



Описание стационарной системы «САДКО» для контроля технического состояния динамического оборудования.

БЕСПРОВОДНОЕ решение.

АО «Промсервис» с 1992 производит и внедряет в промышленности стационарные и переносные системы мониторинга и вибродиагностики. Стационарная система контроля, диагностики и защиты динамического оборудования «САДКО», разработанная и выпускаемая АО «Промсервис», успешно эксплуатируется на крупнейших предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности (ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «НК «Роснефть», АО «Независимая нефтегазовая компания»), на АЭС, на предприятиях ТЭК, металлургической (Магнитогорский металлургический комбинат, АО «ОЭМК»), нефтехимической (ПАО «СИБУР Холдинг» и др.), химической промышленности и др. АО «Промсервис» является разработчиком и изготовителем системы «САДКО».

1. Общие положения

Система «САДКО» осуществляет:

- оперативный эксплуатационный контроль технического состояния динамического оборудования: **мониторинг** параметров вибрации и технологических процессов;
- **диагностирование** технического состояния динамического оборудования, используя собственную экспертную методику диагностирования: заключение основывается на регрессионном, корреляционном, дисперсионном анализе многомерных параметрических матриц. Параметры поступают из подсистемы вибродиагностирования, из баз данных АСУ предприятия или от датчиков технологических параметров;
- своевременное **информирование** оперативного персонала и **сигнализация** о развитии аварийноопасных ситуаций;
- раннее определение вида, степени развития и места локализации дефектов, прогнозирует срок безаварийной работы.

«САДКО» при значительно меньшей стоимости реализует все основные функциональные возможности и интерфейсные решения, представленные в стационарных комплексах мониторинга ведущих производителей, например, GE BentlyNevada с ПО System 1. При этом в «САДКО» заложены дополнительные возможности, такие как:

- удобный, интуитивно понятный полностью русифицированный интерфейс, не требующий специальных знаний для его освоения;
- автоматическое распознавание неисправностей оборудования – поставка выполняется с полностью настроенными правилами диагностирования.



Данный документ содержит технические характеристики версии Системы САДКО с применением БЕСПРОВОДНЫХ датчиков и станций сбора данных.

«САДКО» поставляется в нескольких комплектациях:

1. Стоечное исполнение: контроллеры и сервер размещены в едином корпусе стойки, располагаются в серверных помещениях;
2. Полевое исполнение: контроллеры помещены в корпуса (шкафы подвешенного исполнения), располагаются в непосредственной близости от контролируемого оборудования, информация передаётся на сервер и в операторную;
3. Мобильное исполнение (модификация САДКО-М): контроллер и ПК помещены в переносной кофр.

2. Функциональные возможности.

1. Система отображает техническое состояние контролируемого оборудования на рабочих станциях операторов и удаленных рабочих местах на основе светофорных пиктограмм (Рис.1.1 и 1.2).

Цвет пиктограммы агрегата является обобщенным параметром, учитывающим значения уровней вибрации и других технологических параметров:

- **ЗЕЛЕНЫЙ** – хорошее состояние;
- **ЖЕЛТЫЙ** – допустимо до ремонта (в текущий ремонт нужно запланировать мероприятия по наладке оборудования);
- **переход из состояния ЖЕЛТЫЙ в КРАСНЫЙ** – свидетельствует о необходимости внеочередного ремонта.

