

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

“Оренбургский государственный университет”

Кафедра систем автоматизации производства

Ю.И. КОРОТЧЕНКО

ДИАГНОСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано к изданию Редакционно–издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования

“Оренбургский государственный университет”

Оренбург 2007

УДК 620.179.1:658.58:681.51
ББК 30.82
К68

Рецензент
зав. кафедрой ПТРЭС, к.ф.-м.н, доцент Е.А. Корнев

Коротченко, Ю.И.
К68 **Диагностика автоматизированных систем: лабораторный практикум / Ю.И. Коротченко. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 34 с.**

В настоящем лабораторном практикуме рассматриваются вопросы диагностирования автоматизированных систем. Предлагается порядок выполнения лабораторных работ по диагностированию ряда изделий ЭВТ как наиболее характерных составных частей современных автоматизированных систем управления.

Лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных работ по дисциплине “Диагностика автоматизированных систем” студентами специальности 20301.65. Лабораторный практикум может быть полезен и студентам других специальностей.

ББК 30.82

© Коротченко Ю.И., 2007
© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение	4
1 Диагностирование автоматизированных систем.....	6
1.1 Общие вопросы диагностики.....	6
1.2 Особенности диагностирования электрорадиоаппаратуры АТК.....	8
1.3 Особенности диагностирования средств ЭВТ АТК.....	11
1.4 Средства неразрушающего контроля	15
2 Цель работы и задачи.....	22
3 Этапы выполнения работы.....	23
3.1 Изучение диагностируемого изделия.....	23
3.2 Подготовка к проведению диагностирования.....	24
3.3 Проведение диагностирования.....	24
3.4 Сдача изделия после проведения диагностирования.....	25
3.5 Защита отчета о проделанной работе.....	25
4 Порядок выполнения работы.....	25
5 Требования к отчету.....	26
6 Порядок защиты отчета.....	27
7 Контрольные вопросы.....	28
Список использованных источников.....	30
Приложение А Термины и определения.....	32

Введение

Для построения современных автоматизированных производственных систем и технологических комплексов (АТК) используют последние достижения науки и техники. В ряде случаев возникает необходимость использования новых технических решений, когда для изделий, построенных на основе этих решений, отсутствуют статистические данные по их надежности. При этом не исключены нештатные ситуации с высокой вероятностью выхода изделия из строя. Возникают также проблемы с качеством сырья, поступающего на переработку, когда его параметры выходят за пределы допустимых для данного АТК и могут привести как к выпуску некачественной продукции, так и к его нештатному функционированию с возможной аварией. Естественный процесс износа деталей и узлов при эксплуатации АТК также может привести к аварийной ситуации.

Поэтому обеспечение эффективной безаварийной эксплуатации современных автоматизированных систем невозможно без использования на всех стадиях их жизненного цикла технических средств контроля и диагностирования.

Любой технический объект, к которому относится и АТК, после проектирования проходит две основные стадии "жизни" - изготовление и эксплуатацию. Для заключительного периода изготовления, как переходного к стадии эксплуатации важны в части применения контроля и диагностирования следующие этапы:

- наладка;
- сдача ОТК;
- транспортирование;
- хранение.

На стадии эксплуатации для АТК типичными являются следующие этапы:

- установка АТК на предприятии, где он будет эксплуатироваться;
- проведение пуско-наладочных работ;
- применение по назначению;
- профилактика;
- ремонт.

АТК, удовлетворяющий всем требованиям нормативно-технической документации, является исправным или, говорят, что он находится в исправном техническом состоянии.

Убеждаться в исправности АТК, то есть производить его диагностирование, необходимо после его изготовления, хранения, транспортирования, проведения пуско-наладочных работ и ремонта. Неисправное и неработоспособное техническое состояние, а так же техническое состояние неправильного функционирования объекта могут быть детализированы путем указания соответствующих дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования и относящихся к одной или нескольким составным

частям объекта, либо к объекту в целом.

Обнаружение и поиск дефектов являются процессами определения технического состояния объекта и объединяются общим термином "диагностирование". Диагноз есть результат диагностирования.

Таким образом, к задачам диагностирования относятся:

- проверка исправности, работоспособности и правильности функционирования объекта;
- поиск дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования объекта.

Основу процедуры диагностирования составляет совокупность физических величин, с помощью которых при измерениях определяются диагностические параметры объекта.

Физические параметры можно разделить на группы:

- кинематические;
- геометрические;
- статические;
- динамические;
- тепловые;
- акустические;
- электрические;
- магнитные;
- механические;
- молекулярные;
- излучений;
- атомной физики;
- универсальные физические постоянные.

Соответственно для выполнения диагностирования устройств автоматизированных систем студент должен владеть методами и средствами измерения этих физических параметров. То есть студент должен обладать знаниями и умениями, полученными при изучении следующих дисциплин: физика, гидравлика, пневматика, теория автоматического управления, электротехника, электроника, схемотехника систем управления, метрология, технические измерения, информационно-измерительная техника, ЭВМ и периферийные устройства.

В настоящем лабораторном практикуме рассматриваются вопросы диагностирования автоматизированных систем. Предлагается порядок выполнения лабораторных работ по диагностированию ряда изделий ЭВТ как наиболее характерных составных частей современных автоматизированных систем управления.

1 Диагностирование автоматизированных систем

1.1 Общие вопросы диагностики

Диагностирование технического состояния любого объекта осуществляется теми или иными средствами диагностирования. Средства могут быть аппаратными или программными; в качестве пользователя средств диагностирования может выступать человек - оператор, контролер, наладчик. Средства и объект диагностирования, взаимодействующие между собой, образуют систему диагностирования.

Различают системы рабочего и тестового диагностирования. В системах тестового диагностирования на объект подают специально организованные тестовые воздействия. В системах рабочего диагностирования, которые используются в процессе применения объекта по назначению, подача тестовых воздействий, как правило, исключается; на объект поступают только рабочие воздействия, предусмотренные его алгоритмом функционирования.

В системах обоих видов средств диагностирования воспринимаются и анализируются ответы объекта на входные (тестовые или рабочие) воздействия и выдаются результаты диагностирования. То есть ставится диагноз объекта:

- исправен или неисправен;
- работоспособен или неработоспособен;
- функционирует правильно или неправильно;
- имеет такой-то дефект или в объекте повреждена такая-то его составная часть и т.п.

Система диагностирования в процессе определения технического состояния объекта реализует некоторый алгоритм диагностирования. Алгоритм диагностирования в общем случае состоит из определенной совокупности так называемых элементарных проверок объекта, а также правил, устанавливающих последовательность реализации элементарных проверок, и правил анализа результатов последних. Каждая элементарная проверка определяется своим тестовым или рабочим воздействием, подаваемым или поступающим на объект, и составом контрольных точек, с которых снимаются ответы объекта на это воздействие.

Результатом элементарной проверки являются конкретные значения ответных сигналов объекта в соответствующих контрольных точках. Диагноз (окончательное заключение о техническом состоянии объекта) ставится в общем случае по совокупности полученных результатов элементарных проверок.

Процесс диагностирования сложной системы, которой фактически является АТК, можно разделить на следующие этапы:

- установление факта отказа системы по изменению множества внешних признаков нормальной работы (как пассивных, так и активных);
- логический анализ имеющихся внешних признаков отказа и сопоставление их с вероятным состоянием элементов системы;

- составление перечня неисправностей, которые могут вызвать наблюдаемую совокупность признаков отказа;
- выбор оптимальной последовательности дополнительных испытаний, которые необходимо провести, чтобы обследовать все элементы, в которых вероятно появление отказа;
- последовательное проведение испытаний (элементарных проверок) в избранных контрольных точках, пробные замены, частичное уточнение или изменение последовательности поиска на основе результатов отдельных испытаний;
- общая оценка результатов испытаний и вывод о наиболее вероятных причинах отказа выделенного элемента;
- переход к поиску на уровне более элементарного деления, при котором отказавший элемент рассматривается как система и в свою очередь разделяется на составляющие элементы.

