

Лекция 4

СТРУКТУРА СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ

Различают тестовую и функциональную диагностику. Тестовая диагностика предусматривает подачу на объект испытательного (тестового) сигнала, например скачка напряжения, и определение изменения состояния объекта на основе его отклика на указанный сигнал. Функциональная диагностика использует регистрацию явлений, сопровождающих текущую работу диагностируемого объекта. Типичный пример — вибродиагностика, когда сигналы порождаются естественной вибрацией объекта при его эксплуатации. Упрощенная структурная схема процесса диагностики представлена на рис. Л4.1. Очевидно, что блок 1, служащий для генерации тестовых сигналов, в случае функциональной диагностики — отсутствует.

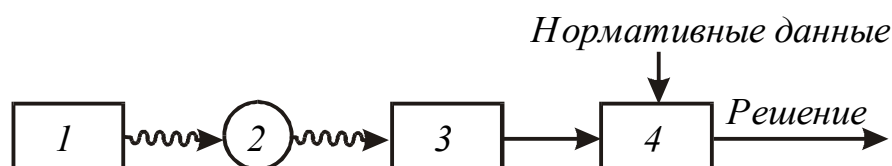


Рис. Л4.1. Структурная схема системы диагностики:

- 1 — тестовый сигнал (при тестовой диагностике);
- 2 — объект диагностики;
- 3 — первичный преобразователь информации (датчик);
- 4 — устройства усиления и обработки данных

Объект диагностики в общем случае может представлять собой совокупность более мелких объектов, например группу станков в цехе. С помощью системы датчиков (в простейшем случае — одного датчика) диагностические сигналы преобразуются в электрическую форму и подвергаются обработке средствами электронной техники. В современных системах диагностики функции предварительной обработки сигналов объединяются с функцией датчика, в результате формируется так называемый интеллектуальный датчик.

Системы диагностики можно разделить на следующие группы:

- *встроенные*, являющиеся структурной и конструкционной частью диагностируемого объекта, к их числу можно отнести, например, объединенные в единую систему приборы контроля работы современных транспортных средств — самолетов, автомобилей и других;

— *передвижные*, в частности *носимые*, примером могут служить многие системы акустико-эмиссионной диагностики, когда для ее проведения на объекте устанавливается комплект первичных преобразователей информации (датчиков), соединенных с мобильной системой сбора и обработки информации, оформленной в виде комплекта аппаратуры. После проведения диагностики датчики демонтируют, система переносится на следующий объект.

Встроенные системы позволяют вести непрерывное наблюдение (мониторинг) и являются предпочтительными с точки зрения надежности диагноза, однако их применение является более дорогостоящим. Стремление к удешевлению и совершенствованию встроенных систем диагностики привело к развитию принципов микромониторинга, когда малогабаритные интеллектуальные датчики (микромониторы) дополняются устройствами, обеспечивающими связь, обычно радиотелефонную во всех ее вариантах, на небольших расстояниях (до десятков метров) как между собой, так и с локальной подсистемой групповой обработки данных со всех датчиков. Последняя связывается с централизованной стационарной системой обработки данных.

Датчики-микромониторы обычно работают в дежурном режиме, обеспечивающем минимальное потребление энергии питания, которая в ряде случаев может быть получена от объединенных с микромониторами систем автономного электроснабжения за счет солнечной, тепловой или вибрационной энергии. Для предварительной обработки информации микромониторами созданы экономичные операционные системы, например TinyOS, требующие очень небольших объемов оперативной памяти. В качестве каналов передачи данных все чаще используют сети стандарта GSM.

Микромонитор объединяет в единую автономную микросистему три основных элемента — датчик, простейший микрокомпьютер и приемо-передающее устройство. Через каналы беспроводной связи микромониторы объединяются в распределенную сенсорную сеть, называемую также самоорганизующейся сенсорной сетью. Эта сеть собирает и обрабатывает данные, полученные от отдельных микромониторов, число которых может достигать десятков и сотен. При этом микромониторы могут обмениваться полученной информацией, корректировать работу соседей и опрашивать их (принцип самоорганизации).

Обобщенная информация через систему беспроводной связи передается на базовую станцию, служащую мощным сервером, осуществляющим подробный анализ данных и необходимое перепрограммирование микромониторов. С определенной периодичностью, от

нескольких раз в секунду до одного раза в несколько минут, включается приемно-передающее устройство, причем время приема — передачи исчисляется миллисекундами.

Отрабатываются варианты размещения на предприятиях тысяч микромониторов, наблюдающих за работой технологического оборудования и предотвращающих дорогостоящие срывы производства. Подобный подход рассматривается и применительно к решению задач предотвращения чрезвычайных ситуаций, военных конфликтов, борьбы с терроризмом. Разработаны сети для контроля несущих конструкций.