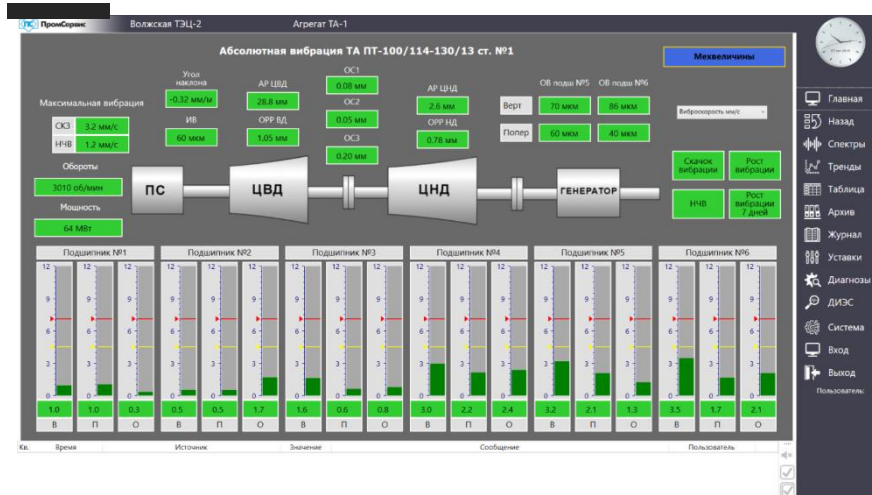


Рис. 1.1. Главное окно программы «САДКО», Турбоагрегат – вибрация.

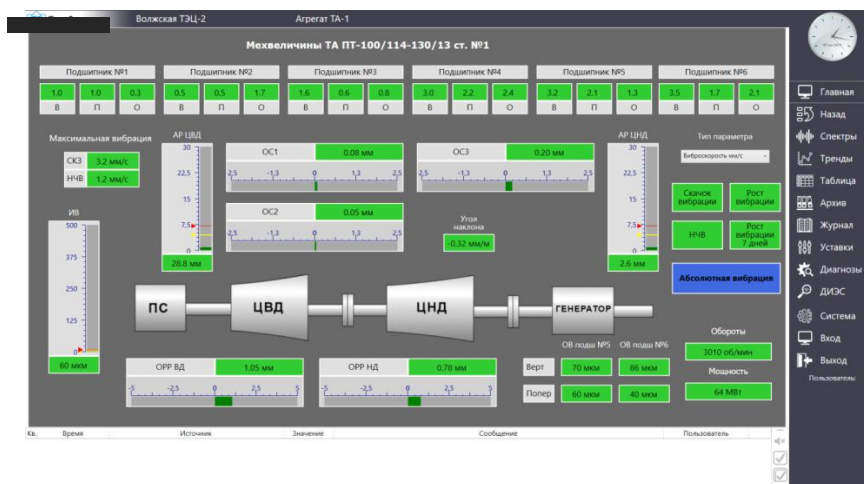


Рис. 1.2. Главное окно программы «САДКО», Турбоагрегат – мехвеличины.

2. Система информирует персонал световой сигнализацией и звуковым сигналом о состоянии оборудования через устройство оповещения.
3. Система «САДКО» имеет в своем составе автоматическую экспертную систему поддержки принятия решений и обеспечивает определение видов дефектов и степени их развития.

Перечень видов определяемых неисправностей оборудования:

Подшипников качения: - 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	Электродвигателя: - 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 перекося ротора, - отклонение питающего напряжения от синусоидальной формы
Подшипников скольжения: - Эллипсность цапф; - Масляная вибрация валов; - Неправильная установка вкладышей; - Износ вкладышей.	
Неисправности агрегата: - Дисбаланс ротора; - Несоосность сочлененных валов - Отсутствие жесткости отдельной опоры; - Незакрепленность агрегата к фундаменту; - Дефекты рабочих колес; - Дефекты винтовых пар. - Недопустимый осевой сдвиг;	Передачи: - Дефекты муфт; - Дефекты зубчатых передач
	Дефекты эксплуатации: - Кавитация; - Помпаж.

Принципиальной особенностью методики диагностирования, реализованной в системе «САДКО», является определение состояния всех узлов агрегатов в комплексе с учетом их взаимного влияния. При этом вероятность ошибки распознавания неисправностей и вероятность ошибочной выдачи рекомендаций автоматической экспертной системой не превышает 5%.