Решающую роль при выборе последовательности проведения простых испытаний (элементарных проверок) играют:

- степень знания функциональной и энергетической структуры системы;
- способность, изучив в должной мере диагностируемую систему, разделить ее на независимые в смысле отказа элементы;
- умение оценить результаты каждого из проведенных испытаний и использовать эти результаты для дальнейшего развития последовательности поиска.

Следует отметить общие закономерности поиска отказа в сложной системе при некоторых допущениях:

- система подразделяется на компактные элементы, имеющие последовательную функциональную связь; при этом существующие в системе обратные связи размыкаются, резервирование элементов отключается, элементы системы располагаются или нумеруются от входа системы к ее выходу в порядке их функциональной или энергетической связи - по ходу потока информации или энергии;
- разделение системы на элементы производится таким образом, что отказ одного элемента не влияет на отказ других;
- элемент считается отказавшим, если сигналы на его выходах отсутствуют или отклоняются от номиналов при наличии нормальных сигналов на его входах;
- система рассматривается в период нормальной эксплуатации;
- резервирование в системе отсутствует;
- в течение времени ремонта вероятность появления других отказов равна нулю.

Для системы, имеющей приведенную последовательную структуру, при принятых выше допущениях, наиболее четко выделяются следующие два общих метода (и соответственно алгоритма) поиска отказавших элементов при условии отсутствия информации о надежности каждого элемента системы и принятии условия их равновероятного выхода из строя:

- метод последовательного поиска;
- метод дихотомии (половинного деления).

При методе последовательного поиска испытания элементов производят в порядке их расположения в приведенной последовательной структуре системы – от первого к последнему или от последнего к первому;

Метод дихотомии (половинного деления) заключается в проведении испытаний последовательно в точках, которые делят всю структуру на две, примерно равные части. При исправности одной части системы таким же образом делят вторую часть системы на две части, проводят испытание и так до обнаружения отказавшего элемента. Данный метод дает преимущество перед методом последовательного поиска в количестве испытаний, необходимых для установления отказавшего элемента.

1.2 Особенности диагностирования электрорадиоэлектронной аппаратуры АТК

В настоящее время электронные и радиоэлектронные устройства и системы составляют существенную часть аппаратуры автоматизированных систем. В тоже время для электрорадиоэлектронной аппаратуры, применяемой в различных областях науки и техники, разработаны наиболее прогрессивные методы диагностирования и имеется богатый опыт их применения. Это необходимо учитывать при построении систем диагностирования современных автоматизированных систем.

В общем виде любую электрорадиоэлектронную аппаратуру можно представить как систему, преобразующую совокупность входных сигналов (или энергию) в совокупность выходных сигналов.

Преобразование входного сигнала в выходной математически выражается оператором A , отражающим все физические преобразования входного сигнала $x(t)$, выполняемые для получения выходного сигнала $y(t)$. В связи с этим оператор A можно рассматривать как диагностическую модель объекта. Нарушение этой заранее известной для каждого объекта зависимости означает, что в объекте возник дефект. Поскольку диагностическое обеспечение, являющееся исходным при проектировании системы технического диагностирования, получается в ходе анализа диагностических моделей, то, рассматривая электрорадиоэлектронную аппаратуру как объект диагностирования, ее целесообразно классифицировать в соответствии с видом диагностической модели:

1) аппаратура, входной и выходной сигнал которой связаны пропорциональной зависимостью $y(t) = kx(t)$, где k – коэффициент пропорциональности;

2) аппаратура, входной и выходной сигналы которой связаны зависимостью вида $y(t) = \int_0^t x(t)dt$;

3) аппаратура, входной и выходной сигналы которой связаны параметром A ;

4) аппаратура без информационных входов.

Если электрорадиоэлектронная аппаратура имеет несколько входов и выходов, то при ее классификации определяются зависимости между каждым выходным и всеми входными сигналами.

К первой группе аппаратуры относятся электроизмерительные приборы с равномерной шкалой, линейные усилители и др.

К аппаратуре второй группы можно отнести различные интегрирующие устройства: интеграторы, устройства выборки – хранения и др.

К третьей группе относятся устройства преобразования и детектирования, следящие системы, системы автоматического регулирования и др.

К четвертой группе можно отнести генераторы синусоидальных сигналов и релаксационные генераторы. Эти объекты вырабатывают выходные сигналы, параметры которых определяются только процессами, происходящими внутри устройств.

Число диагностических параметров, характеризующих электрорадиоэлектронную аппаратуру как объект диагностирования, изменяется в широких пределах в зависимости от аппаратуры, задач диагностирования, требуемой достоверности диагностирования и возрастает с увеличением глубины поиска места отказа (неисправности) и достоверности диагностирования. Для современной аппаратуры число оцениваемых диагностируемых параметров может достигать нескольких сотен.

При задании диагностируемых параметров обычно указывают:

- номинальные значения;
- допустимые отклонения;
- требуемую точность измерения;
- характер изменения во времени в период эксплуатации.

По методам съема и обработки информации различают диагностируемые параметры:

1) выраженные электрическими величинами и не требующие дополнительного преобразования;

2) выраженные электрическими величинами и требующие дополнительного преобразования;

3) выраженные неэлектрическими величинами и требующие предварительного преобразования;

4) оцениваемые органолептическим методом.

К первой группе относят:

- напряжение и ток (постоянные и переменные);
- амплитуду импульсов тока и напряжения;
- частоту синусоидального сигнала;
- частоту следования импульсных сигналов;
- временные интервалы, характеризующие длительность импульсных сигналов;
- сопротивление, емкость, индуктивность электрорадиоэлементов.

Ко второй группе относят:

- напряжения и токи, требующие масштабирования для введения в систему диагностирования;
- напряжения и токи высоких частот (радиочастоты);
- выходная мощность радиопередающих устройств;
- чувствительность радиоприемных устройств;
- коэффициент шума;
- коэффициент модуляции и т.д.

К третьей группе относят:

- частоту вращения механических элементов;
- угловые и линейные перемещения механических элементов;
- количество и скорость расхода жидкости;
- температуру;
- давление жидкости и газа.

К четвертой группе относят параметры, измерение которых нецелесообразно по причине их очевидности или сложности реализации таких измерений. Например, яркость свечения электронно-лучевых трубок, распределение температур по поверхности или объему конструкции, шумовые параметры работы электродвигателя и др.

В последнее время развитие электронной техники позволило создать средства неразрушающего контроля, которые сами по себе представляют сложные системы и позволяют решать задачи, связанные с решением проблем измерения отмеченных параметров. Использование таких средств целесообразно и оправдано экономически при диагностировании сложных и ответственных объектов, состояние которых связано с обеспечением безопасности и безаварийности существующих производств, состояния окружающей среды и т.п.

Различные задачи, решаемые системой технического диагностирования, требуют оценки различных диагностических параметров. Так задача локализации дефектов требует, как правило, оценки значительно большего числа диагностических параметров, чем задача определения работоспособности изделия. Задача прогнозирования требует оценки только таких диагностических параметров, которые характеризуют тенденции изменения состояния аппаратуры с течением времени.

Прогнозирование технического состояния – это определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное (исправное) состояние объекта или вероятности сохранения работоспособного (исправного) состояния объекта на заданный интервал времени.

Технические средства, используемые при прогнозировании состояния электрорадиоэлектронной аппаратуры, классифицируются по принципам прогнозирования, базисным и функциональным различиям, виду прогнозируемых процессов, особенностям вычислительных правил, типу действия.

По принципам прогнозирования различают средства, реализующие аналитическое прогнозирование (САП), вероятностное прогнозирование (СВП), статистическую классификацию (ССК). Кроме того, можно использовать комбинированные и комплексные технические средства прогнозирования.

