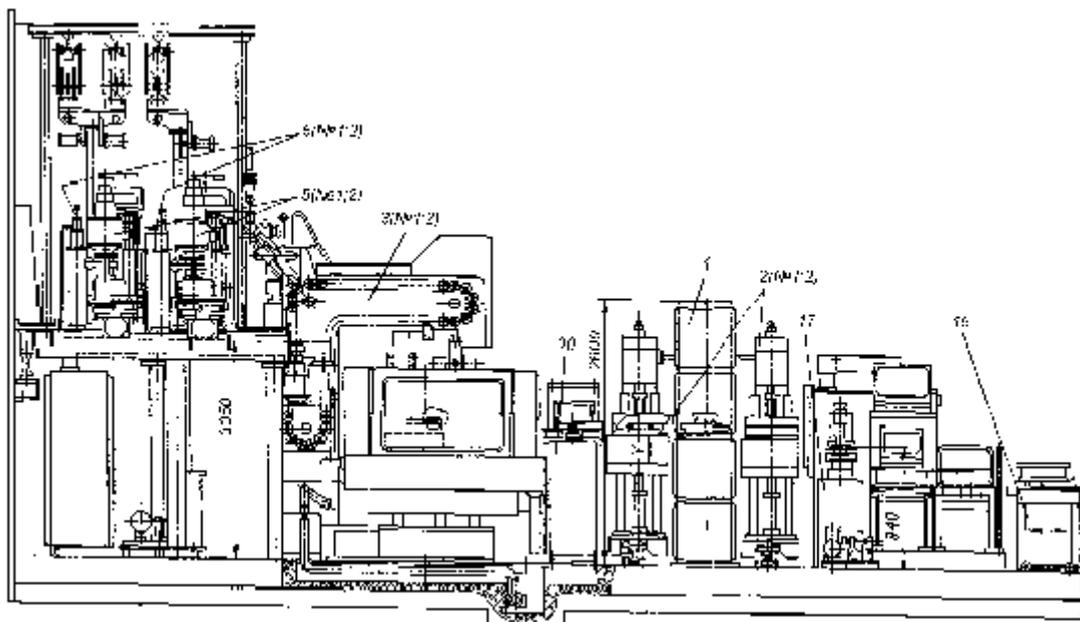


А. А. КУЛЕБЯКИН, Л. А. ВАХРИН, К. А. УКРАЖЕНКО

ДИАГНОСТИКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ



Ярославль 2004

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ МИНИСТЕР-
СТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ДИАГНОСТИКА
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рекомендовано научно-методическим советом университета
в качестве учебного пособия

Ярославль, 2004

ББК 32.97

К90

А.А. Кулебякин, Л.А. Вахрин, К.А. Украженко.
 К 90 Диагностика компьютерных технологических систем/
 Учебное пособие. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2004. – 70 с.
 ISBN 5-230-20592-X

В учебном пособии представлена методика выбора технических средств диагностики компьютерных технологических систем, основанная на системном подходе к процессу построения средств диагностики для машиностроительного оборудования (с выделением составных частей и связей между ними). Рассмотрены архитектура средств диагностики компьютерных технологических систем, структурный и функциональный метод диагностики компьютерных технологических систем, нашедших отражение в таких разделах, как введение, общие вопросы диагностики компьютерных технологических систем, основные понятия и определения, объекты диагностики, организация процесса диагностики, функциональные схемы систем диагностики, способы реализации алгоритмов диагностики, дискретные комбинационные объекты диагностики, структурный метод исследования объекта диагностики, эквивалентная форма логической сети, диагностика ПЭВМ, диагностические тестовые программы для ПЭВМ, этапы наладки компьютерной технологической системы.

Предназначено для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения.
 Ил. 21. Табл. 2. Библиогр.18.

УДК 681.3
 ББК 32.97

Рецензенты: кафедра «Информационных и сетевых технологий»
 Ярославского государственного университета
 им. П.Г. Демидова (зав. каф., канд.техн. наук, профессор
 А.В. Зафиевский);
 А.М. Трофимов, канд. техн. наук, доцент, зам. генераль-
 ного директора ОАО «ИФО».

ISBN 5-230-20592-X

© Ярославский государственный технический университет, 2004 г.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- ТД - техническая диагностика.
- КТС - компьютерная технологическая система.
- СД – система диагностики.
- ОД – объект диагностики.
- ВЗУ - внешнее запоминающее устройство.
- ОС - операционная система.
- ОШ – ошибка.
- ЭВМ - электронно-вычислительная машина.
- ЗУ - запоминающее устройство.
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь.
- ПО - программное обеспечение.
- ЦП – центральный процессор.
- ВУ – внешнее устройство.
- ЗП – запись данных.
- ЧТ – чтение данных.
- УВВ - устройства ввода-вывода информации.
- ОП – основная память ЭВМ.
- КМ – конструкционный модуль.
- МСКП – мехатронная система координатного позиционирования.
- СТД – система тестовой диагностики.
- СФД - система функциональной диагностики.
- СДНФ - совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
- МДНФ – минимальная дизъюнктивная нормальная форма.
- ЭНФ – эквивалентная нормальная форма булевой функции.
- ДНФ - дизъюнктивная нормальная форма.
- ПЭВМ - персональная ЭВМ.
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство.
- ПЗУ – постоянное запоминающее устройство.
- BIOS - Basic Input-Output system.
- ПК - персональный (промышленный) компьютер.
- УУ - устройство управления.

ВВЕДЕНИЕ

Основой поступательного развития общества является научно-технический прогресс. Современное машиностроение было и остается областью, которая во многом определяет это движение.

В настоящее время, несмотря на всестороннюю изученность проблемы создания и применения мехатронных систем автоматизации, задача повышения их эффективности решена не полностью. В этой области можно отметить сложность и громоздкость конструкций мехатронных систем, необходимость в установлении оптимального соотношения технических средств основных подсистем МС, а также необходимость рационального выбора конфигурации аппаратных и программных средств контроля и диагностики.

Известно, что мехатронные системы состоят из нескольких основных подсистем: механической, информационной, управляющей, вычислительной и диагностической. Средства диагностики компьютерной технологической системы (КТС) выполняют функции контроля и диагностики узлов, агрегатов и модулей системы.

Структурный и функциональный подход лежит в основе методики проведения контроля и диагностики компьютерной технологической системы. Средства контроля и диагностики подразделяются на аппаратные и программные.

Средства контроля и диагностики компьютерных технологических систем характеризуются функциональной и конструктивной специализацией. Для программно-диагностируемых систем характерно применение программного обеспечения (ПО), которое имеет определенный объем и количество функций, и может подвергаться замене или расширению в процессе эксплуатации.

Комплекс устройств и программ, способных взаимодействовать при решении задач контроля и диагностики, в совокупности с методами их применения, называется системой технической диагностики.

Использование средств диагностики КТС для решения конкретных задач контроля и диагностики предполагает выбор аппаратного и программного обеспечения в соответствии с конфигурацией механической подсистемы. В результате создают диагностическую подсистему, которая, взаимодействуя с окружающими ее подсистемами, осуществляет решение задач контроля и диагностики в КТС.

Диагностика – это отрасль знаний, включающая в себя теорию и методы организации процессов диагностики. Диагностика – слово,

образованное от греческого – диагностикос – способность распознавать. Это процесс исследования объекта.

Нередко процесс “диагностики оборудования” рассматривают как процесс “управления оборудованием”.

Завершением исследования является получение результатов диагностики, т.е. заключения о состоянии объекта. Например: объект исправен, объект неисправен или в объекте имеется какая-либо неисправность (при этом объект продолжает функционировать).

Техническая диагностика рассматривает три типа задач по определению состояния технических объектов: это задачи определения состояния объекта в прошлом, настоящем и будущем.

Предметом курса являются системы технической диагностики.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1.1. Классификация основных задач технической диагностики (рис. 1.1.)

Воздействия на объект поступают либо от средств диагностики, либо являются внешними сигналами, определяемыми рабочим алгоритмом объекта.