4. Помимо режима автоматической диагностики «САДКО» предоставляет возможность самостоятельно просматривать и анализировать параметры измеряемых функций:
 - СКЗ виброскорости в полосе частот 10-1000 Гц и 2-1000 Гц согласно ГОСТ 20816-1 и ГОСТ 20816-2;
 - Сигналы абсолютной и относительной вибрации в полосе частот до 10 кГц;
 - Спектры сигналов абсолютной вибрации (мкм, мм/с, м/с²) в полосе частот до 10 кГц;
 - Спектры огибающей сигнала абсолютной вибрации (%) с настраиваемыми полосовыми третьоктавными фильтрами;
 - Любые технологические параметры;
 - Тренды изменения параметров с настраиваемым периодом отображения за временной интервал до 10 лет;
 - Скорость изменения трендов.
5. Просмотр и обработка результатов измерений реализованы в многофункциональном графическом анализаторе (Рис. 2, 3, 4). Система отображает в реальном времени мгновенные

спектры, сигналы вибрации, полные спектры, разность фаз между датчиками или между датчиком и фазоотметчиком, орбиты положения вала как по отдельным гармоникам, так и по их сумме (по выбранной опоре, по всем опорам одновременно) – при наличии в системе датчиков соответствующих типов.

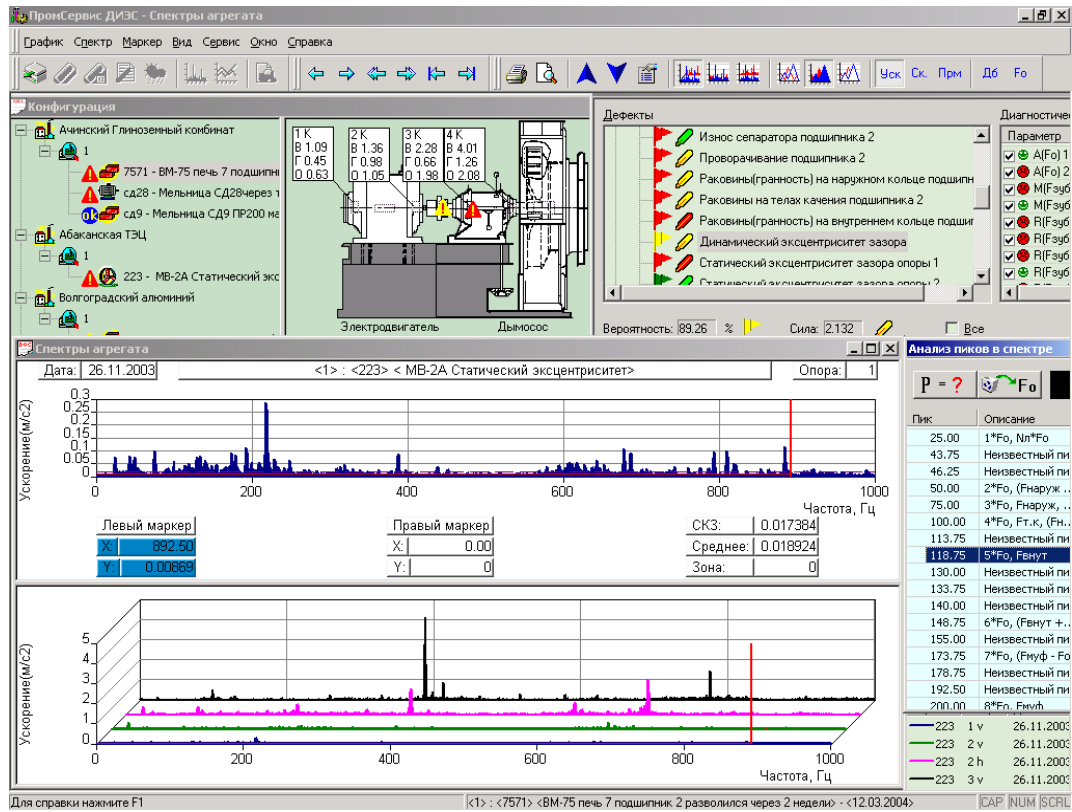
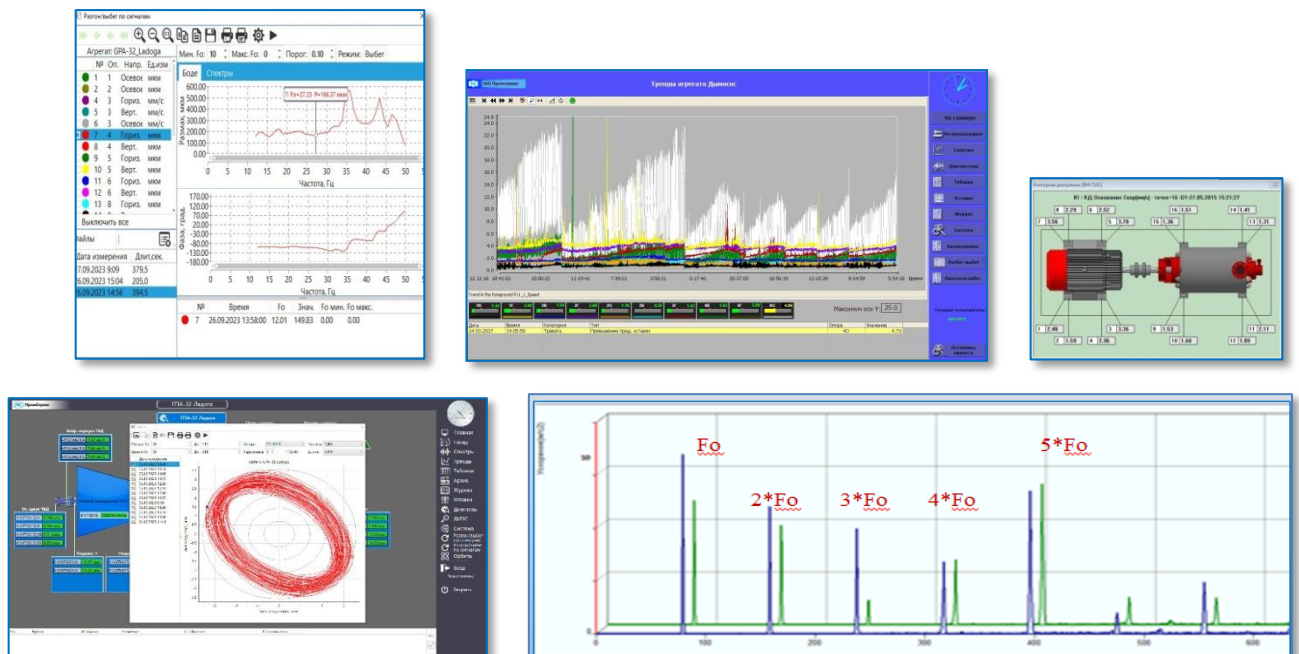