В комбинированных технических средствах прогнозирования одновременно реализованы различные принципы прогнозирования, например с использованием технических средств, осуществляющих статистическую классификацию (грубое прогнозирование – определение временного интервала) и аналитическое прогнозирование (точное прогнозирование внутри определенного интервала). Технические средства прогнозирования могут основываться на использовании ЭВМ, входящей в состав аппаратуры или быть специализированными.

САП в процессе работы обеспечивают измерение скорости изменения параметров сигналов, поступающих с контрольных точек диагностируемого объекта. Далее сравнивая эти изменения с заданными, определяют посредством экстраполяции значение прогнозируемого параметра на заданный момент времени, прогнозируя состояние диагностируемой системы.

СВП предусматривают определение вероятности выхода (невыхода) диагностируемого параметра за допустимые пределы в определенный (заданный) момент времени. При этом определяются параметры стационарных и нестационарных случайных процессов, которыми являются процессы изменения диагностируемых параметров. Далее определяются статистические связи между изменениями характеристик реальных и эталонных процессов, на основании которых строится регрессионная модель поведения технической системы на необходимый временной интервал.

ССК решают задачу отнесения аппаратуры к одному из классов состояний, которые связаны со степенью работоспособности или временем гарантированного сохранения аппаратурой работоспособности.

1.3 Особенности диагностирования средств ЭВТ АТК

Средства ЭВТ (микропроцессорные системы и ЭВМ) являются органической составной частью современных автоматизированных систем. В отличие от аналоговых электронных устройств систем управления цифровые устройства требуют специфического подхода при реализации диагностирования. При их диагностировании применяются в основном тестовые методы.

При проверках отдельных устройств и элементов выделяют три типа тестирования:

- статическое;
- динамическое;
- параметрическое.

При статическом тестировании частота смены тестовых наборов на входе диагностируемого устройства и частота съема реакций значительно ниже, чем при работе устройства в реальных условиях.

При динамическом тестировании входные наборы подаются, а выходные реакции анализируются на частотах, максимальных для данного устройства.

При параметрическом тестировании проверяются динамические параметры и предполагаются измерения уровней напряжения, тока, задержек и других параметров.

Для тестового диагностирования функционального узла необходимо выполнить следующие операции:

- подготовить тестовые воздействия и эталонные реакции и перенести их на носители информации;
- сформировать и подать тестовые воздействия на объект диагностирования (этап стимуляции);
- снять и зарегистрировать выходные реакции;
- произвести оценку выходных реакций путем сравнения с эталонными (этап анализа).

Подача воздействий и съем реакций может осуществляться:

- через краевые разъемы печатных плат;
- через разъем микропроцессора;
- во всех точках диагностируемого устройства.

По методам стимуляции и получении оценки реакции диагностируемого устройства выделяют следующие типы тестирования:

- тестирование с хранимой программой;
- вероятностное тестирование;
- компактное тестирование;
- сигнатурное тестирование;
- синдромное тестирование;
- кольцевое тестирование;
- внутрисхемная эмуляция.

Рассмотрим эти типы тестирования подробнее.

Тестирование с хранимой программой (функциональная схема организации показана на рисунке 1) предполагает подачу на объект диагностирования (ОД) тестовых наборов с генератора тестов (ГТ), содержащего набор тестов, подготовленный заранее вручную или автоматически, с последующим сравнением анализатором (А) выходной реакции с эталонной, полученной заранее специальными средствами подготовки тестов. Тесты могут храниться в ОЗУ. Результат диагностирования (РД) получается после сравнения выходной реакции ОД с эталонной реакцией.

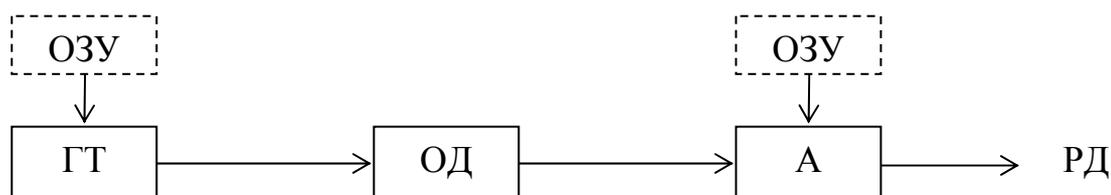


Рисунок 1 – Функциональная схема организации тестирования с хранимой программой

Вероятностное тестирование (функциональная схема организации показана на рисунке 2) основано на использовании генератора псевдослучайных воздействий, который реализуется на регистре с обратными связями.

Анализатор обрабатывает выходные реакции по определенным правилам (определяет, например, математическое ожидание числа сигналов) и сравнивает полученные значения с эталонными. Эталонные значения рассчитываются заранее либо получают на заранее отлаженном и проверенном таком же устройстве.



Рисунок 2 – Функциональная схема организации вероятностного тестирования

Компактное тестирование (сравнение с эталоном) заключается в том, что эталонные реакции образуются в процессе тестирования с помощью дублирующего устройства – эталона (ЭОД). Метод стимуляции может быть любой (программный, с помощью ГПВ). Анализатор производит сравнение выходной реакции ОД и эталонной реакции, получаемой с ЭОД. Функциональная схема организации компактного тестирования показана на рисунке 3.

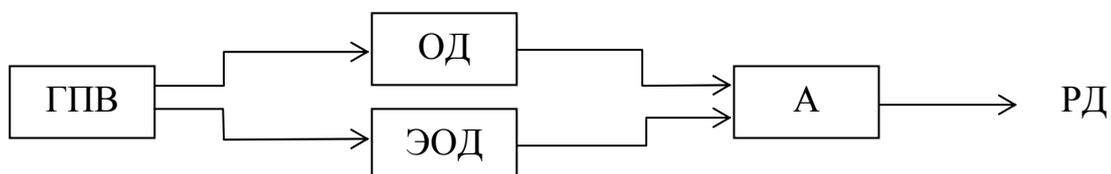


Рисунок 3 – Функциональная схема организации компактного тестирования

Сигнатурное тестирование заключается в обработке выходных реакций ОД, полученных за фиксированный интервал времени, на регистре сдвига с обратными связями – сигнатурном анализаторе (СА) с последующей перекодировкой (сжатием) в короткие коды – сигнатуры. Полученные сигнатуры сравниваются с эталонными, которые получают расчетным путем либо на предварительно отлаженном устройстве. Стимуляция осуществляется с помощью ГПВ или программными методами в фиксированном интервале времени, совпадающим с временем анализа. Функциональная схема организации сигнатурного тестирования показана на рисунке 4.



Рисунок 4 - Функциональная схема организации сигнатурного тестирования

Синдромное тестирование (метод счета числа переключений) основано на подсчете счетчиком (СЧ) числа единиц на выходе ОД, на вход которого подаются тестовые наборы с генератора тестов (ГТ). Если число единиц не соответствует эталонному значению, то ОД считается неисправным. Функциональная схема организации синдромного тестирования показана на рисунке 5.



Рисунок 5 - Функциональная схема организации синдромного тестирования

Кольцевое тестирование основано на использовании универсального регистра сдвига (УРГС), который может быть преобразован с помощью управляющих сигналов (УС) либо в генератор псевдослучайных воздействий, либо в сигнатурный анализатор. ГПВ и СА поочередно подключаются к ОД с помощью мультиплексоров (МХ). Управляющие сигналы подаются через устройство управления (УУ), результат диагностирования выводится через устройство вывода (УВ). Функциональная схема организации кольцевого тестирования показана на рисунке 6.