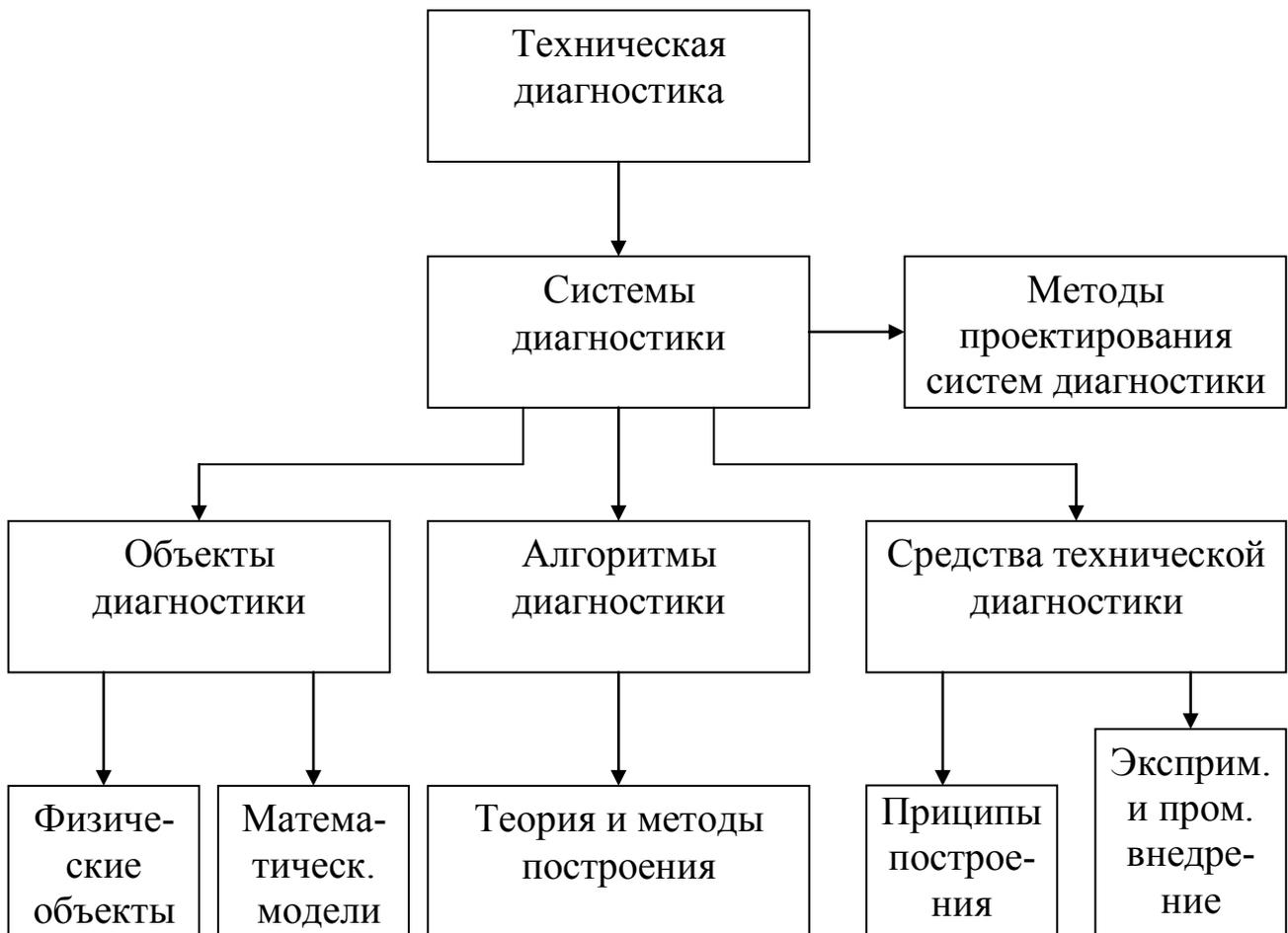


Рис. 1.1. Классификация задач технической диагностики

Например, при использовании инерционных исполнительных механизмов возможна подача кратковременных импульсов на схемы управления.

Существуют системы тестовой диагностики и системы функциональной диагностики. В первом случае подача тестовых воздей-

ствий производится на объект, во втором случае - не производится. Такие системы обычно применяются тогда, когда объект используется по назначению (в противном случае производится имитация рабочих воздействий).

Алгоритм диагностики технического состояния объекта представляет собой формальное описание процесса диагностики. Таким образом, процесс диагностики объекта рассматривают как процесс управления.

Для оптимизации алгоритмов диагностики существует необходимость в разработке формальных методов построения алгоритмов. Это особенно важно для сложных объектов.

Одна из важнейших задач технической диагностики (ТД) – получение статистических данных о вероятностях возникновения неисправностей, а также о затратах времени на обнаружение и устранение неисправностей.

Результаты диагностики объекта требуют расшифровки и представления их в виде, соответствующем уровню средств автоматизации компьютерных технологических систем.

1.2. Системы диагностики технического состояния

Системы тестовой и функциональной диагностики представлены на рис.1.2.

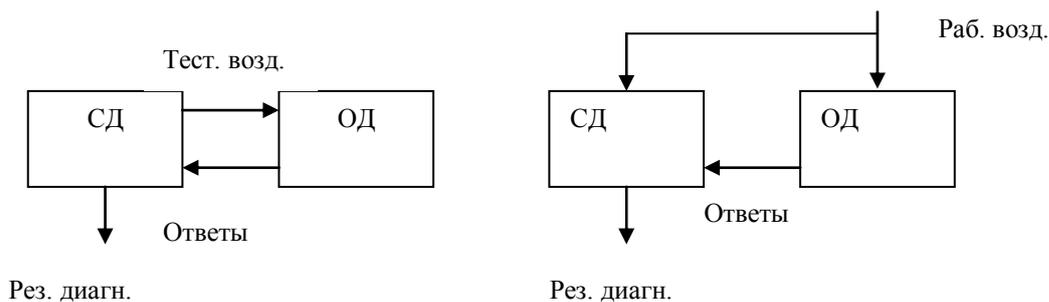


Рис. 1.2. Системы тестовой и функциональной диагностики

СД – система диагностики, ОД – объект диагностики

Входы и выходы КТС могут быть основными и дополнительными. Выходы КТС называют контрольными точками. Результаты эле-

ментарных проверок представляют в виде значений сигналов в контрольных точках.

Аппаратные средства, хранящие информацию о поведении объекта, называются физической моделью объекта. Физической моделью объекта является эталонный экземпляр, или аппаратура для задания допустимых значений параметров, вместе с интерфейсом для ее подключения к устройствам сравнения допустимых значений параметров с фактическими.

При обработке результатов диагностики сопоставляется информация от объекта с информацией, хранящейся в физической модели объекта. Носителем диагностических алгоритмов является внешнее запоминающее устройство (ВЗУ).

Знание технического состояния объекта может быть использовано для различных целей. Например, выбора соответствующего алгоритма диагностики. Результаты диагностики сложных объектов необходимы для организации средств управления.

Совместное применение систем тестовой и функциональной диагностики используют для более эффективной диагностики объектов. Недооценка важности диагностики КТС ведет к непроизводительным затратам. Поэтому разработка систем и средств диагностики является такой же важной частью проекта новой КТС, как и разработка самой КТС или других ее составных частей.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Основные понятия и определения

Основной целью технической диагностики является эффективная проверка состояния работоспособности объектов, а также поиск неисправностей в КТС, необходимые при изготовлении, ремонте и хранении технических средств.

Объекты диагностики по характеру протекания внутренних динамических процессов делятся на два класса:

- 1) с непрерывно изменяющимися параметрами,
- 2) дискретные.

Дискретные объекты, по наличию запоминающего устройства в свою очередь, делятся на комбинационные и с памятью.

Такая классификация позволяет выделить общие и существенные свойства объектов для решения задач технической диагностики. Свойства объектов учитываются на этапах, предшествующих построению математических моделей объектов и для построения средств диагностики. Свойства объектов - это энергетические, физические и обусловленные условиями их применения параметры объектов.

Диагностика КТС – это совокупность методов и средств, позволяющих выявлять неисправности и проверять работоспособность компьютерных технологических систем и их надежность.

1. Надежность КТС является одним из важнейших свойств, определяющих эффективность ее применения по назначению, а также экономические затраты на техническое обслуживание и ремонт. Согласно современным представлениям, надежность – это свойство изделия (элемента, узла, устройства, машины, системы) выполнять заданные функции, сохраняя во времени свои характеристики в установленных пределах, при конкретных режимах и условиях использования, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность КТС в процессе эксплуатации определяется безотказностью, ремонтпригодностью, долговечностью или определенным сочетанием этих свойств.

2. Безотказность КТС – свойство системы сохранять работоспособное состояние в течение определенного промежутка времени (при удовлетворении ограничений на условия эксплуатации). Она характеризуется закономерностями возникновения отказов. $P(t)$ – вероятность безотказной работы:

$$P(t) = 1 - F(t), \quad (2.1)$$

где $F(t)$ - функция распределения случайной величины t .

3. Отказ КТС – событие, состоящее в полной утрате работоспособности системы и приводящее к невыполнению тестов и задач под управлением операционной системы (ОС) или задач пользователя. Для восстановления работоспособности КТС, в настоящем примере, требуется проведение ремонтных работ и наладка системы.

Интенсивность отказов:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}, \quad (2.2)$$

где $f(t)$ - плотность вероятности распределения случайной величины t .

4. Ремонтпригодность КТС – это степень приспособленности системы к предупреждению, обнаружению и устранению отказов путем проведения ремонтов и технического обслуживания. Ремонтпригодность оценивают средним временем восстановления работоспособного состояния t_{cp}

5. Долговечность КТС – свойство системы сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния, при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность оценивают средним сроком службы (обычно не менее 10 лет). Оценкой долговечности является время t .

6. Достоверность функционирования КТС – свойство системы, определяющее безошибочность производимых преобразований информации и характеризуемое закономерностями появления ошибок из-за сбоев.

7. Сбой – событие, состоящее во временной утрате работоспособности КТС и характеризуемое возникновением ошибки при выполнении тестов и задач под управлением операционной системы или задач пользователя.

Для восстановления работоспособности КТС при сбое требуется проведение повторных действий по выполнению теста или задачи. Достоверность функционирования КТС оценивают средним временем наработки на сбой, средним временем восстановления достоверности информации после сбоя.

Возможные ошибки или сбои КТС можно подразделить на систематические и случайные.