Рис.2 Многофункциональный графический анализатор



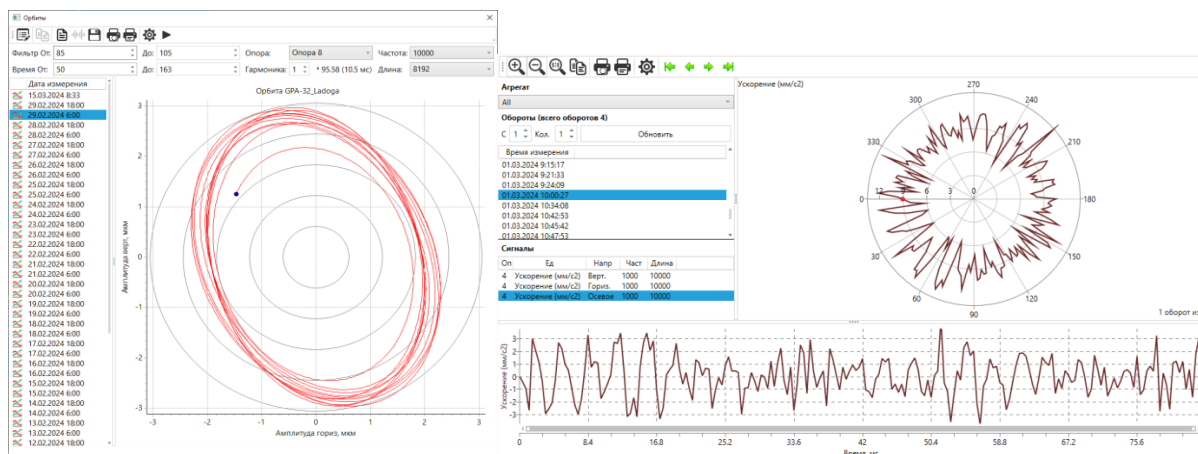


Рис.4. Орбиты, графики в полярных координатах.