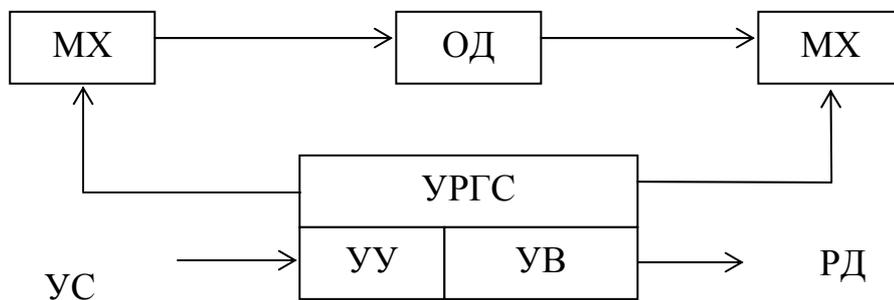


Рисунок 6 - Функциональная схема организации кольцевого тестирования

Внутрисхемная эмуляция предполагает, что производится эмуляция (подмена) некоторого выбранного узла (элемента) микропроцессорной системы (МПС) однотипным узлом (элементом), находящимся в составе внутрисхемного эмулятора. При этом функции и режим работы МПС сохраняются практически такими же, как и в реальном применении, обеспечивается программно-управляемый доступ к схемам МПС для задания различных отладочных и диагностических режимов работы, внесения изменения, оценки состояния.

1.4 Средства неразрушающего контроля

Для диагностирования объектов, состояние которых определяется параметрами, требующими проведения сложных измерений необходимо использовать методы неразрушающего контроля (НК).

Методы НК можно разделить на активные и пассивные. На основе активных методов, которые основаны на анализе параметров физических полей после их взаимодействия с контролируемым объектом, реализуются тестовые методы диагностирования. На основе пассивных методов, которые основаны на анализе параметров физических полей, излучаемых контролируемым объектом при технологических воздействиях, реализуются рабочие методы диагностирования.

Неразрушающий контроль, в зависимости от физических полей, анализ параметров которых положен в его основу, подразделяется на виды:

- магнитный;
- электрический;
- вихретоковый;
- радиоволновый;
- тепловой;
- оптический;
- радиационный;
- акустический.

При исследовании состояния сложных систем, когда необходим анализ параметров четвертой группы (классификация по методам съема и обработки информации), измерения которых затруднены по причине сложности их реализации (распределение температур по поверхности или объему конструкции, шумовые параметры работы электродвигателя, трансформатора и др.) наиболее приемлемы рабочие методы диагностирования, основанные на реализации пассивных методов НК, то есть методов, использующих параметры физических полей излучаемых объектом диагностирования.

Такие методы имеются в следующих названных видах НК:

- в магнитном виде – метод, основанный на эффекте Баркгаузена;
- в электрическом виде - метод экзоэлектронной эмиссии;
- в тепловом виде – метод собственного излучения;
- в радиационном виде – автоэмиссионный метод;
- в акустическом виде – акустико-эмиссионный метод.

Существует также метод вибродиагностики, который применяется в основном для диагностирования деталей и узлов, в которых имеются вращающиеся элементы. Это электродвигатели, электрогенераторы, сельсины и т.д. при этом методе анализируется спектр механических вибрационных сигналов в звуковом диапазоне частот и выявляется неисправный элемент по превышению уровня сигнала на определенной частоте.

Наиболее удобными для реализации при диагностировании электрорадиоэлектронной аппаратуры являются: метод собственного излучения в тепловом виде НК и акустико-эмиссионный метод в акустическом виде НК.

Метод собственного теплового излучения реализуются с помощью измерителей температуры различного принципа действия. Для контактной термометрии используются измерители температуры на основе:

- жидкостных капиллярных термометров;
- манометрических термометров;
- дилатометрических термометров;
- биметаллических термометров;
- термоэлектрических датчиков на основе эффекте Зеебека (термопар);
- терморезистивных преобразователей;
- термошумовых термометров;
- магнитных термометров;
- термочастотных термометров, например на основе кварцевой пластины;
- термемкостных термометров;
- термотранзисторных термометров;
- волоконно-оптических термометров;
- термохромных индикаторов;
- жидкокристаллических индикаторов;
- плавящихся термоиндикаторов;
- люминофорных термоиндикаторов;
- изооптических термоиндикаторов;

Для бесконтактной термометрии используются измерители температуры на основе:

- яркостных пирометров;
- цветовых пирометров;
- радиационных пирометров;

Для диагностирования изделий в инфракрасном диапазоне удобно использовать тепловизоры. Они применяются для визуализации слабо нагретых тел и оценки их температуры в различных точках методами сканирующей пирометрии, то есть путем последовательного просмотра (сканирования) объекта узкоканальной оптической системой с ИК-приемником и формирования видимого изображения с помощью систем аналогичных телевизионным. Сканирование осуществляется оптико-механическими системами либо электронными средствами.

Электронные тепловизоры подобны портативным телекамерам. По интерфейсам они полностью совместимы с современными персональными компьютерами. Получая полное изображение объекта в инфракрасной области излучения, с помощью визира, перемещаемого по изображению, они позволяют измерять температуру любой точки объекта, а при соединении с компьютером – производить обработку полученного изображения. По виду приемных преобразователей, которыми в основном определяются основные параметры тепловизоров различают:

- тепловизоры на одиночных линейках фотоприемников с двумерной разверткой;
- тепловизоры на субматрицах с суммированием сигналов не менее чем по двум элементам и одномерной разверткой;
- тепловизоры на матрицах CdHgTe с размером чувствительных элементов 20мкм, что позволяет существенно повысить температурную чувствительность;
- тепловизоры на тепловых неохлаждаемых матрицах на основе микроболометров из кремния, а также на основе пироэлектрических матриц, в которых отсутствуют сканер и система глубокого охлаждения.

Акустико-эмиссионный метод - метод НК, основанный на анализе параметров упругих волн акустической эмиссии. Акустическая эмиссия (АЭ) представляет испускание объектом контроля акустических волн. Для конструкционного материала (КМ) изделий АТК - это акустическая эмиссия, вызванная локальной динамической перестройкой структуры материала. Обобщенная структурная схема системы, реализующей акустико-эмиссионный метод представлена на рисунке 7.

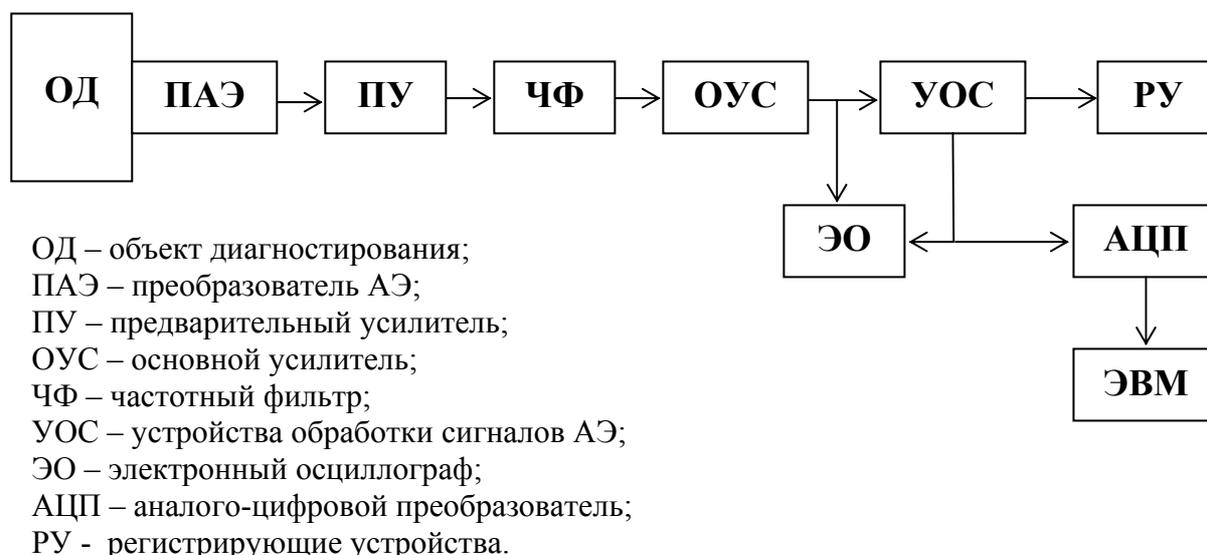


Рисунок 7 – Обобщенная структурная схема АЭ системы

Рассмотрим основные структурные составляющие АЭ системы.