Каждый микромонитор по крайней мере 99% времени должен работать в спящем режиме с целью снижения энергопотребления, которое в среднем составляет несколько микроватт. Типовая интегральная схема микромонитора содержит процессор с тактовой частотой 12 МГц, 64 кбайт оперативной памяти и 512 кбайт флеш-памяти. Приемопередатчик работает на частоте 2,4 ГГц по протоколу Bluetooth, обеспечивая связь на расстояниях до 30 м при скорости передачи данных 200 — 600 кбит/с. Отказ части микромониторов не должен нарушать работу всей системы.

Модуль обработки данных может быть подключен к различным датчикам и источникам питания, причем, как отмечено выше, в некоторых случаях может быть использована энергия внешнего освещения или вибрации.

В микромониторах применяют датчики температуры, влажности, инфракрасного излучения, движения, давления, ориентации, ускорения, освещенности, вибрации, частоты вращения, звуковых и ударных волн и другие.

Отсюда видно, сколь широка сфера применения упомянутого нового подхода к созданию систем микромониторинга — научные исследования, контроль промышленных производств, сельское хозяйство, строительство, транспорт, экология, борьба с терроризмом и многое другое.

Обобщенная схема современной диагностической системы, использующей упомянутые принципы, показана на рис. Л4.2.

Необходимым условием создания эффективной диагностической системы является понимание физической сущности процессов, протекающих в диагностируемом объекте и приводящих к появлению диагностических сигналов или изменению их параметров. Поэтому создание алгоритмов распознавания существенно облегчается, если построена диагностическая модель, устанавливающая связь между пространством состояний объекта и пространством диагностических признаков. Представление реального объекта его диагностической моделью позволяет формализовать решение диагностических задач независимо от физической природы объекта.

Подсистемы преобразования и управления, выполненные на отдельных модулях, конечно, имеют меньшие аппаратные возможности, чем многофункциональные приборы. Однако эти подсистемы достаточно дешевы и доступны широкому кругу пользователей. К тому же они позволяют использовать достаточно гибкую программную обработку информации на компьютере за счет использования различных алгоритмов, не предусмотренных в многофункциональных приборах.