6. Система отображает текущие и архивные тренды контролируемых параметров (вибрации, по всем параметрам, по выбранным параметрам, экспресс просмотр тренда одного параметра) (Рис.5).



Рис. 5. Тренды параметров разных типов.

7. Система автоматически определяет и регистрирует включенное/выключенное состояние агрегатов, ведет подсчет наработки разных видов.
8. Результаты измерений и анализа автоматически архивируются в стандартной базе данных.
9. Система имеет (опционально) режим одно- и двухплоскостной балансировки с выводом на экран графиков сигнала и спектра, с расчётом и отображением изменения вибрационного состояния и коэффициентов влияния.
10. Коммуникационный модуль «САДКО» обеспечивает возможность двустороннего обмена информацией. Измеряемые параметры доступны для других систем через протоколы Modbus и OPC. Возможна доработка для интеграции с использованием других протоколов.
11. Система имеет возможность получать и обрабатывать информацию о состоянии контролируемых параметров из систем АСУТП, формировать сигналы по комплексному анализу контролируемых параметров.
12. Имеется возможность удаленного подключения к САДКО заинтересованных специалистов (главный механик, специалист по надёжности и т.д.), как по локальной сети предприятия, так и через Internet (Web-сервис). При предоставлении разрешения на удалённый доступ к данным Системы АО «Промсервис» выполняет сопровождение Системы (рекомендации, консультации, контроль состояния оборудования и проч.) в течение 1 года. Техническая поддержка и обновление Системы выполняется на протяжении всего периода эксплуатации.

13. Система имеет встроенный инструмент самодиагностики, Рис.6.

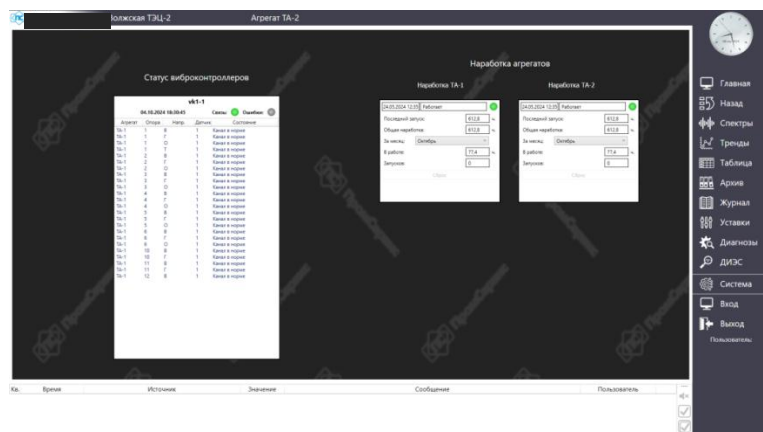


Рис. 6. САДКО: состояние измерительных каналов, подсчет наработки разных видов.

3. Конструкция системы «САДКО».

Система имеет распределенную структуру (Рис.7) и включает в себя: беспроводные датчики, беспроводные станции сбора данных, аппаратные средства организации связи, серверы обработки и хранения данных и рабочие станции операторов.



Рис.7. Логическая схема системы «САДКО» с беспроводными датчиками.

Принцип действия систем основан на измерении сигналов от чувствительных элементов датчиков вибрации и температуры RH505 и (или) RH605, установленных на контролируемых объектах. Измеренный сигнал передаётся в беспроводную Станцию сбора данных RH560 по протоколу Zigbee 2.4ГГц IEEE 802.15.4, предназначенному специально для промышленного использования. Протокол Zigbee обеспечивает высокую помехоустойчивость и передачу данных на дальние расстояния в соответствии с реальными промышленными условиями. Полученную информацию беспроводная Станция посредством сети Ethernet или Wi-Fi (опционально) передает на Сервер с установленным ПО САДКО для визуализации, онлайн мониторинга, диагностирования, архивирования, выполнения предиктивного анализа и проч.

