



## ЗАЩИТА АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ СТАЦИОНАРНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ИТ14

**А.Н. СКВОРЦОВ**  
**ООО «Измерительные технологии»,**  
г.Саров

### **Введение**

Повышение эффективности использования тяжёлого промышленного оборудования, паровых турбин, генераторов, электродвигателей, газоперекачивающих агрегатов и т. д. (далее агрегатов) требует постоянных экспериментальных и исследовательских работ по увеличению их надежности, наращиванию и внедрению новых принципов эксплуатации, а также построения надежных алгоритмов защиты оборудования. Внедрение автоматизированных диагностических систем позволяет максимально использовать запасы работоспособности агрегата, своевременно отслеживать предотказные состояния, объективно и непрерывно контролировать его техническое состояние, планировать замены и ремонт, разгрузить обслуживающий персонал от операций по протоколированию значений параметров агрегата и слежению за их изменением.

В качестве такой системы вашему вниманию предлагается продукция Научно-производственного предприятия «Измерительные технологии» - система контроля, управления и диагностики «ИТ14».

### **О компании НПП «Измерительные технологии»**

Научно-производственное предприятие «Измерительные технологии» является разработчиком и поставщиком комплекса технических средств систем контроля, управления и диагностики «ИТ14».

НПП «Измерительные технологии» имеет свои подразделения в Санкт-Петербурге, Саранске и Казани. В Сарове располагается центральный офис предприятия, конструкторское бюро и опытное производство. Серийное производство систем налажено на ОАО «Орбита» и ОАО «Сапфир». Модули системы монтируются на автоматизированных линиях и проходят полный цикл испытаний. Кроме того, осуществляется жесткий контроль за качеством продукции. Система контроля качества на предприятии соответствует стандартам ISO 9000-2001 и ГОСТ Р В 15.002-2003.

На протяжении последних 5 лет предприятие наращивает свои производственные мощности и на сегодняшний день перешло на выпуск распределенных систем, в которых мощный центральный процессор заменен на несколько процессоров выполняющих конкретные функции.

Оборудование НПП «Измерительные технологии» установлено на многих предприятия различных отраслей. В частности, одним из важных достижений НПП «Измерительные технологии», можно назвать установку оборудования на Кольской, Волгодонской и Курской атомных электростанциях и подготовку к установке на Белоярской АЭС. Изготовление систем индивидуальных для каждого проекта (согласно технического задания на систему) позволяет реализовать практические любые требования конкретного потребителя.

В качестве партнеров наше предприятие плодотворно сотрудничает с несколькими крупными предприятиями-изготовителями оборудования, такими как Калужский турбинный завод, Невский завод имени Ленина, Ленинградский металлический завод. Оборудование установлено и продолжает успешно устанавливаться во многих городах России, ближнего и дальнего зарубежья. Для сравнения можно привести такие данные: в 2001 году на КТЗ было поставлено 6 систем с количеством каналов измерения порядка 20 на систему. Уже в 2002 году - 28 систем с числом каналов более 30, а к 2005 году количество каналов достигает 50-60 на систему. Другое направление сотрудничества - Невский завод имени Ленина. Ежегодно наше предприятие поставляет порядка 6-9 систем вибромониторинга для включения ее в общую схему АСУ ТП агрегата. В отличие от КТЗ системы осуществляют контроль только таких параметров как СКЗ виброскорости, размах виброперемещения, осевой сдвиг, обороты агрегата. Однако передача данных осуществляется не на реле, а по протоколам MODBUS RTU и PROFIBUS DP в автоматику с последующей обработкой уже системами АСУ ТП. Это позволяет осуществлять полный контроль за состоянием агрегата, исключив применение более дорогих и сложных в обслуживании импортных преобразователей.

18 ноября 2005 года, за вклад в развитие экономики России, а также успешное выполнение программы Президента и Правительства России «Удвоение ВВП», предприятию было присвоено звание «Лидер экономики России».

Международным признанием достижений предприятия послужило вручение в 2005 году в Швейцарии золотой медали «За высокое качество в деловой практике» Международного фонда за высокое качество в деловой практике (FEBC).

Продукция внесена в государственный реестр средств измерений России, а также Белоруссии, Украины, Казахстана, сертифицирована в СДС в электроэнергетике «ЭнСЕРТИКО».

Система «ИТ14» внесена в список дипломантов конкурса «100 лучших товаров России - 2005» и получила статус «Новинка года».

На X юбилейном Международном форуме «Технологии безопасности» предприятие награждено дипломом и медалью I степени - за комплекс технических средств систем контроля, управления и диагностики «ИТ12/ИТ14» в номинации «Системы поддержки обеспечения».