Систематические ошибки обусловлены неисправностью какого-либо элемента КТС. Систематические ошибки требуют обнаружения неисправного элемента.

Случайные ошибки могут быть вызваны кратковременными внешними и внутренними воздействиями (изменением $U_{пит.}$, помехами, и т.д.). Случайные ошибки (ОШ) требуют непрерывного контроля операций, и исправления обнаруженных ОШ непосредственно в процессе выполнения операций.

8. Интегральные показатели надежности КТС – коэффициент готовности и коэффициент технического использования.

Коэффициент готовности – это вероятность готовности КТС в произвольный момент времени:

$$K_{gom} = P(t) \quad (2.3)$$

Коэффициент технического использования – это отношение математического ожидания интервалов времени пребывания КТС в работоспособном состоянии к сумме математических ожиданий интервалов времени пребывания системы в неработоспособном состоянии, за тот же период эксплуатации

$$K_{учн} = \frac{M_t}{\sum_1^t M_i} \quad (2.4)$$

Известно, что функция распределения представляет собой следующее выражение:

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt, \quad (2.5)$$

где t – случайная величина, а вероятность безотказной работы изделия в промежутке времени от 0 до t определяется по формуле:

$$P(t) = 1 - F(t). \quad (2.6)$$

При этом средняя долговечность или среднее время безотказной работы:

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} f(t)t dt = \int_0^{\infty} p(t)dt, \quad (2.7)$$

Надежность изделия также характеризуется такими величинами, как α - гарантийная вероятность безотказной работы, и t_0 - гарантийная долговечность.

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(t) dt\right] \quad (2.8)$$

Обычно решают задачу, определяемую следующими условиями: $f(t) = ?$, $p(t) = ?$, при известном значении $\lambda(t) = const$. При этом определяют среднюю долговечность и вероятность безотказной работы изделия:

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda}, \quad (2.9)$$

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/t_{cp}}. \quad (2.10)$$

2.2. Средства диагностики компьютерных технологических систем

2.2.1. Диагностика с помощью программных средств

Программные средства диагностики предназначены для проверки отдельных устройств и КТС в целом. При разработке программных средств используется функциональный подход к объектам диагностики. При таком подходе учитываются только функции, реализуемые подсистемой, а его внутренняя структура не имеет существенного значения.

Функции объектов определяются набором выполняемых команд и их последовательностями. Поэтому, программные средства диагностики локализуют неисправности системы с глубиной до устройства, а в устройстве – до уровня функции, а не конструктивных компонент, например, интегральных микросхем (ИМС).

Дальнейшая локализация неисправностей производится с помощью аппаратно-микропрограммных средств диагностики.

2.2.2. Программные средства диагностики

По использованию средств операционной системы (ОС) программные средства диагностики делятся на **комплексные и автономные**.

Например, для диагностики электронно-вычислительной машины серии ЕС-ЭВМ применяются такие программные средства диагностики:

ТМЕС (Тест-монитор) – предназначен для определения работоспособности устройств и их отладки перед загрузкой ОС и выполнением заданий пользователя.

СОТ – система оперативного тестирования – предназначена для проверки работоспособности центрального процессора (ЦП) и внешних устройств (ВУ). СОТ может работать также в среде ОС (как автономная система) и проверять работоспособность ВУ параллельно с выполнением заданий пользователя.

САТ – средства административного тестирования – предназначены для проверки работоспособности центрального процессора, основной памяти (ОП), каналов ввода-вывода, внешних устройств и их взаимозаменяемости.

СКАТ – система комплексного административного тестирования – предназначена для определения работоспособности конфигурации системы перед загрузкой ОС и выполнением заданий пользователя.

Носителями тестовых программ являются носители информации на магнитной ленте, магнитных и лазерных компакт-дисках (CD-R и CD-RW) и т.д.

2.3. Средства и методы контроля компьютерных технологических систем

Интенсивность отказов изделия зависит от периода эксплуатации изделия.

Средства контроля КТС необходимы для обнаружения ошибок в КТС при выполнении технологических операций, при проведении наладочных и ремонтных работ. Средства контроля подразделяются на аппаратные и программные.

Программный контроль состоит из программно-логического и тестового контроля выполнения заданий и состояний. Аппаратный контроль осуществляется с помощью встроенного в систему оборудования.

Интенсивность отказов изделия в процессе эксплуатации представлена на рис. 2.1.

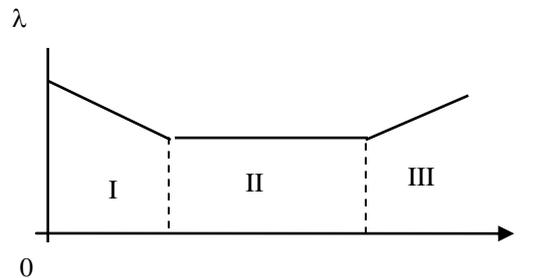


Рис. 2.1. Интенсивность отказов изделия в процессе эксплуатации

I – период приработки, II – период при постоянной интенсивности отказов, III – период износа изделия.

2.3.1. Аппаратные методы контроля

1. Контроль на четность-нечетность. При передаче n -разрядных чисел обнаруживаются одиночные ошибки. При этом формируется контрольный код. Т.е., к n -разрядам информационного слова добавляется $(n+1)$ контрольный разряд, равный сумме всех информационных разрядов по модулю 2 (при контроле на четность) или ее инверсному значению (при контроле на нечетность). ОШ при передаче любого разряда информационного слова вызовет нарушение условия четности или нечетности.

2. Контроль по совпадению. Метод используется при передаче информации между регистрами. Производится поразрядное сравнение чисел. Определяется сумма по модулю 2 для каждой пары соответствующих разрядов регистров. При несовпадении контролирующей импульс устанавливает триггер ОШ в состояние «1».

3. Контроль с исправлением одиночной ОШ, допущенной при обмене информацией.

Метод используется при возникновении случайной ОШ. Образуются специальные контрольные коды, в дополнение к информационным разрядам. Контрольные разряды формируются путем подсчета единиц для определенной группы информационных разрядов (коды Хемминга).

При приеме такого кода во входных цепях информационных и контрольных разрядов образуется корректирующее число, которое равно нулю, если слово не содержит ОШ. Либо указывает место ОШ – двоичный порядковый номер ошибочного разряда в слове. Ошибочный разряд автоматически корректируется.

4. Метод дублирования оборудования. Частичное и полное дублирование. Недостатки: метод приводит к избыточности оборудования.

5. Контроль арифметических операций. В этом методе используется контроль по модулю. Каждому числу ставится в соответствие контрольный код, представляющий собой остаток от деления чисел на $(2^m - 1)$. При этом m изменяется от 2 до 4. Наиболее часто используется число $(2^2 - 1) = 3$. Например:

$$\frac{N}{2^m - 1} = N_1, \quad (2.11)$$

где N_1 – контрольный код.

2.3.2. Программные методы контроля

1. Контроль правильности ввода информации. Производится путем контрольного суммирования вводимых в запоминающем устройстве (ЗУ) кодов и чисел и сравнения сумм кодов с заранее полученным значением (которым снабжается вводимый массив кодов).

2. Контроль с помощью двойных просчетов (для восстановления информации после сбоя). Является распространенным методом. Применяют двукратное повторение вычислений и сравнение результатов.

3. Для контроля правильности выбора метода вычисления, точности и правильности алгоритма, применяют контрольные соотношения, например:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1. \quad (2.12)$$

4. Контроль алгоритма. Это метод контроля с применением упрощенного алгоритма. Параллельно с вычислением основного алгоритма делают вычисления для дополнительных исходных данных, с известными результатами обработки.

5. Контроль программы по счетчику времени. Превышение времени решения задачи означает неисправность КТС. (Зацикливание).

6. Контроль с помощью тестовых задач. Тесты устанавливают факт наличия неисправности и выявляют ее характер (сбой, отказ). При этом используются все возможные операции, например: проверка выполнения операций чтения (ЧТ) «0», ЧТ «1», бегущий «0», бегущая «1», запись (ЗП) – ЧТ, «шахматный код» (прямой, обратный). Результаты выполнения тестов сравниваются с эталонными значениями.

3. ОБЪЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ

Для построения математических моделей объектов диагностики в процессе создания КТС необходимо знать физические свойства и характеристики объектов.

Поэтому необходимо изучение физических неисправностей объектов и параметров, характеризующих исправное и неисправное состояние объекта диагностики (ОД).

Объекты классифицируют по принципу действия, по назначению, по сложности, по энергетическим и другим признакам. Неисправности классифицируют по их видам: эксплуатационные и производственные, катастрофические и постепенные.

В процессе диагностики ОД определяют вероятности возникновения неисправностей, их причины, совершенствуют методы определения признаков неисправностей.

Работы по исследованию параметров объекта включают в себя разработку методов определения соотношения между отдельными параметрами, изучение вопросов изменения параметров во времени, их измерение и т.д.

Для построения оптимальных алгоритмов диагностики необходимы сбор и обработка статистической информации. Например, по вероятностям возникновения неисправностей, по затратам времени, энергии и других ресурсов, на отыскание неисправностей и их устранение.

3.1. Свойства объектов диагностики

Объектами диагностики являются любые технические системы, относительно которых решают задачи проверки их исправности, работоспособности или поиска неисправностей. Объект может быть в исправном или неисправном состоянии. Т.о., состояние объекта является его свойством.