Преобразователь АЭ. Для приема и регистрации сигналов АЭ прежде всего необходимо преобразовать упругие колебания поверхности объекта диагностирования, вызываемые АЭ, в электрический сигнал для его последующей обработки средствами электронной техники с целью выделения из него необходимой информации.

Для преобразования механических сигналов в электрические могут использоваться различные виды преобразователей: емкостные, магнитострикционные, электродинамические, пьезоэлектрические и др.

Наибольшее распространение получили пьезоэлектрические преобразователи из-за своей высокой чувствительности, возможности их реализации в широкой полосе частот, простоты конструкции, небольших размеров, хороших массогабаритных показателей, высокой надежности.

Основой пьезопреобразователя является пьезоэлемент, в качестве которого, целесообразно применять пьезокерамику с высоким коэффициентом электромеханического преобразования, имеющую достаточно высокую температуру Кюри и необходимую механическую прочность. Этими свойствами обладает пьезокерамика на основе цирконата-титаната свинца $Pb(TiZr)O_3$. Поэтому в большинстве случаев в преобразователях АЭ используют материал ЦТС-19. Пьезоэлемент имеет обычно форму диска или цилиндра. Он помещается в металлический корпус и заливается специальным компаундом для обеспечения механической прочности и получения необходимой АЧХ ПАЭ.

Следует отметить, что применяемые ПАЭ отличаются как пьезоэлементами (по материалу и форме), так и их конструкцией, от чего зависят их АЧХ и соответственно чувствительность на различных частотах.

Предварительный усилитель. Предварительный усилитель (ПУ) необходим как для согласования линии связи и последующих каскадов с высоким собственным сопротивлением пьезоэлемента ПАЭ, так и для предварительного усиления сигналов АЭ. Поэтому первый каскад ПУ выполняется на полевых транзисторах. Выходной каскад ПУ как правило имеет низкое выходное сопротивление для согласования с коаксиальным кабелем. Полоса пропускания ПУ согласовывается с АЧХ ПАЭ и частотными параметрами последующих каскадов аппаратуры. Коэффициент усиления ПУ обычно выбирают в пределах 40дБ. Конструктивно ПУ может выполняться как в виде самостоятельного изделия, так и совмещенным с ПАЭ для уменьшения электромагнитных наводок.

Частотный фильтр. Учитывая наличие большого количества помех, как электромагнитных, так и акустических, из всего частотного спектра принимаемых сигналов необходимо выделить полосу частот, в которой сигналы АЭ имеют достаточно большой уровень при условии ослабления внеполосных помех. Это достигается применением частотных фильтров электрических сигналов. Следует отметить, что применяемые фильтры также отличаются большим разнообразием. Применяют как пассивные, так и активные фильтры.

Помимо того, что разные типы фильтров обладают различной селективностью, а, следовательно, и различной постоянной времени, что влияет на разрешающую способность аппаратуры и, соответственно, на результирующие па-

раметры АЭ, активные фильтры, имея ограниченный операционным усилителем динамический диапазон, дополнительно могут вносить нелинейные искажения в принимаемые сигналы.

Частотный диапазон фильтров выбирается в полосе частот от 50 кГц до 1 МГц. Нижняя граница полосы пропускания определяется наличием и уровнем акустических и вибрационных помех, а верхняя – особенностями исследуемого КМ. При проведении специальных исследований частотный диапазон может расширяться.

Основной усилитель. Основной усилитель обеспечивает усиление сигналов до уровня, необходимого для нормального функционирования последующих каскадов – УОС. Выполняется основной усилитель, как правило, на операционных усилителях или специализированных микросхемах. Коэффициент усиления ОУС доходит до 10^4 .

Для наблюдения сигналов АЭ и предварительной ориентировочной оценки их параметров используют электронные осциллографы как аналоговые (в том числе и запоминающие), так и цифровые.

Устройства обработки сигналов АЭ. К таким устройствам относятся функциональные узлы, которые обеспечивают выделение необходимой информации из сигналов для определения соответствующих параметров АЭ. Эти же устройства обеспечивают выделение сигналов АЭ из помех как акустических, вибрационных, так и электромагнитных. Основные параметры АЭ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры АЭ

Термин	Буквенное обозначение	Определение
Число импульсов акустической эмиссии	N_{Σ}	Число зарегистрированных импульсов дискретной АЭ за интервал времени наблюдения
Суммарный счет акустической эмиссии	N	Число зарегистрированных превышений импульсами акустической эмиссии установленного уровня дискриминации (ограничения) за интервал времени наблюдения
Активность акустической эмиссии	Σ	Число зарегистрированных импульсов акустической эмиссии за единицу времени
Скорость счета акустической эмиссии	\dot{N}	Отношение суммарного счета акустической эмиссии к интервалу времени наблюдения
Энергия акустической эмиссии	E	Энергия, выделяемая источником АЭ и переносимая волнами, возникающими в материале
Энергия источника акустической эмиссии	E_c	Энергия механических колебаний, выделяемая в месте локальной перестройки структуры

Регистрирующие устройства. Обеспечивают регистрацию параметров АЭ. Обычно это аналоговые многоканальные самописцы, а при использовании амплитудных анализаторов и цифropечатающие устройства.

При преобразовании сигналов АЭ с помощью АЦП в цифровую форму и применяя для их обработки средства вычислительной техники можно использовать для регистрации параметров АЭ принтеры и плоттеры.

Объемная чувствительность метода АЭ максимальна по сравнению со всеми другими методами НК. Основным источником АЭ является процесс изменения структуры КМ. Дистанционность контроля достигает нескольких метров на каждый ПАЭ. Поэтому метод применим для реализации системы технического диагностирования как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

Поскольку акустико-эмиссионный метод обладает чувствительностью к кинетике изменения структуры, это позволяет оперативно обнаруживать развивающиеся (опасные) дефекты и определять степень их опасности. Метод позволяет производить диагностирование объекта в процессе его функционирования, не выводя из работы, используя рабочие воздействия, существующие при его работе в различных режимах.

Диагностирование изделия может производиться ограниченным числом стационарных датчиков, радиус действия которых достигает нескольких метров. Датчики могут быть установлены на изделие при его монтаже или в процессе пуска-наладки.

Информация о состоянии объекта получается оперативно при обработке данных в режиме реального времени, трудоемкость метода минимальна и связана в основном с установкой датчиков, остальные операции диагностирования могут быть максимально автоматизированы, что позволяет производить диагностирование сложного крупногабаритного изделия одному оператору.

Метод позволяет минимизировать затраты на проведение диагностических работ и экономить средства, необходимые для их проведения при отсутствии необходимости выведения диагностируемого оборудования из эксплуатации.

Акустические виды НК, к которым относится метод АЭ, обладают естественным преимуществом и универсальностью по отношению к различным КМ по сравнению с остальными видами НК, поскольку акустические виды НК основаны на регистрации и анализе параметров упругих волн, распространяющихся в любых КМ.

Поэтому акустико-эмиссионный метод обладает универсальной структурной чувствительностью по отношению к КМ различных видов, так как акустические волны распространяются по всему объему любого КМ независимо от его электрических, магнитных, диэлектрических и оптических свойств и несут информацию именно о его физико-механических, в том числе и прочностных свойствах.

Это важно для обеспечения диагностирования, как КМ на основе металлов и сплавов, так и КМ на основе полимерных композиционных материалов,

которые в настоящее время находят все более широкое применение в машиностроении при изготовлении изделий для различных отраслей промышленности.

Акустико-эмиссионный метод позволяет получать информацию только об опасных – развивающихся дефектах, независимо от их формы и размера и определять степень их опасности оперативно в реальном времени при текущем анализе параметров сигналов акустической эмиссии.