На VII специализированной выставке «Изделия и технологии двойного назначения. Диверсификация ОПК» предприятие награждено Дипломом и медалью за создание системы контроля, управления и диагностики «ИТ14».

Высокое качество научно-технической продукции предприятия обеспечивается действующей системой менеджмента качества, направленной на максимальное удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон, о чем свидетельствует Сертификат соответствия №ВР11.112.1131-2006, удостоверяющий, что система менеджмента качества распространяется на разработку, производство и ремонт продукции и соответствует требованиям ГОСТ ИСО 9001-2001, ГОСТ Р В 15.002-2003 и других стандартов серии СРПП ВТ.

Немаловажным преимуществом «ИТ14» является возможность наращивания системы с минимальной (базовой) комплектацией дополнительными модулями контроля и регулировки технологических параметров агрегата: температур, сопротивлений, напряжений, давлений, токов и др., при этом не требуется дополнительного расширения аппаратной части системы и значительных дополнительных финансовых затрат.

Средняя наработка на отказ системы не менее 20000 часов.

Срок службы системы «ИТ14» составляет не менее 10 лет. Исключение составляют компьютерное и периферийное оборудование (например, мышь или клавиатура), а также расходные материалы.

## **Состав и функции системы**

На сегодняшний день одной из наиболее важных задач эксплуатационной службы является недопущение выхода из строя оборудования и максимальное исключение «человеческого фактора» при принятии решений в случае отказа оборудования. С этой целью разрабатываются различные алгоритмы и схемы защиты. Как один из вариантов реализации предлагается схема на базе использования системы «ИТ14».

Система «ИТ14» представляет собой целый комплекс технических средств, включающий как мощный аппаратный инструмент для снятия данных о конкретном агрегате или механизме, так и программный комплекс, способный на основе полученных данных представить полную картину происходящих процессов, сохранить полученные данные и выдать сравнительный анализ во времени.

Отличительной особенностью комплекса является применение в нем новейшей элементной базы (2001-2006 годов), что позволило построить архитектуру системы в виде узловой многоуровневой распределенной сети сбора и обработки данных. Относительно аппаратуры предыдущего поколения, сложный центральный контроллер заменен набором узлов повышенной производительности, каждый из которых выполнен на малогабаритных печатных платах с малым количеством компонентов. С учетом резервирования, узлы в сумме более компактны, надежны и производительны при прочих равных условиях.

Система предназначена для:

- измерения параметров абсолютной и относительной вибрации, скорости вращения вала;
- осуществления защиты, мониторинга и диагностики промышленного оборудования;
- регистрации фаз вибрации;
- хранения и анализа всей измеряемой информации в течение всего периода эксплуатации оборудования;
- измерения расстояний;
- измерения температуры;
- измерения тока;
- измерения напряжения;
- измерения сопротивления;
- измерения давления;
- преобразования цифрового сигнала в унифицированный токовый сигнал;
- приема сигналов от дискретных входов типа «сухой контакт»;
- коммутации дискретных выходов типа «сухой контакт»;
- обмена данными с АСУ ТП предприятия.

Областью применения систем может стать любой агрегат, о котором необходимо получить полную информацию. В настоящее время системы применяются в газовой промышленности (переработка природного и попутного нефтяного газа); при транспортировке природного газа и нефти; в энергетике (атомные электростанции, гидроэлектростанции, тепловые электроцентрали); в нефтеперерабатывающей промышленности; в металлургической промышленности; в химической промышленности; в нефтехимической промышленности; для автоматизации производственно-технологических процессов.

**К отличительным особенностям системы** можно отнести следующие:

- Комплекс является логически и физически распределенной модульной системой сбора и анализа информации и не требует выделения под ее размещение отдельных кондиционируемых помещений.

- Наличие компактных автономных малоканальных процессорных модулей измерения, логического и аналогового ввода и вывода, объединяемых последовательным интерфейсом CAN без центрального контроллера.
- Высокие метрологические характеристики измерительных каналов, не уступающие, а в ряде случаев превосходящие российские и зарубежные аналоги.
- Полная реализация правил технической эксплуатации системы (ПТЭ).
- До 8000 регистрируемых и вычисляемых параметров в рамках одной агрегатной системы.
- Гибкое конфигурирование и настройка в соответствии с требованиями проекта.
- Удобное задание мнемосхем и графических объектов с помощью стандартных графических редакторов.
- Высокая помехозащищенность и надежность связи благодаря обмену данными между модулями по последовательному интерфейсу CAN.
- Непрерывный контроль исправности датчиков, модулей и системы в целом, функции автоматического восстановления системы.
- Включение в АСУ ТП предприятия на различных уровнях.
- Возможность построения цеховых систем для группы агрегатов с одной или несколькими удаленными рабочими станциями.
- Анализ работы агрегата в течение всего срока службы.
- Динамическая балансировка роторных систем непосредственно на агрегате.
- Высокий уровень разработки: современные компьютерные технологии, новейшая элементная база, поверхностный монтаж, сборка модулей на автоматическом оборудовании.