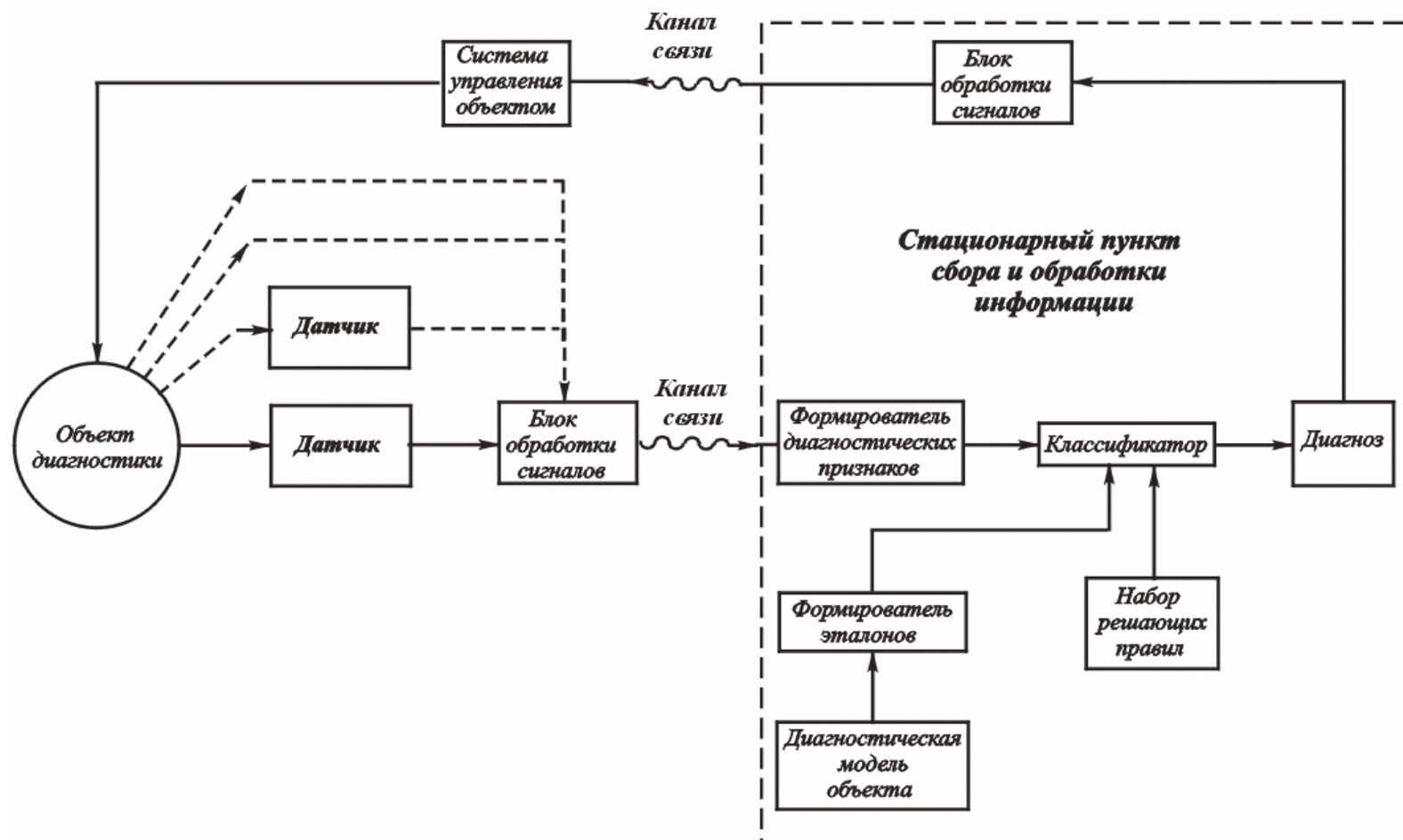


Рис. Л4.2. Обобщенная схема современной диагностической системы

Основные направления развития методов и средств диагностики

В качестве первоочередных задач, подлежащих решению для внедрения средств диагностики, следует указать:

- стимулирование разработки принципиально новых физических методов контроля и диагностики;
- сертификацию и аттестацию создаваемой научно-технической продукции, включая выпуск методической документации, регламентирующей применение новой диагностической аппаратуры;
- накопление опыта применения разработанных диагностических средств на конкретных объектах;
- разработку и внедрение средств контроля и мониторинга состояния окружающей среды;
- подготовку и переподготовку кадров для обслуживания диагностического оборудования и аппаратуры, включая создание тренажерных центров для моделирования аварийных ситуаций на объектах и обучения персонала действиям в этих ситуациях;
- издание научно-учебной литературы по вопросам диагностики оборудования;
- проведение комплексных научно-методических работ в области физики прочности, механики разрушения, усталостной долговечности и коррозионной стойкости материалов с целью диагностики и оценки остаточного ресурса объектов.

Особые задачи стоят перед материаловедческими лабораториями:

- изучение основных закономерностей изменения параметров диагностических сигналов по мере развития дефектов в материале;
- оценка работоспособности моделей, описывающих изменение сигналов при повреждении материала, и их применимости для диагностики и прогнозирования разрушения объектов;
- поиск оптимального комплекса диагностических параметров;
- разработка методик имитации повреждений для моделирования ситуаций на реальных объектах;

- получение данных о зависимости диагностических параметров сигналов от марки и технологии материала с целью уменьшения влияния указанных факторов на постановку диагноза и прогноза.

Эти лаборатории могут служить для аттестации новых разработок диагностической аппаратуры.

Важным направлением является создание и переработка нормативно-технической документации в области технической диагностики с учетом перспектив развития диагностики на основе современных методов и средств.

Особого внимания требуют вопросы сертификации методик, аппаратуры и ее производства. Сертификация является дорогостоящим мероприятием, требующим финансовой поддержки, так как выпуск на рынок не сертифицированной продукции все более проблематичен, не соответствует современным требованиям и резко снижает цену продукции.

Некоторые разработанные нормативные документы не соответствуют современному уровню развития науки и техники, способствуют закреплению на российском рынке морально устаревшей импортной продукции, не удовлетворяющей российским требованиям, и вместе с тем могут препятствовать развитию перспективных российских разработок.

Отметим необходимость получения российских сертификатов для зарубежной диагностической аппаратуры, эксплуатируемой в России. В пользу такой точки зрения можно привести многочисленные примеры, когда в пространственных каталогах известных зарубежных фирм указывается на наличие всевозможных сертификатов предлагаемых ей приборов при практически полном отсутствии квалифицированных данных об основных метрологических характеристиках. Например, вместо погрешности измерений указывается точность отсчета по индикатору, отсутствуют данные о дополнительной температурной погрешности и т. п.

Огромное значение имеет подготовка квалифицированных специалистов, понимающих и способных решать диагностические проблемы на современном уровне. Сюда входят знание и умение разрабатывать и применять новые физические принципы получения информации, владение высокими технологиями получения, обработки и хранения многомерной измерительной информации с применением мощных вычислительных машин и сетей. Для них необходимо владение современными достижениями физики твердого тела, электроники, вычислительной техники, статистической теории связи, распознавания образов.

Актуально и обучение менеджменту качества продукции, изготовленной по высоким технологиям, в частности с целью ее международной сертификации и продажи за рубеж.

Решение перечисленных задач является дорогим, трудным и долгим, но совершенно необходимым и оправдывающим себя делом с экологической, экономической и политической точек зрения.