Акустико-эмиссионный метод НК позволяет диагностировать технологические процессы, следствием которых являются структурные изменения обрабатываемого КМ, в том числе:

- механообработку (с одновременным контролем состояния инструмента);
- термообработку;
- гальванические процессы (в том числе и процессы коррозии);
- сварку и пайку;
- литье;
- процесс сборки конструкций при создании напряженных соединений, процесс клепки и создания болтовых соединений;
- процесс испытания изделий в процессе эксплуатации;
- процесс исследования прочностных свойств новых конструкционных материалов.

Особо следует отметить проявление акустической эмиссии в процессе перемагничивания ферромагнитных материалов и переполяризации сегнетоэлектрических материалов, что позволяет диагностировать такие ответственные устройства автоматизированных систем как трансформаторы и датчики первичной информации в процессе их функционирования.

Диагностирование состояния ферромагнитных КМ с применением эффекта Баркгаузена, основывается на ступенчатом изменении намагниченности ферромагнетиков при непрерывном изменении внешнего магнитного поля. Эффект обусловлен доменной структурой ферромагнетиков.

Процесс перемагничивания ферромагнетиков зависит от наличия различного вида неоднородностей в структуре КМ (инородные включения, дефекты в виде микро- и макротрещин, остаточные напряжения и т.п.). Анализ параметров сигналов, сопровождающих перемагничивание КМ, позволяет производить диагностирование состояния его структуры.

Проведенные эксперименты показали возможность контроля за процессом перемагничивания КМ, используя не только электромагнитный метод регистрации скачков намагниченности, при котором часть сигналов от внутренних слоев образца экранируется самим материалом, но и акустико-эмиссионный метод. Анализ параметров упругих колебаний, возникающих при скачках Баркгаузена и распространяющихся в КМ, позволяет получать дополнительную информацию о процессе перемагничивания и, соответственно, о структуре диагностируемого КМ по всему его объему. Совместное применение электромагнитного и акустического методов регистрации скачков намагниченности обеспечивает повышение достоверности процесса диагностирования. Метод, позво-

ляет наблюдать на экране электронного осциллографа участки петли гистерезиса, на которых происходит интенсивная перестройка доменной структуры КМ.

Стохастический характер процессов перемагничивания ферромагнетиков и сегнетоэлектриков позволяет использовать сигналы, излучаемые при перестройке доменной структуры и имеющие случайный характер, для имитации входных сигналов соответствующих систем управления. Метод применим и для диагностирования ферромагнитных сердечников и пьезоэлементов, применяемых в электронных узлах аппаратуры систем управления, в тех случаях, когда важна стабильность их функционирования при минимальном уровне собственных шумов.

Метод АЭ обладает высокой чувствительностью к растущим дефектам. Его чувствительность значительно превосходит чувствительность других методов. Предельная чувствительность акустико-эмиссионной аппаратуры, по расчетным оценкам, составляет порядка 10^{-6} мм², что соответствует выявлению скачка трещины протяженностью 1 мкм на величину 1 мкм. В производственных условиях метод АЭ позволяет выявить приращение трещины на десятые доли миллиметра.

Акустическая эмиссия, вызванная гидродинамическими и (или) аэродинамическими явлениями при протекании жидкости или газа через сквозную несплошность объекта испытаний (акустическая эмиссия утечки) позволяет контролировать герметичность как при соответствующих испытаниях изделий, так и в процессе их эксплуатации.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что метод АЭ может применяться как для диагностирования состояния элементов и соединений электронных устройств систем управления автоматизированных систем, электромеханических и гидропневматических исполнительных устройств систем управления, так и для оценки состояния самого объекта управления на уровне его структуры непосредственно при реализации технологического процесса в режиме реального времени.

2 Цель работы и задачи

Целью работы является освоение методов проведения контроля и диагностирования автоматизированных систем, получение навыков организации и проведения диагностирования при обслуживании сложных технических систем, которыми являются современные автоматизированные системы и технологические комплексы.

Все задачи, решаемые при выполнении работы, делятся на следующие этапы:

- изучение диагностируемого изделия, на основе которого построен лабораторный стенд;
- подготовка к проведению диагностирования;
- проведение диагностирования;

- сдача изделия после проведения диагностирования;
- защита отчета о проделанной работе.

В качестве объектов диагностирования студентам предлагается ряд изделий ЭВТ как наиболее характерных составных частей современных автоматизированных систем управления, оформленных в виде лабораторных стендов: матричный принтер, устройство ввода – вывода информации на магнитный носитель, дисплей, набор стабилизированных источников вторичного электропитания (непрерывный и импульсный последовательные компенсационные стабилизаторы напряжения, многоканальный источник вторичного электропитания на основе преобразователя напряжения со стабилизацией напряжения по каждому каналу).

3 Этапы выполнения работы

3.1 Изучение диагностируемого изделия

При выполнении этого этапа студенты производят изучение конкретного изделия, выбранного для проведения диагностирования, по оригинальной документации предприятия изготовителя с использованием научно-технической литературы. При этом студентам необходимо ознакомиться с назначением изделия, его эксплуатационными параметрами и техническими характеристиками, требованиями по проведению диагностирования этого изделия и порядком его приемки после проведения диагностирования.

Перечень параметров, технических характеристик и требований приводится в отчете по этапу. По выполненному этапу составляется и защищается отчет, после сдачи, которого студент допускается к выполнению следующего этапа.

Для составления отчета необходимо наличие материалов, подтверждающих изучение изделия.

Для этого необходимо:

- подготовить краткое описание всех интегральных микросхем, входящих в заданное устройство с предоставлением условных графических обозначений и описанием назначения всех выводов каждой интегральной микросхемы (БИС, кроме того, должны быть представлены структурными или функциональными схемами с кратким описанием всех их режимов работы по этим схемам);
- составить структурную и функциональную схемы изделия в соответствии с действующими стандартами ЕСКД (каждая схема должна иметь краткое описание).

Эти материалы входят в состав общей части отчета для всей бригады. При выполнении работы в составе бригады каждый студент выбирает по согласованию с преподавателем функционально-законченный узел изделия и составляет его структурную, функциональную и принципиальную электриче-

скую схемы в соответствии с действующими стандартами ЕСКД как на самостоятельный конструктивный узел с подключением с помощью разъемов в основную часть схемы изделия, из которой он выделен. Каждая схема должна иметь краткое описание.

3.2 Подготовка к проведению диагностирования

При выполнении этого этапа производится подготовка к выполнению диагностирования. При этом на основе составленных при выполнении первого этапа функциональных схем всего изделия и выделенных функционально-законченных узлов составляются схемы для проведения рабочего и тестового диагностирования всего изделия и выделенных узлов.

Для этого диагностируемую сложную систему приводят к последовательной структуре, учитывая общие требования и допущения.

На основе полученной приведенной последовательной структуры разрабатываются схемы алгоритмов для метода последовательного поиска и для метода дихотомии (половинного деления). Для поиска неисправностей и контроля применяются методы рабочего и тестового диагностирования.

По выполненному этапу составляется и защищается отчет, после сдачи, которого студент допускается к выполнению следующего этапа.

В отчет по этапу включаются все схемы приведенных последовательных структур, схемы алгоритмов диагностирования, временные диаграммы сигналов в контрольных точках, с указанием всех параметров этих сигналов, необходимых для проведения диагностирования.

3.3 Проведение диагностирования

В процессе выполнения этого этапа производится включение изделия, проверка его параметров на соответствие технической документации предприятия изготовителя, проверка функционирования изделия в различных штатных режимах работы, контроль и диагностирование изделия на предмет поиска искусственно введенных неисправностей, проведение необходимых регулировок в случае смены электрорадиоэлементов при ремонте изделия.

ВНИМАНИЕ!

Включение изделия и его диагностирование осуществляется только после проверки изделия инженером и в его присутствии.