Структура объекта диагностики – это совокупность его элементов, связей между ними и внешней средой. Понятие исправного и неисправного состояний применимы и к связям ОД (рис.3.1.), внутренним и внешним.

Объект диагностики имеет основные и дополнительные входы и выходы.

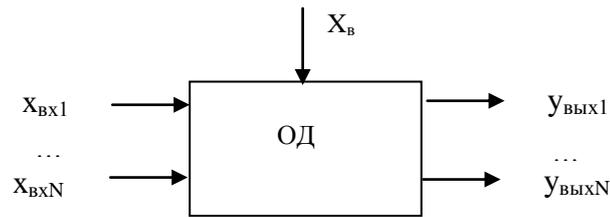


Рис. 3.1. Свойства объекта диагностики

Входные параметры объекта диагностики: $X_{вх1} - X_{вхN}$, выходные параметры: $Y_{вых1} - Y_{выхN}$, внешнее воздействие - $X_{в}$.

Сигналы входные и выходные характеризуются параметрами тех физических величин, с помощью которых передаются указанные сигналы. Это входные и выходные параметры объекта диагностики. Часто возникает необходимость в рассмотрении внутренних параметров объекта диагностики.

Дополнительные входы и выходы ОД необходимы для проверки выполнения отдельных операций (элементарные проверки).

Т.о., диагностика объекта заключается в выборе последовательности воздействий на объект и в выборе состава контрольных точек ОД. Первая задача характерна для задач тестовой диагностики, вторая – для построения систем функциональной диагностики.

3.2. Математические модели объектов диагностики

Формальное описание состояний объекта в его исправном и неисправном состояниях (в аналитической, табличной, векторной, графической или иных формах) называют математической моделью ОД.

Явная математическая модель: совокупность формальных описаний объекта и его неисправных модификаций.

Неявная модель: формальное описание объекта, математические модели его неисправностей и правила получения по этим данным других описаний ОД.

ОД обычно представляют в виде динамической системы, характеризующейся входными, выходными и промежуточными параметрами. ОД бывают непрерывные и дискретные.

Например, резисторная электронная цепь – непрерывный объект без памяти, диодный дешифратор – дискретный комбинационный

объект, двоичный счетчик – объект с памятью, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – гибридный объект.

Математическая модель исправного объекта, который рассматривается как некоторая аналитическая, графическая или другая форма представления передаточных функций ОД:

$$Z = F(X, Y, t) \quad (3.1)$$

где Z – совокупность выходных сигналов, X – совокупность входных сигналов, Y – совокупность промежуточных сигналов.

ОД, находящийся в некотором i -м неисправном состоянии реализует следующую систему передаточных функций:

$$Z_i = F^i(X^i, Y^i, t) \quad (3.2)$$

Совокупность систем уравнений (3.1) и (3.2) образует явную модель объекта диагностики.

3.3. Функциональная схема системы диагностики

Результаты диагностики технического состояния ОД необходимы для формирования воздействий на объект диагностики, на условия их производства, эксплуатации и хранения. Простые воздействия: ручное или автоматическое, отключение, замена или ремонт неисправных компонент объекта или объекта диагностики в целом, ввод резерва, перестройка структуры ОД и т.п.

Сложные воздействия: изменение технологии, качества комплектующих изделий, влияние внешней среды, периодичность профилактических работ и т.д.

Диагностика технического состояния объекта является частью процесса управления (рис.3.2.).

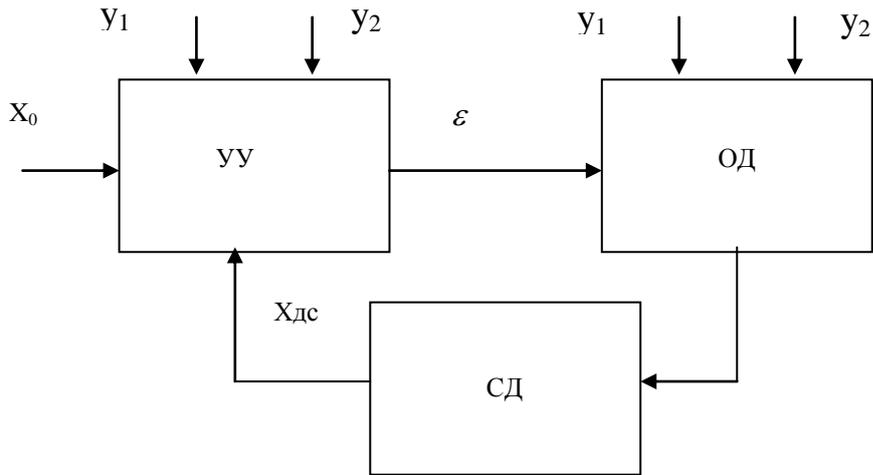


Рис. 3.2. Функциональная схема системы диагностики

УУ- устройство управления, ОД – объект диагностики, СД – средства диагностики, x_0 – заданная цель управления, $x_{сд}$ - результат диагностики технического состояния ОД, y_1 – состояние технических служб, y_2 – состояние внешней среды.

$$\varepsilon = \varphi(x_0, x, y_1, y_2) \quad (3.3)$$

$$y_1, y_2 = \psi(\varepsilon) \quad (3.4)$$

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИКИ

В состав программного обеспечения (ПО) каждой КТС входят тестовые программы. Тесты позволяют проверить систему, ее отдельные части, организовать циклический повтор короткой последовательности команд, т.е. операцию. Проверая работу схем, реализующих эту операцию, определяют неисправный модуль. Затем устраняют неисправность.

В состав программного обеспечения КТС входят тесты центрального процессора, системной платы, основной памяти, устройств ввода-вывода информации (УВВ), тесты команд и т.д.

Для сервисного обслуживания ЭВМ организуется сеть региональных центров по поставке, наладке и обслуживанию, которая создается в крупных городах. Сервисные центры обеспечиваются всем необходимым оборудованием, обменным фондом, комплектующими изделиями, технической документацией и квалифицированными специалистами. По такому же принципу организовывается сервисное обслуживание для КТС.

4.1. Диагностика микроЭВМ ЭЛЕКТРОНИКА – 60

Основной тест команд предназначен для проверки правильности выполнения базовой системы команд. Тест состоит из 32 малых тестов, состоящих из шести групп. Каждая группа тестов проверяет выполнение определенной группы команд, объединенных по функциональному признаку.

Например: 1-я группа тестов – проверка команд ветвления и переходов. 2-я группа тестов – проверка выполнения байтовых команд с регистровым методом адресации и т.д.

Если микроЭВМ работает правильно, то тест выполняется без ошибок. После 256 проходов на пультовой терминал выводится сообщение о нормальном выполнении программы.

При обнаружении ОШ на пультовой терминал выводится адрес ячейки памяти, следующий за ячейкой, содержащей команду останова. По листингу тест-программы определяется тест, где произошла ОШ, определяется микрокоманда и локализуется причина возникновения ОШ.

Тест памяти предназначен для проверки основной памяти. Программа состоит из 12 подтестов. Каждый подтест задает определенный режим работы ОП и проверяет ее функционирование с помощью кодовых массивов. Например: проверка правильности выбора банков ОП, выбора адресов ОП, записи-чтения информации (ЗП-ЧТ ИНФ), с определенным порядком ее перемещения и т.д.

Каждый подтест размещается сначала в 0-ом банке ОП и последовательно проверяет все банки ОП. Затем программа перемещается в последний банк и проверяет 0-ой банк. Тесты выполняются циклически. Сообщение об ошибке выводится на пультовой терминал.

4.2. Координатное позиционирование и его использование в системах контроля и диагностики

Технологические процессы современного производства предполагают сборку, монтаж, позиционирование компонентов изделия, измерение и контроль различных геометрических, физических, электрических и других параметров.

Основными задачами координатного позиционирования являются:

- 1) определение текущих координат позиционирующего механизма;
- 2) определение координат центра перемещаемого объекта $\{x_i, y_i, z_i\}$;
- 3) определение констант для конструкционного модуля (КМ) контроля;
- 4) преобразование результатов позиционирования и учет координат и констант КМ контроля;
- 5) сравнение обработанных результатов позиционирования с эталонными данными.

Применение компьютерной технологической системы обеспечивает:

- 1) удаление объекта из рабочей зоны по окончании диагностики;
- 2) коррекцию, при необходимости, каждой последующей операции контроля;
- 3) оптимизацию алгоритмов позиционирования объекта;
- 4) экономию времени операций координатного позиционирования.

Функциональные задачи, решаемые с помощью КТС, определяются следующими требованиями:

- 1) согласованием операций координатного позиционирования с процессом контроля;
- 2) обеспечением заданной точности позиционирования;

- 3) контролем параметров перемещаемого объекта;
- 4) диагностикой оборудования;
- 5) защитой оборудования от аварий.

Для определения максимального и минимального количества узловых точек между двумя перемещениями, производимыми КТС, разрабатывают оптимальные алгоритмы позиционирования объекта (изделия). При этом ячейка для размещения изделия характеризуется небольшими размерами.

Существует два способа контроля положения объекта:

- 1) определение координат позиционируемого объекта с последующим пересчетом координат звеньев КТС в абсолютную систему координат;
- 2) определение заданных координат объекта сменным измерительным устройством (ИУ) в локальной системе координат (измеряется отклонение от заданных координат).

