПО ДИЭС. Система прошла экспертизу РАО ЕС России, определившую достоверность диагностирования не менее 89%.

Дальнейшее развитие систем диагностирования велось по принципу расширения круга приборов, с которыми может работать ПО ДИЭС. В 2012 году ЗАО Промсервис стало официальным дистрибьютором французской фирмы АСОЕМ 01dB.

К семейству подключенных ранее к ПО ДИЭС спектроанализаторов в составе приборов фирмы ДИАМЕХ (Кварц, Топаз, Агат, Оникс), фирмы ПРИЗ (PR200ex), ВиброЦентр (VibroVision), добавились приборы MVP-2С (Movipack) и Falcon. Последний из них, пожалуй, самый передовой из присутствующих на российском рынке зарубежных приборов. Это четырехканальный спектроанализатор, оснащенный видеокамерой, пирометром, фотоотметчиком. Он позволяет проводить экспресс-анализ состояния оборудования по месту измерения, включает в себя проведение балансировки в собственных опорах, модальный анализ, функции разгон-выбег, работу с длинными сигналами, обработку QR-кодов и т.п. Скорость проведения измерений вибросигналов одновременно по трём направлениям с помощью беспроводного трехкомпонентного датчика составляет всего 8 сек.

В 2016 году к ПО ДИЭС подключен прибор фирмы «Технекон» (STD3300).

Методика диагностирования и само ПО ДИЭС находится в постоянном развитии. В 2016 году вышла новая, четвертая версия (ДИЭС 4). Среди улучшенных функций:

1. Принципиально новый подход к автоматическому формированию маршрута;
1. Расширение возможностей позволило создать новые правила для обнаружения дефектов оборудования с учетом более тонкого анализа измеренных данных и расширить перечень диагностических признаков, связанных с кавитационными режимами и дефектами электромагнитной системы;
2. Самостоятельное создание собственных правил расчета измеренных виброакустических характеристик, и определение новых диагностических параметров, которые могут принимать участие в распознавании неисправностей;
3. Импорт (перекодировка) в БД ДИЭС данных, накопленных в форматах других баз данных;
4. Для углубленного анализа измеренных характеристик подключена внешняя библиотека стандартных математических функций (авто- и взаимные спектры, корреляционные функции, кепстр, функции когерентности и т.п.)

На настоящий момент ПО автоматического диагностирования определяет в автоматическом режиме неисправности:

Таблица 1

<p>Подшипников качения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Недостаток смазки; - Перекос; - Неравномерный радиальный натяг; - Износ внешней обоймы; - Дефекты на внешней обойме; - Износ внутренней обоймы; - Дефекты на внутренней обойме; - Износ тел качения; - Дефекты на телах качения; - Износ сепаратора; - Проворачивание 	<p>Электродвигателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дефекты обмоток статора, распушение крайних пакетов активной стали сердечника статора, - замыкания между пластинами активной стали сердечника статора, - статический эксцентриситет зазора между ротором и статором, - динамический эксцентриситет зазора между ротором и статором, - обрывы в стержнях ротора или замыкающих кольцах короткозамкнутого двигателя, - замыкания или обрывы в обмотках фазных роторов, - осевой сдвиг и перекос ротора, - отклонение питающего напряжения от синусоидальной формы
<p>Подшипников скольжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Эллипсность цапф; - Масляная вибрация валов; - Неправильная установка вкладышей; - Износ вкладышей 	



Неисправности агрегата: <ul style="list-style-type: none">- Дисбаланс ротора;- Отсутствие жесткости отдельной опоры;- Незакрепленность агрегата к фундаменту;- Дефекты рабочих колес;- Несоосность сочлененных валов	Передачи: <ul style="list-style-type: none">- Дефекты муфт;- Дефекты зубчатых передач (износ ведомой/ведущей шестерни, скол зуба, непараллельная укладка, заедание)
---	---

Наше предприятие постоянно стремится к оптимизации затрат заказчиков, поэтому разумное сочетание стационарных систем мониторинга и глубокого диагностирования с помощью переносных систем инициировало появление системы САДКО-БИВ (Блок измерения вибрации), предназначенной для измерения, индикации и обработки вибрационных данных.

Основные особенности САДКО-БИВ:

1. Отображение значений вибрации в цифровой и светофорной форме с индикацией степени превышения уставок;
2. Внутреннее архивирование данных в энергонезависимой памяти;
3. Передача данных в локальную сеть предприятия;
4. Генерирование СМС-сообщений в случае превышения предаварийной или/и аварийной уставок;
5. Наличие штатных разъемов для выполнения диагностических измерений с помощью переносных спектроанализаторов, причем измерения выполняются в тех же самых(!) точках с помощью тех же самых(!) датчиков.

Семейство систем, созданных и развиваемых ЗАО «Промсервис» за 25 лет, обеспечивает решение полного спектра задач, возникающих при организации всего цикла технического обслуживания динамического оборудования с применением современных технологий, с высоким качеством исполнения и с обязательным учетом требований оптимизации капиталовложений Заказчика.

Каждый шаг в более чем 30-летней истории развития продукции ЗАО «Промсервис» был сделан по велению времени и от чистого сердца.

Мынцов Анатолий Алексеевич,
к.т.н., директор по вибродиагностике
ЗАО «ПромСервис», г. Димитровград,
т/ф (84235) 4-18-07, 4-26-00
promservis@promservis.ru , www.promservis.ru

Мынцова Ольга Валентиновна,
Начальник службы рекламы и продаж СДО ЗАО «ПромСервис».
РФ, 433502, Ульяновская обл., г. Димитровград, ул. 50 лет Октября, д. 112,
т/ф (84235) 4-30-10, 4-18-07, otenk@promservis.ru, www.promservis.ru,
promservis@promservis.ru