По выполненному этапу составляется и защищается отчет, после сдачи которого студент допускается к выполнению следующего этапа. Отчет включает акт о соответствии реальных параметров изделия установленным пред-

приятием изготовителем, описание процесса поиска неисправности и возможные причины появления подобных неисправностей, перечень проведенных регулировок и замененных при проведении ремонта электрорадиоэлементов.

3.4 Сдача изделия после проведения диагностирования

В процессе выполнения этого этапа работоспособное устройство сдается по акту лаборанту или инженеру лаборатории. При этом имитируются отношения предприятия, эксплуатирующего АТК и предприятия, выполняющего пуско-наладочные работы (диагностирование) по вводу АТК в действие. По выполненному этапу составляется и защищается отчет, после сдачи которого студент допускается к выполнению следующего этапа. Отчет включает акт, форму которого предлагается разработать и защитить самому студенту.

3.5 Защита отчета о проделанной работе

В процессе выполнения этого этапа производится сдача студентом преподавателю всего отчета, который включает в себя отчеты по каждому завершённому этапу выполненных работ. При этом студент отчитывается по всей работе, обосновывая применение в работе соответствующих методов диагностирования, рассмотренных в данном учебно-методическом пособии и отвечая на контрольные вопросы.

4 Порядок выполнения работы

При выполнении лабораторной работы следует придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) ознакомиться с лабораторным стендом и правилами безопасности при работе с ним;
- 2) ознакомиться с расположением электрорадиоэлементов, в том числе кнопок, переключателей, элементов индикации и контрольных точек на конструктивных частях изделия;
- 3) подготовить к работе устройство согласно документации предприятия изготовителя;

ВНИМАНИЕ!

Включение изделия и его диагностирование осуществляется только после проверки изделия инженером и в его присутствии.

4) после проверки правильности установки рабочих режимов лаборантом включить стенд;

5) произвести проверку работоспособности изделия, соответствия его параметров документации предприятия изготовителя, произвести наблюдение сигналов в контрольных точках и зафиксировать их;

6) выключить стенд;

7) по согласованию с преподавателем выбрать задачу для проведения исследований по диагностированию данного изделия;

8) после проведения лаборантом соответствующих переключений в блоке задания искусственной неисправности, используя результаты первоначальной проверки работоспособности изделия, произвести соответствующую работу по отысканию неисправности изделия - диагностированию, ее устранению и необходимую регулировку изделия после замены неисправных электрорадиоэлементов на исправные;

9) произвести наблюдение сигналов в контрольных точках с помощью электронного осциллографа и убедиться в их соответствии сигналам, снятым в этих точках в исходном состоянии изделия;

10) продемонстрировать процесс и результаты диагностирования изделия преподавателю;

11) выключить стенд и привести рабочее место в исходное состояние.

5 Требования к отчету

Отчет состоит из общей части для всей бригады и индивидуальных частей для каждого студента.

В общую часть отчета включаются материалы, касающиеся всего изделия. В индивидуальную часть для каждого студента включаются все материалы, касающиеся выбранного им функционального узла как части всего изделия. При подготовке краткого описания интегральных микросхем, следует придерживаться следующей последовательности: марка, название, назначение, режимы работы. Для микросхем, входящих в функциональный узел и необходимо дополнительно привести:

- полное условное графическое обозначение с обозначением функций выводов и их нумерацией;

- таблицу с обозначением выводов и расшифровкой их функционального обозначения;

- таблицу основных параметров.

Сложные микросхемы (БИС и СБИС) помимо того должны быть представлены структурными или функциональными схемами, содержать информацию о режимах работы с приведением правил их программирования для перевода в соответствующий режим.

В отчет включаются в обязательном порядке временные диаграммы сиг-

налов в контрольных точках, как для функциональной схемы всего изделия, так и для функциональных схем индивидуальных функциональных узлов.

Для всех функциональных схем приводятся преобразования их в последовательные структуры в соответствии с отмеченными выше правилами. Для всех последовательных структур приводятся схемы алгоритмов диагностирования, как для последовательного метода, так и для метода дихотомии (половинного деления).

Отчет составляется один на бригаду. Текстовая часть оформляется на листах белой бумаги формата А4 с учетом всех требований стандартов ЕСКД к текстовым документам. Схемы выполняются на листах белой бумаги соответствующего формата. Принципиальные электрические схемы с перечнями элементов выносятся в приложение.

6 Порядок защиты отчета

При представлении преподавателю полного комплекта материалов в составе отчета, выполненного в соответствии с заданием и оформленного в соответствии со стандартами ЕСКД, студент допускается к защите работы.

При защите работы каждый студент должен:

- показать знание назначения и работы диагностируемого изделия;
- показать знание назначения всех микросхем, входящих в состав заданного диагностируемого изделия;
- по функциональной схеме пояснить принцип работы диагностируемого изделия во всех режимах;
- по принципиальной электрической схеме подробно пояснить работу всех элементов диагностируемого изделия;
- по временным диаграммам сигналов в контрольных точках пояснить сущность метода функциональных проб для каждого функционального узла;
- пояснить порядок диагностирования изделия и особенности диагностирования аналоговых и цифровых узлов;
- обосновать применение выбранных методов диагностики при диагностировании конкретных устройств автоматизированных систем;
- ответить на ряд контрольных вопросов.

7 Контрольные вопросы

Для сдачи отчета по лабораторной работе студент должен ответить на следующие вопросы:

- 1) дайте определение термина “контроль технического состояния изделия”;
- 2) дайте определение термина “техническое диагностирование”;
- 3) поясните, каким образом надежность автоматизированных систем связана с применением технической диагностики;
- 4) приведите примеры энергетических узлов автоматизированной системы;
- 5) приведите примеры функциональных узлов автоматизированной системы;
- 6) чем отличаются пассивные и активные признаки нормальной работы изделия?
- 7) дайте определение метода функциональных проб;
- 8) что является альтернативой метода функциональных проб?
- 9) каковы преимущества метода функциональных проб?
- 10) каковы особенности поиска отказа в сложной системе?
- 11) какие преобразования структуры сложной системы необходимо произвести при ее подготовке к диагностированию?
- 12) назовите основные алгоритмы поиска неисправности в системе с приведенной последовательной структурой;
- 13) какие параметры функциональных элементов сложной системы необходимо знать для построения алгоритма ускоренного поиска неисправности?
- 14) дайте определение теста;
- 15) дайте определение тестовой последовательности;
- 16) дайте определение тестового набора;
- 17) назовите методы тестирования;
- 18) каков принцип действия сигнатурного анализатора?
- 19) назовите преимущества и недостатки рабочего и тестового методов технического диагностирования;
- 20) каким образом формируются эталонные реакции при методе компактного тестирования?
- 21) для чего используется генератор псевдослучайных воздействий?
- 22) приведите примеры вспомогательных сигналов;
- 23) приведите примеры полезных сигналов;
- 24) что является основой сигнатурного анализатора?
- 25) что такое сигнатура?
- 26) какие методы сжатия кодов используются при формировании сигнатуры?
- 27) приведите примеры встроенных элементов контроля;
- 28) в каких случаях используются внешние контролирующие устройства?

- 29) в чем состоит особенность динамического метода тестирования?
- 30) в чем состоит особенность статического метода тестирования?
- 31) в чем состоит особенность параметрического метода тестирования?
- 32) каким образом реализуется принцип временной избыточности в системах автоматического контроля?
- 33) на каком уровне представления ЭВМ в системах автоматического контроля используют контроль по нарушению защиты памяти?
- 34) на каком уровне представления ЭВМ в системах автоматического контроля используют периодическое микропрограммное и программное тестирование?
- 35) при реализации какого принципа используют метод решения задачи методом двойного счета с последующим сравнением результатов?
- 36) для каких целей используются тепловизоры?
- 37) для диагностирования каких процессов используется акустико-эмиссионный метод?
- 38) назовите основные преимущества акустико-эмиссионного метода по сравнению с другими методами НК;
- 39) назовите основные параметры акустической эмиссии;
- 40) для диагностирования каких объектов используются методы вибродиагностики;
- 41) какими преимуществами обладают пассивные методы НК по сравнению с активными методами?
- 42) перечислите виды НК;
- 43) какой метод НК реализуется с помощью измерителей температуры;
- 44) что составляет основу измерителей температуры для контактной термометрии?
- 45) что составляет основу измерителей температуры для бесконтактной термометрии?