КТС позволяет автоматизировать операции координатного позиционирования и ориентацию объекта методами, основанными на применении микропроцессорных подсистем управления. Сфера применения КТС не ограничивается возможностью перемещения объекта, а обычно включает в себя измерение, ориентацию и контроль изделия.

Например, применяя в подсистеме диагностики КТС в качестве базовой – микро-ЭВМ, в которой производится идентификация объекта, определяют значения его координат, размеры и ориентацию в пространстве.

В качестве рабочего органа для контроля координат объекта может применяться не только измерительная головка, конструкционный модуль для измерения и контроля, но и, например, такой прибор, как маломощный лазер, производящий измерения и контроль с небольшого расстояния.

Алгоритмы контроля координат объекта могут основываться на сравнении результатов контроля с ранее заложенными параметрами в оперативной или постоянной памяти ЭВМ.

Устройство управления КТС реализует выполнение трех видов алгоритмов: алгоритмов управления, алгоритмов обработки информации и группу алгоритмов исполнительного уровня (схема процесса автоматического контроля печатных плат рис.4.1).

Алгоритм обработки информации обеспечивает сравнение заданной величины перемещения с измеренным значением контролируе-

мого параметра, в координатах узловых точек траектории (алгоритм контроля печатных плат представлен на рис.4.2).

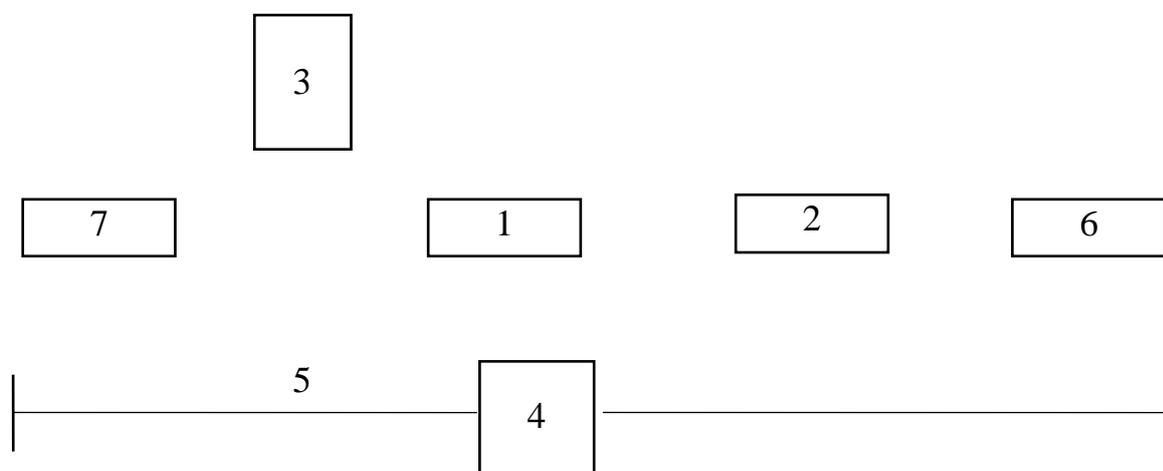


Рис. 4.1. Схема процесса автоматического контроля печатных плат

1. Накопитель для проверки плат, с неисправностями типа А. 2. Накопитель для проверки плат, с неисправностями типа В. 3. Тестер. 4. МСКП. 5. Рабочая зона МСКП. 6. Накопитель с годными платами. 7. Накопитель с непроверенными платами.

В электронной промышленности автоматическое позиционирование используется в установке для контроля исправности печатных плат, входного и выходного контроля и для других видов контроля.

Алгоритм контроля печатных плат с применением измерительного устройства (ИУ) является примером объединения алгоритмов планирующего, обрабатывающего и исполнительного уровня для подсистемы управления.

В процессе позиционирования объекта мехатронная система координатного позиционирования (МСКП) использует системы координат СКМ (система координат манипулятора), СКО (система координат объекта), СКД (система координат детали).

Работа МСКП основана на поочередном прохождении координат ряда точек направляющих (узловых точек траектории). Контроль координат объекта и ориентацию объекта производят в статическом и динамическом режиме. ЭВМ обрабатывает результаты контроля.

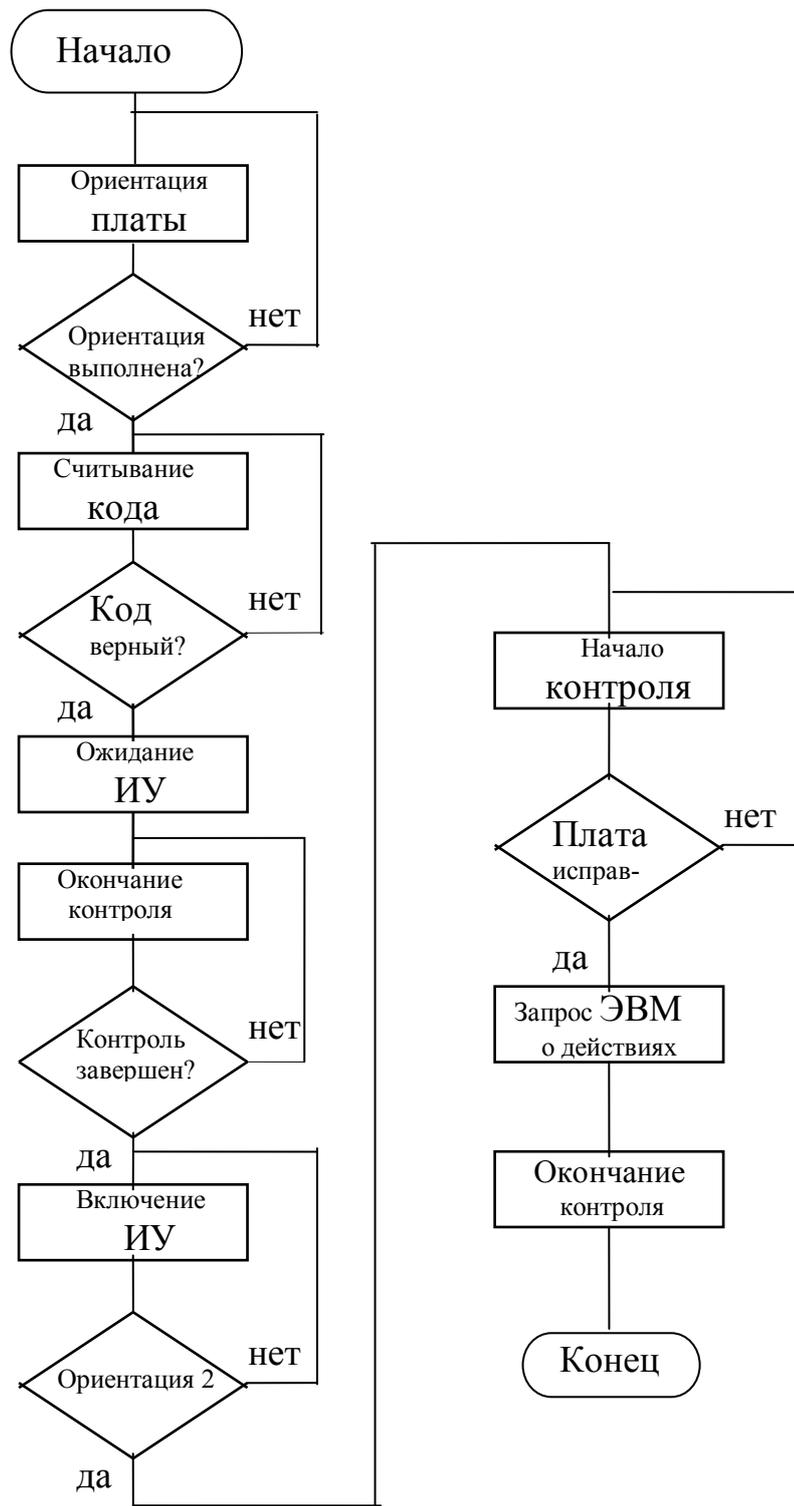


Рис. 4.2. Алгоритм контроля печатных плат

Примерный алгоритм работы МСКП должен включать в себя определение координат позиционирующего механизма, формирование СКО, выполнение расчетов геометрических параметров объекта, выполнение статистической обработки результатов позиционирования.

Подготовка данных для автоматического контроля производится центральной управляющей ЭВМ. Представление результатов контроля в необходимом объеме, выполняется визуально на экране пульта оператора, либо в твердой копии.

Процесс контроля включает в себя подготовку средств диагностики МСКП, калибровку конструкционного модуля контроля параметров объекта, определение СКО, отсчет координат узловых точек, ввод номинальных значений и предельных отклонений измеряемых параметров при ориентации изделия, расчет реальных параметров и вывод данных.

Вопрос об управлении качеством контроля может решаться тогда, когда есть возможность контролировать процесс перемещения измерительного устройства или контролируемого объекта различной формы, с заданной наперед точностью.

Поэтому процесс измерения и контроля координат измерительного устройства, или контролируемого объекта является, по существу, обратной связью в управлении качеством координатного позиционирования.

В случае несоответствия значений измеряемых координат измерительного устройства или контролируемого объекта эталону, производится отбраковка изделий. Это позволяет вовремя осуществить переналадку КТС.