## **Реализация защиты оборудования на примере Курской АЭС**

Работа агрегатной автоматики регламентируется различными документами, среди которых Правила технической эксплуатации, ГОСТ 25364-97, РД 153-34.1-35.137-00 и различные РД отраслей эксплуатации оборудования. Комплексная система ИТ14 позволяет осуществить защиту оборудования по следующим алгоритмам:

- По результатам измерений широкополосной вибрации подшипниковых опор производится формирование предупредительных и аварийных сигналов в графическом, цифровом, цветовом и звуковом форматах, а так же формируются команды на исполнительные устройства в агрегатную автоматику.
- Осуществляется контроль, регистрация и анализ внезапного изменения вибрации («Скачек вибрации») опор подшипников в установив-

шемся режиме работы турбоагрегата под нагрузкой и формируется предупредительная сигнализация.

- Осуществляется формирование предупредительной и аварийной сигнализации в визуальном и звуковом формате при превышении по двум значениям предупредительных и аварийных уставок осевого сдвига по схеме «два из трех», по логике «И». А так же формируются команды на исполнительные устройства в агрегатную автоматику.
- Осуществляется контроль и анализ низкочастотной вибрации подшипниковых опор в процессе работы агрегата в режиме холостого хода и под нагрузкой, а так же формируется предупредительная сигнализация.
- Осуществляется измерение, анализ и формирование предупредительной сигнализации при внезапном изменении вибрации двух опор одного ротора или двух смежных.
- Производится формирование предупредительной и аварийной сигнализации превышения соответствующих уставок частоты вращения ротора, с подачей команд на агрегатную автоматику.
- Формируются сигналы предупредительного и аварийного превышения значений линейных смещений OPP.
- Осуществляет самотестирование аппаратных средств системы с целью исключения формирования ложных предупредительных или аварийных сигналов. Во избежание ложных срабатываний предусмотрена возможность задания программируемой задержки срабатывания сигнализации в пределах 0 до 4г109 мс, с шагом 1 м/с. Применяются логические комбинации И, ИЛИ, логика голосования по большинству.

Система «ИТ14» имеет гибкий алгоритм программирования (пере-программируемый комплекс). По требованию Заказчика логика работы системы может быть изменена без изменения состава системы.

Для защиты оборудования по вибрации и мехвеличинам рассмотрим использование аппаратной части системы «ИТ14» на примере Курской АЭС. Элементная база системы следующая: канал измерения вибрации – ИТ14.11.000 в составе с датчиками МВ-44-2В и ИТ12.35.000, каналы измерения линейного смещения и виброперемещения ИТ14.12.000 в составе с датчиком ИТ12.30.000, тахометрический канал ИТ14.14.000 с датчиком ИТ12.30.000, преобразователь CAN-USB ИТ14.36.300, модуль резервного питания, модуль защиты ИТ14.39.300 (см. Приложение 1).

Измеренная информация с датчиков поступает в преобразователи, где происходит обработка сигнала, преобразование в цифровой сигнал и по сети CAN передается через преобразователь ИТ14.36.300 в персональный компьютер, где происходит обработка, накопление и отображение информации о состоянии объекта контроля. В соответствии с алгоритмами срабатывания защит информация может выводиться на исполнительные устройства, которые осуществляют управление агрегатом.

В случае необходимости, для дублирования сигнала, используется дополнительный токовый выход в диапазоне 4-20 мА, к которому подключается дополнительное оборудование агрегатной автоматики, но в данной схеме реализации он не используется.

Одновременно сигнал по уставкам из преобразователя ИТ14.11.000 и ИТ14.12.000 поступает на модуль защит, где производится формирование алгоритмов срабатывания уставок – по схемам «2 из 3» и «2 из 2» и с модуля защиты сигнал направляется непосредственно на исполнительное устройство агрегатной автоматики. Выход по уставкам в данных модулях реализован совместно со схемой самодиагностики исправности канала по следующим параметрам:

- подключен и исправен датчик;
- выходной сигнал находится в рабочем диапазоне.

Питание преобразователя осуществляется от двух схем питания – одна питает измерительную часть, вторая – выход по уставкам. Кроме сигналов от системы «ИТ14» на модуль защит возможно завести сигналы от внешних устройств с дискретным выходом и включить эти сигналы в защиту.