Список использованных источников

- 1 **Жураковский, Л.А.** Акустическая эмиссия в процессе перестройки доменной структуры / Л.А. Жураковский, Н.В. Квасов, Ю.И. Коротченко, Ф.Г. Узенбаев; Ред. журн. Известия высш. учебн. заведений. Физика. - Томск, 1978. - 6 с. - Деп. в ВИНТИ ГК СМ СССР по НиТ и АН СССР 28.08.78, № 2879-78.
- 2 Интегральные микросхемы: справочник / Б.В. Тарабрин [и др.]; под ред. Б.В. Тарабрина. - М.: Энергоатомиздат, 1985.- 528 с.
- 3 **Каган, Б.М.** Основы эксплуатации ЭВМ: учебн. пособие / Б.М. Каган [и др.]; под ред. Б.М. Кагана - М.: Энергоатомиздат, 1988.- 432 с.
- 4 **Клюев, В.В.** Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В.В. Клюев [и др.]; под ред. В.В. Клюева – М.: Машиностроение, 1995.- 448 с.
- 5 **Коротченко, Ю.И.** Диагностика состояния ферромагнитных конструкционных материалов с помощью эффекта Баркгаузена / Ю.И. Коротченко // Прочность и разрушение материалов и конструкций: материалы Третьей Всероссийской научно-технической конференции. – Орск: Изд-во ОГТИ, 2002.- С.77.
- 6 Микропроцессоры: в 3-х кн. Кн.1: Архитектура и проектирование микроЭВМ. Организация вычислительных процессов: учебн. для втузов / П.В. Нестеров [и др.]; под ред. Л.Н. Преснухина. - М.: Высш.шк., 1986. - 495 с.
- 7 Микропроцессоры: в 3-х кн. Кн.2: Средства сопряжения. Контролирующие и информационно-управляющие системы: учебн. для втузов/ В.Д. Вернер [и др.]; под ред. Л.Н. Преснухина. - М.: Высш.шк., 1986.- 383 с.
- 8 Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы: учеб. пособие/ В.В. Солодовников [и др.]; под ред. В.В. Солодовникова. - М.: Высш.шк., 1991.- 255 с.
- 9 Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: справочник в 2-х т. / Н.Н. Аверьянов [и др.]; под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1988. - Т.1. - 368 с.
- 10 Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: справочник в 2-х т. / Н.Н. Аверьянов [и др.]; под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1988. - Т.2. - 368 с.
- 11 **Усатенко, С.Т.** Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т. Усатенко [и др.] - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 325 с.
- 12 **Хвощ, С.Т.** Микропроцессоры и микро-ЭВМ в системах автоматического управления / С.Т. Хвощ [и др.] - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987.- 640 с.
- 13 **Шило, В.Л.** Популярные цифровые микросхемы / В.Л. Шило. - Челябинск: Металлургия, 1989. - 352 с.
- 14 **СТП 101-00.** Общие требования и правила оформления выпускных квалификационных работ, курсовых проектов (работ), отчетов по РГР, по УИРС, по производственной практике и рефератов. - Взамен СТП 2069022.101-88, СТП 2069022.102-93, СТП 2069022.103-92, СТП 2069022.105-95, СТП 2069022.108-93; введ. 2000-12-25. – Оренбург: ОГУ, 2000. – 62 с.

15 **ГОСТ 2.701-84**. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Взамен ГОСТ 2.701-76; введ. 1985-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 16 с.

16 **ГОСТ 2.702-75**. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – Взамен ГОСТ 2.702-69; введ. 1977-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 31 с.

17 **ГОСТ 2.710-81**. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – Взамен ГОСТ 2.710-75; введ. 1981-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.

18 **ГОСТ 2.721-74**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – Взамен ГОСТ 2.721-68, ГОСТ 2.783-69; введ. 1975-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 22 с.

19 **ГОСТ 2.723-68**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители. – Взамен ГОСТ 7624-62; введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 19 с.

20 **ГОСТ 2.728-74**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы. – Взамен ГОСТ 2.728-68, ГОСТ 2.729-68, ГОСТ 2.747-68; введ. 1975-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 22 с.

21 **ГОСТ 2.730-73**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. – Взамен ГОСТ 2.730-68; введ. 1974-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 28 с.

22 **ГОСТ 2.743-91**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники. – Взамен ГОСТ 2.743-82; введ. 1993-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 35 с.

23 **ГОСТ 2.755-87**. ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. – Взамен ГОСТ 2.738-68, ГОСТ 2.755-74; введ. 1988-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 21 с.

24 **ГОСТ 2.759-82**. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники. – Введ. 1983-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.

25 **ГОСТ 20911-89**. Техническая диагностика. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 20911-75; введ. 1991-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.

Приложение А (Справочное)

Термины и определения

(По ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения)

Таблица 1 – Термины и определения технической диагностики (избранные)

Термин	Определение
1	2
Объект технического диагностирования (контроля технического состояния) Объект <i>Unit under test</i>	Изделие и (или) его составные части, подлежащие (подвергаемые) диагностированию (контролю)
Техническое состояние объекта Техническое состояние <i>Technical state of an object</i>	Состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект
Техническая диагностика Диагностика <i>Technical diagnostics</i>	Область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов
Техническое диагностирование Диагностирование <i>Technical diagnosis</i>	Определение технического состояния объекта. Примечания - <i>Задачами технического диагностирования являются:</i> - <i>контроль технического состояния;</i> - <i>поиск места и определение причин отказа (неисправности);</i> - <i>прогнозирование технического состояния.</i> <i>Термин “Техническое диагностирование” применяют в наименованиях и определениях понятий, когда решаемые задачи технического диагностирования равнозначны или основной задачей является поиск места и определение причин отказа (неисправности).</i> <i>Термин “Контроль технического состояния” применяется, когда основной задачей технического диагностирования является определение вида технического состояния</i>

Продолжение таблицы 1

1	2
<p>Контроль технического состояния Контроль <i>Technical state inspection</i></p>	<p>Проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени. Примечание - <i>Видами технического состояния являются, например, исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т.п. в зависимости от значений параметров в данный момент времени</i></p>
<p>Контроль функционирования</p>	<p>Контроль выполнения объектом части или всех свойственных ему функций</p>
<p>Поиск места и определение причин отказа (неисправности)</p>	<p>-</p>
<p>Прогнозирование технического состояния <i>Technical state prediction</i></p>	<p>Определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Примечание - <i>Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное (исправное) состояние объекта или вероятности сохранения работоспособного (исправного) состояния объекта на заданный интервал времени</i></p>
<p>Технический диагноз (результат контроля) Диагноз <i>Technical diagnosis</i></p>	<p>Результат диагностирования</p>
<p>Рабочее техническое диагностирование Рабочее диагностирование</p>	<p>Диагностирование, при котором на объект подаются рабочие воздействия</p>
<p>Тестовое техническое диагностирование Тестовое диагностирование <i>Testing</i></p>	<p>Диагностирование, при котором на объект подаются тестовые воздействия</p>
<p>Экспресс-диагностирование</p>	<p>Диагностирование по ограниченному числу параметров за заранее установленное время</p>

Лицензия № ЛР02716 от 02.11.98

Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 2,1 Тираж 50 экз. Заказ

РИК ГОУ ОГУ
460352, г. Оренбург, ГСП, пр. Победы, 13
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Оренбургский государственный университет”