КТС может также взять на себя расчеты, связанные с износом измерительного устройства для контроля в ходе процесса позиционирования, компенсируя погрешности, связанные с этим нежелательным явлением. В этом случае обрабатываются сигналы от соответствующих датчиков, и вырабатывается движение конструктивных модулей с коррекцией.

При расчетах простейшие поверхности представляются некоторым минимальным числом положения этих поверхностей. Для сложных поверхностей задается множество точек номинального положения поверхностей относительно известных баз. Фактические координаты определяются устройством управления, а отклонения рассчитываются на ЭВМ.

Так как современный процесс координатного позиционирования требует не только контроля значений координат узловых точек в определенные моменты времени, но и контроля значений координат объекта в течение рабочего цикла, регистрации результатов обработки полученных данных, это приводит к усложнению существующих конструкций.

Применение высокоточных сенсоров и датчиков в информационной подсистеме имеет ограничения из-за высокой стоимости (например, лазерных и рентгеновских излучателей), что в свою очередь снижает эффективность оборудования.

Условия, при которых протекает процесс контроля, не всегда являются оптимальными для применения средств автоматизации координатных перемещений. Сложное и высокоточное оборудование не может применяться в условиях резкого колебания температур и давления, в условиях повышенной влажности и запыленности.

В КТС перспективным является применение методов бесконтактного контроля. Типы применяемых датчиков на операциях контроля различны. По принципу действия они подразделяются на механические, электрические, электромагнитные, оптические и др. Совершенствуя датчики в существующих принципах действия, можно расширить пределы применения КТС на операциях контроля.

С применением микропроцессорных средств для программного управления процессом контроля, появляется дополнительная возможность влиять на качество контроля с помощью программных средств. Появляется возможность давать более точное перемещение конструкционным модулям и отслеживать их положение в процессе позиционирования. Это позволяет компенсировать влияние на КТС окружающей среды, различных вибраций и других возмущений.

Точность перемещения объекта приобретает особое значение в процессе контроля. Координатное позиционирование характеризуется тем, что точность перемещения объекта должна превышать точность системы целеуказания.

Важное значение имеет точность воздействия на контролируемый объект (при контактном способе), - способность КТС выполнять координатное позиционирование в пределах допускаемых отклонений.

Координатное позиционирование можно представить в виде суммы простых движений. В соответствии с классификацией движений: глобальных, региональных и локальных.

Это движения типа ППП (перемещение), ППВ (перемещение и вращение), ПВП (перемещение, вращение, перемещение), ВПП (вращение, перемещение, перемещение) и т.д.

Применение базовой управляющей ЭВМ обеспечивает оптимизацию процесса позиционирования объекта и диагностику оборудования.

Точность позиционирования обеспечивается путем введения автоматической коррекции координат объекта или автоматической коррекции программы контроля и ориентации объекта.

В настоящее время также можно выделить модели КТС, отличающиеся по назначению, принципу действия, точности производимых измерений, уровню автоматизации и т.д.

Существующие методы определения координат измерительного устройства или контролируемого объекта, подразделяются на: дифференциальный, нулевой, противопоставления. (Дифференциальный метод - метод сравнения с эталоном, в котором на измерительное устройство воздействует разность измеряемой величины и известной, воспроизведенной эталоном).

Измерение и контроль текущих координат объекта производится КМ измерения и контроля и подсистемой сбора и обработки данных о положении объекта (информационной подсистемой), геометрических параметров объекта, или ином контролируемом параметре.

Статистическая обработка результатов контроля - это формирование статистических массивов данных для контроля значений координат объекта. Данные контроля обрабатываются в ЭВМ по заданному алгоритму.

Часто решают проблему, связанную с согласованием операций координатного позиционирования и работой технологического комплекса в целом. Следовательно, существует проблема поиска оптимального алгоритма работы подсистемы контроля и диагностики КТС.

Синтез КТС выполняется с учетом существующих недостатков, с целью их устранения, путем снижения энергоемкости, облегчения несущих конструкций и направляющих и на основе совершенствования микропроцессорных средств управления и диагностики.

Заканчивая краткий обзор средств автоматизации операций координатного позиционирования для контроля и диагностики, следует отметить значительный вклад, внесенный отечественными учеными в разработку и совершенствование теории и практики создания таких средств.

5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ

Обозначим символом Π множество допустимых проверок объекта:

$$\Pi = \sum_1^n \pi_j \quad (5.1)$$

Каждая элементарная проверка характеризуется значением воздействия, подаваемого на объект диагностики при реализации элементарной проверки и ответом объекта на это воздействие:

$$R_j^i = F_i(\alpha_j, \{j_i\}), \quad (5.2)$$

где R_j^i - результат элементарной проверки, $\{j_i\}$ – состав контрольных точек, α_j – воздействие в элементарной проверке.

Или: $R_j = \pi_j$ – для исправного объекта, $R_j^i = F^i(\pi_j)$ – для исправного объекта.

5.1. Явная и неявная модель объекта диагностики

Схема системы тестовой диагностики (СТД) представлена на рис. 5.1.

Явная модель объекта диагностики:

$$(F, \{F^i\}) \text{ - для всех } S_i \in S. \quad (5.3)$$

Неявная модель объекта диагностики:

$$S = (F, \Pi, F^{S_{III}} \rightarrow F^i) \quad (5.4)$$

Реализация физической модели:

$$R_j = F(t_j), \quad (5.5)$$

$$R_j^i = F^i(t_j), \text{ для } t_j \in T, \text{ и } S_i \in S. \quad (5.6)$$

Эти формулы справедливы, если до реализации процесса неизвестно, исправен ОД или нет. Физическая модель объекта выдает информацию о возможных технических состояниях ОД в виде возможных ре-

прекращать его, не дожидаясь реализации всех элементарных проверок.

В системах функциональной диагностики (СФД) не всегда можно конструктивно отделить аппаратуру, принадлежащую ОД от аппаратуры средств диагностики.

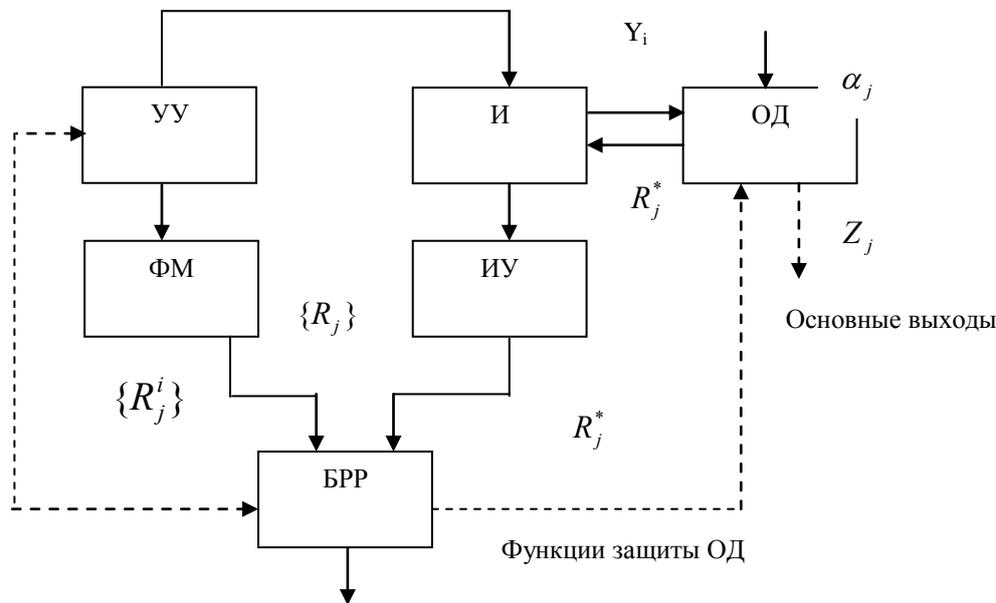


Рис. 5.2. Схема системы функциональной диагностики

УУ – устройство управления, ИВ – источник воздействия, И – интерфейс, ОД – объект диагностики, ФМ – физическая модель объекта диагностики, БРР – блок регистрации результатов, ИУ – измерительное устройство.

Встроенные средства функциональной диагностики могут использоваться для целей тестовой диагностики, а структура функционирующего объекта диагностики может отличаться от его структуры при тестовой диагностике.

Функциональные схемы систем диагностики претерпевают те или иные изменения, в зависимости от того, какими являются эти системы – автоматизированными, автоматическими или интерактивными, какие применяются в них средства диагностики – универсальные, специализированные, программные или аппаратные и т.д.

5.2. Таблица функций неисправностей

Явную математическую модель объекта диагностики типа $(F, \{F^i\})$, можно представить в табличной форме.

При индексе $i = 0$, объект находится в исправном состоянии. Задание таблицы функций неисправностей (табл. 5.1) эквивалентно заданию соответствующих функций. Столбец S_0 задает исправное состояние объекта, т.е. первую функцию, остальные – поведение объекта, находящегося в неисправных состояниях.

Универсальная математическая модель объекта наглядна и удобна для классификации принципов, а также основных процедур построения и реализации алгоритмов диагностики.