Конструкция с низким энергопотреблением от батарей, при сборе данных каждые два часа, обеспечивает устойчивую работу в течение 2 лет и дольше. Датчики вибрации и температуры RH505 имеют одну ось измерений, датчики вибрации и температуры RH605 имеют три оси измерений (X, Y, Z) вибрации.

Для соблюдения условий корректности измерений датчики вибрации устанавливаются быстросъемным способом на магнитное крепление или на шпильку М6, не нарушая конструкцию и эксплуатационные характеристики оборудования. Реализован удобный и безопасный способ монтажа и демонтажа датчиков.

Система является расширяемой и наращиваемой, то есть в процессе ее эксплуатации предоставляется возможность увеличивать количество различных типов измерительных каналов.

Система создана на базе унифицированных комплексов технических средств, выпускаемых серийно. Датчики и комплектующие контроллеров выпускаются промышленно (серийно) и имеют аналоги.

В рамках сети предприятия и Интернет возможно создание дополнительных рабочих мест специалистов и руководителей разного уровня для организации доступа к просмотру состояния оборудования.

Система обеспечивает заданные показатели надёжности при температуре окружающей среды от -40...+70°C.

«САДКО» имеет сертификат об утверждении типа средства измерений, взрывозащищенное исполнение, положительные заключения на соответствие требованиям электромагнитной совместимости, сейсмостойкости и устойчивости к воздействиям механических факторов и проч..

4. Обязательства АО «Промсервис»

Наличие необходимых лицензий, сертификатов, собственной производственной базы и квалифицированного персонала позволяет АО «Промсервис» проводить полный комплекс работ по созданию стационарных систем «под ключ»: проектирование с проведением экспертизы промышленной безопасности проекта, комплектацию, производство и поставку оборудования, монтаж или шеф-монтаж, работы по пуско-наладке и вводу в эксплуатацию, обучение обслуживающего персонала работе с системой, гарантийное, сервисное и постгарантийное обслуживание.

Система менеджмента качества применительно к проектированию, разработке, производству и обслуживанию систем диагностирования и автоматизации АО «Промсервис» соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 № НСС-RU-ДЦ01-K-00450-23.

«САДКО» предназначена для использования в условиях непрерывного технологического процесса (24/7), имеет Сертификат об утверждении типа средств измерений № 26971-08

«Комплексы программно-технические САДКО», поставляется во взрывозащищенном или общепромышленном исполнении.

Срок службы систем составляет не менее 10 лет. Системы обеспечивают непрерывную круглосуточную работу в течение срока службы. Гарантийное обслуживание системы - в течение 18 месяцев после сдачи в эксплуатацию.

На базе собственного обучающего центра АО «Промсервис» проводит подготовку и аттестацию на 1 и 2 уровни квалификации по вибродиагностическому методу неразрушающего контроля с выдачей удостоверений государственного образца (ПБ 03-440-02) по отдельному договору.

Стационарная система «САДКО» предоставляет возможность организовать и более эффективно осуществлять процесс обслуживания и ремонта оборудования, как в системе планово-предупредительных ремонтов, так и при обслуживании по фактическому техническому состоянию, внедрить принципы предиктивного обслуживания за счет:

- возможности планировать сроки, состав и объемы ремонтных работ;
- прогнозирования изменения технического состояния оборудования, отслеживания развития выявленного на ранней стадии дефекта;
- уменьшения времени проведения ремонтов в результате обоснованного отказа от обязательного перечня выполняемых работ;
- сокращения объемов содержания минимального ремонтного фонда;
- продления ресурса эксплуатации оборудования вследствие снижения виброактивности агрегатов и уменьшения количества появления новых неисправностей за счет выявления системой диагностирования причин их возникновения;
- увеличения межремонтного пробега динамического оборудования.