Таблица 5.1. Функции неисправностей

R		S				
		S_0		S_i		S_s
Π	π_1	R_1		R_1^i		R_1^S
	π_j	R_j		R_j^i		R_j^S
	π_{Π}	R_{Π}		R_{Π}^i		R_{Π}^S

6. СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ДИАГНОСТИКИ

Существует аппаратный, программный и совмещенный способы реализации алгоритмов диагностики. Аппаратные средства диагностики подразделяют на внешние и встроенные. Внешние средства бывают автоматическими, ручными и интерактивными. Ручные средства, как правило, специализированные. Автоматические средства – специализированные и универсальные, т.е. работающие по заданной программе.

Программный способ диагностики применим для объектов, работающих по сменной программе. Диагностические программы иначе называют испытательными. Часто в рабочие программы вносятся специальные команды или группы команд для создания условий проведения технической диагностики. Общий алгоритм тестовой диагностики представлен на рис. 6.1.

6.1. Организация процессов диагностики компьютерных технологических систем

Алгоритм решает задачу проверки исправности объекта и задачу поиска неисправностей. Применение общего диагностического алгоритма целесообразно, если вероятности $P(t)$ исправного и неисправного состояний ОД примерно одинаковы (рис.6.1.а).

Если вероятность $P_u(t) > P_n(t)$, то процессы проверки исправности и поиска неисправностей разделяют (рис.6.1.б). При этом, e – объект исправен, $E \setminus e$ – объект неисправен. Комбинированный способ построения алгоритма представлен на рис.6.1.в.

Алгоритмы отличаются по степени сложности. Второй и третий способы часто применяют при сочетании функциональной и тестовой диагностики.

Обычно в процессе восстановления неисправного объекта требуется неоднократная реализация алгоритмов диагностики, т.к. одни неисправности могут препятствовать проявлению других до полного восстановления объекта.

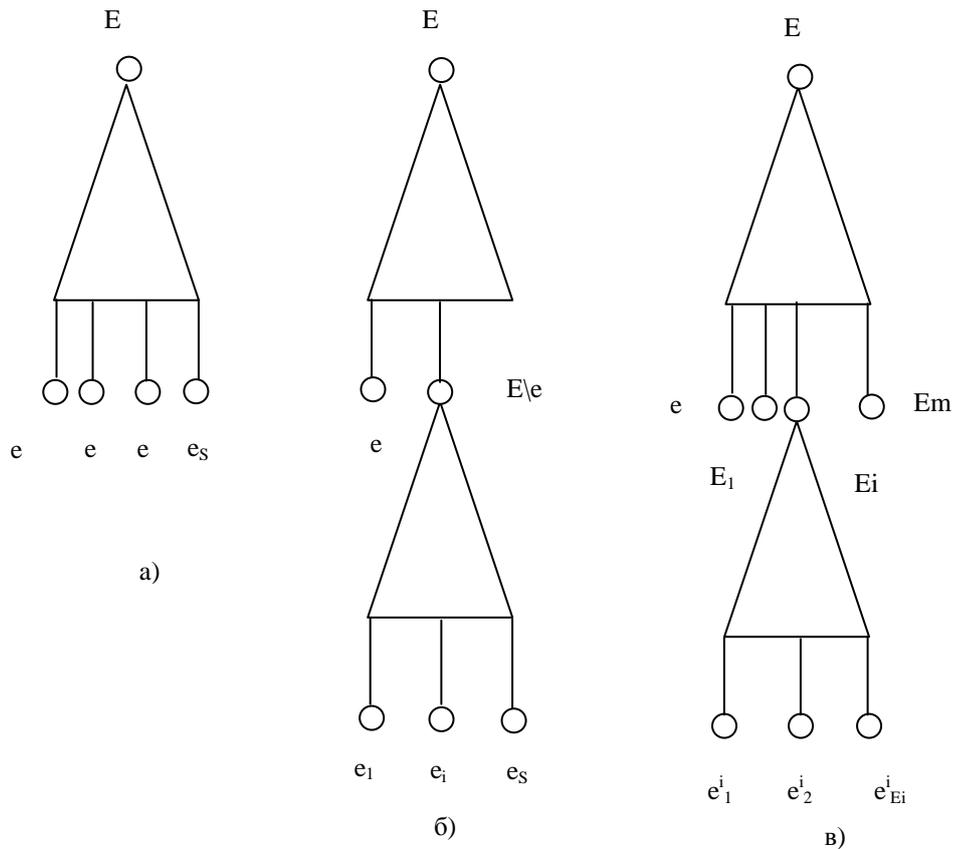


Рис. 6.1. Общий алгоритм тестовой диагностики

а) алгоритмы диагностики, б) алгоритмы элементарных проверок и алгоритмы поиска неисправностей, в) алгоритмы проверки и алгоритмы поиска неисправности.

6.2. Логическая модель непрерывного объекта диагностики

При диагностике технического состояния непрерывных объектов широкое применение получили способы, характеризующиеся получением значений контролируемых параметров объекта. Оценки получают типа: в «норме», в «допуске» или наоборот. Поэтому для описания непрерывных объектов применяются логические математические модели, а для их анализа – различные логические методы.

Логическую модель непрерывного объекта диагностики получают по заданной структурной или функциональной схеме, а также в виде графа причинно-следственных связей ОД.

Динамическая модель объекта, в виде совокупности дифференциальных и других уравнений детально описывает объект, поэтому диагностика этого типа более точная. Такую диагностику применяют для составных частей объекта.

6.3. Физические методы диагностики

Пусть объект состоит из n секций P_i ; x_i – внешние входы, y_i – промежуточные сигналы, являющиеся выходами других секций. Входы и выходы блоков – расщепление (рис. 6.2.).

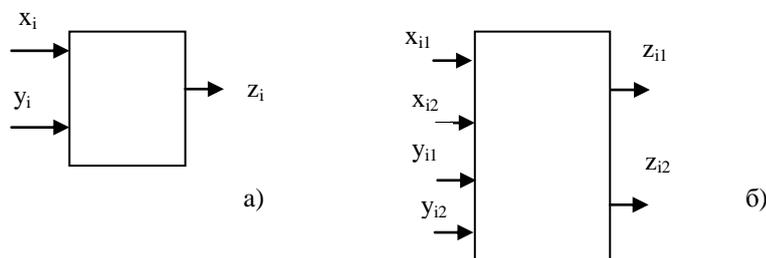


Рис. 6.2. Входы и выходы блоков (расщепление)

В этом случае два входных сигнала и один выходной преобразуются в четыре входных и два выходных сигнала. Выполнив расщепление входных и выходных сигналов, и соединив соответствующие входы и выходы, получают функциональную схему.

Вход или выход секции функциональной схемы является допустимым, если значения всех характеризующих его параметров находятся в допуске. Входные и выходные сигналы характеризуются одним или несколькими физическими параметрами ($U(t)$ и т.д.).

Логическое высказывание x или y обозначают как «допустимо», а не x или не y – как «недопустимо», или «1» или «0» соответственно.

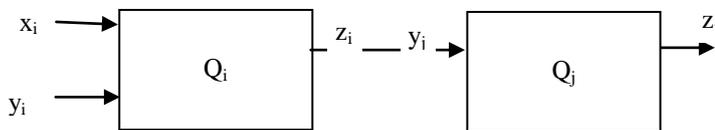
Если каждому набору входных переменных соответствует одно из двух значений выхода, «1» или «0», то полученная функция является булевой.

Булеву функцию можно записать в виде совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ), а затем получить ее минимальную форму.

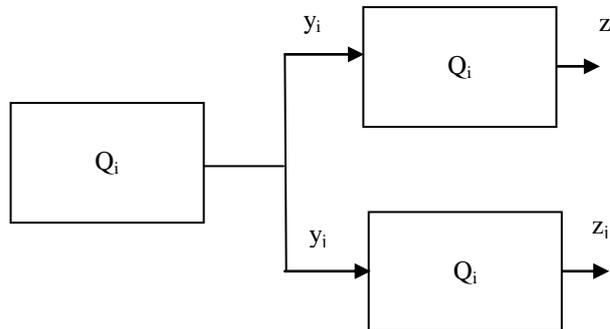
Логические модели и ориентированный граф объекта представлены на рис. 6.3.

Для получения логической модели объекта, каждую секцию P_i функциональной схемы заменяют k_i секциями, каждая из которых имеет один выход $Z_{i,j}$ и существенные для данного выхода – входы.

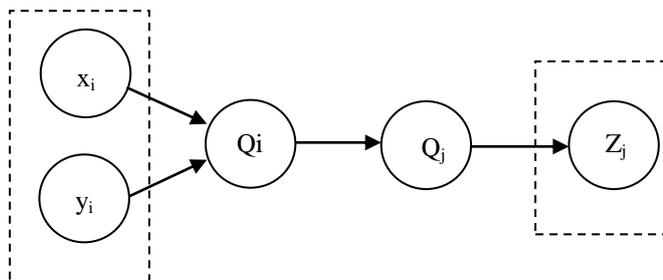
Логическая модель совпадает с функциональной схемой ОД, если все секции имеют по одному выходу. Логическую модель можно рассматривать как ориентированный граф. Вершины графа – секции, дуги – связи между секциями и внешними выходными и входными полюсами (Блоки логической модели: Q_i, Q_1, \dots, Q_h , где $h = \sum_1^N k_i$).



а) Логическая модель



б) Неправильная логическая модель



в) Ориентированный граф

Рис. 6.3. Логические модели и ориентированный граф

7. ДИСКРЕТНЫЕ КОМБИНАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ

Это объекты, координаты (параметры) которых заданы на конечных множествах, а значения выходных координат определяются значениями входных.

Предполагается, что изменение значений выходных координат происходит сразу, вслед за изменением входных. Это равносильно отсутствию в объекте контуров обратной связи или элементов памяти, в том числе, задержек.

При изучении физических объектов обработки дискретной информации, применяют структурный и функциональный подходы.

Структурный подход предусматривает исследование внутренней организации объекта.

Функциональный подход заключается в рассмотрении алгоритмов функционирования, т.е. реализуемых объектом функций.

7.1. Функциональный метод исследования объекта

При функциональном подходе исследуемое устройство рассматривается как объект, внутренняя организация которого или его структура неизвестна или не имеет значения. В данном случае выясняют функциональные зависимости между входной и выходной информацией.

Пусть дискретное комбинационное устройство имеет n - входов и k - выходов. Каждая из входных переменных $x_1 - x_n$ может принимать значения из двоичного алфавита $\{0;1\}$.

Комбинацию значений входных переменных называют входным набором и обозначают символом X_j , при $j = 1, 2, \dots, 2^n$. Причем, 2^n - число возможных входных наборов.

Комбинация значений выходных функций образует выходной набор, или выходное слово Z_j .

Тогда, для систем передаточных функций исправного комбинационного устройства:

$$\vec{Z} = F(\vec{X}) \quad (7.1)$$

Эту запись представим в форме соответствий, вида:

$$X_j \rightarrow Z_j. \quad (7.2)$$

Таблица истинности (рис.7.1.) является функциональной математической моделью комбинационного устройства. От таблицы истинности можно перейти к аналитической математической модели, представив выходные функции устройства в виде формул алгебры логики.

Табл.7.1. Таблица истинности

№	X ₁	X ₂	X ₃	Z ₁	Z ₂
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	0	1
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	1	0
7	1	1	1	1	1

Функции $Z_1 - Z_k$ являются булевыми. Для их задания часто используют таблицу истинности. Столбцы таблицы сопоставляются входным переменным и выходным функциям. В строке j -ой таблицы записываются слева направо входной набор X_j и соответствующий ему выходной набор Z_j .

Пример: функция Z_1 из табл.7.1. может быть задана в виде СДНФ:

$$Z_1 = \bar{X}_1 X_2 \bar{X}_3 \vee X_1 X_2 \bar{X}_3 \vee X_1 X_2 X_3; \quad (7.3)$$

и в виде МДНФ:

$$Z_1 = X_1 X_2 \vee X_2 \bar{X}_3; \quad (7.4)$$

а также скобочной формой:

$$Z_1 = X_2 (X_1 \vee \bar{X}_3). \quad (7.5)$$

Для инверсного вида функции получаем:

$$\bar{Z}_1 = \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 \vee \bar{X}_1 \bar{X}_2 X_3 \vee \bar{X}_1 X_2 X_3 \vee X_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 \vee X_1 \bar{X}_2 X_3 \quad (7.6)$$

$$\text{или } \bar{Z}_1 = \bar{X}_1 X_3 \vee \bar{X}_2. \quad (7.7)$$

Для диагностики технического состояния дискретных устройств недостаточно их функционального описания. Этим объясняется необходимость разработки и применения структурных математических моделей. Такие модели отображают не только функции, реализуемые устройством, но и его внутреннюю организацию.

8. СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИКИ

8.1. Структурный метод исследования объекта диагностики

Дискретные устройства состоят из ряда компонент, каждый из которых может рассматриваться как комбинационное устройство, реализующее определенную систему передаточных функций. Такие компоненты называют логическими элементами.

В качестве структурной математической модели комбинационного устройства понимают правильную логическую сеть (схему). Понятие «логическая сеть» близко к инженерному понятию функциональной схемы устройства и получило удобную интерпретацию в виде математических графов.

Множество функционально разных логических элементов устройства называют базисом логической сети (\bar{N}).

Логическая сеть определяется множеством логических элементов из базиса \bar{N} , множеством входных ($\bar{U}_{вх}$) и выходных ($\bar{U}_{вых}$) полюсов, а также их соединениями.

Логической сети сопоставляется ориентированный граф, вершины которого - логические элементы, входные и выходные полюсы сети и узлы разветвлений, а направленные дуги – соединения сети. Причем, дуги, инцидентные вершинам, упорядочены.

Логическая сеть правильная, если никакие два выхода элементов не соединены вместе, и каждая выходная функция является булевой функцией входных переменных.

Процедура упорядочения элементов состоит в нумерации элементов сети и присвоении им некоторого ранга. От правильной логической сети легко перейти к функциональному описанию комбинационного устройства.

Элементы логической сети без обратных связей могут быть упорядочены следующим образом: выходные полюсы сети нумеруются в произвольном порядке и их относят к нулевому рангу. Затем нумеруют в произвольном порядке элементы сети, входы которых соединены лишь с входными полюсами. Это элементы первого ранга. Логическая сеть без обратных связей представлена на рис. 8.1.

Аналогично выполняют нумерацию элементов второго ранга и т.д. Входами элементов j -го ранга обязательно являются выходы эле-

ментов ($j-1$) ранга и возможно, выходные-входные полюсы и выходы элементов ранга, меньшего ($j-1$).

Известно, что от правильной логической сети легко перейти к функциональному описанию комбинационного устройства.

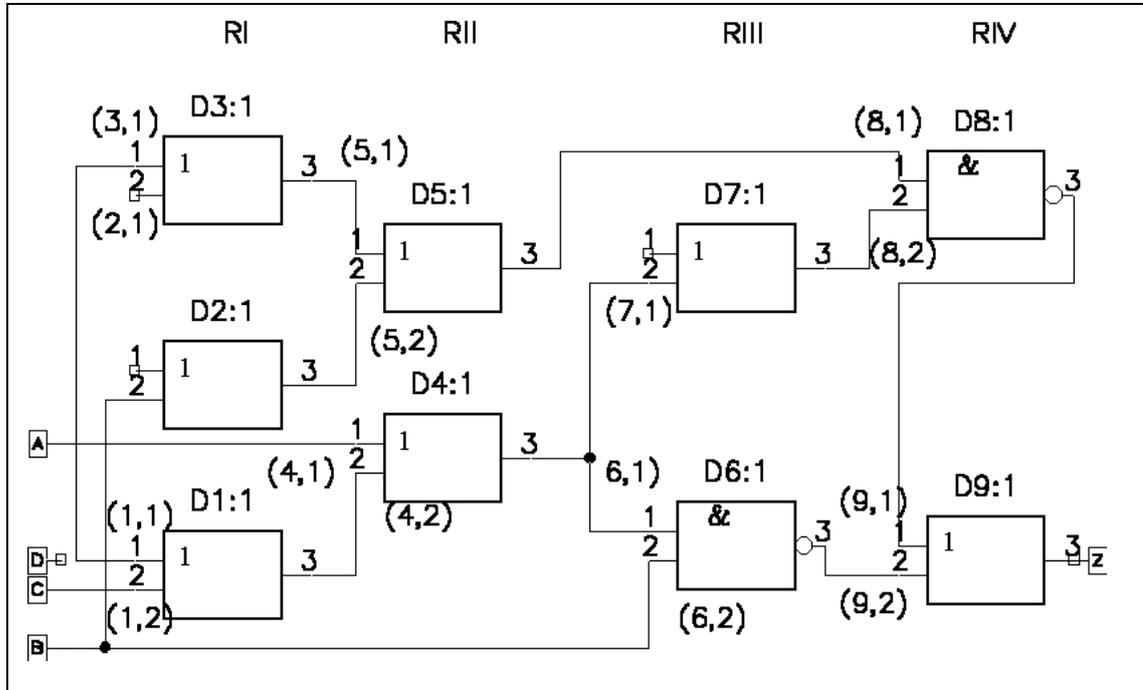


Рис. 8.1. Логическая сеть без обратных связей

Запись системы передаточных функций комбинационного устройства получают путем последовательной подстановки выходных функций элементов, начиная с элементов первого ранга.

При этом в формулу, представляющую реализуемую некоторым элементом функцию, вместо входных переменных элемента подставляются переменные входных полюсов сети или формулы выходных функций элементов, выходы которых соединены с входами рассматриваемого элемента.

Пример:

$$\text{Ранг I} \quad y_1=cd; y_2=\bar{b}; y_3=\bar{d}; \quad (8.1)$$

$$\text{Ранг II} \quad y_4 = y_1 \vee a = cd \vee a; \quad y_5 = y_2 \vee y_3 = \bar{b} \vee \bar{d}; \quad (8.2)$$

$$\text{Ранг III} \quad y_6 = by_4 = b(cd \vee a); \quad y_7 = y_4 = (\bar{c} \vee \bar{d})\bar{a}; \quad (8.3)$$

$$\text{Ранг IV} \quad y_8 = y_7 y_5 = (\bar{c} \vee \bar{d}) \bar{a} (\bar{b} \vee \bar{d}) = \bar{a} (\bar{c} \bar{b} \vee \bar{d}); \quad (8.4)$$

$$\text{Ранг V} \quad Z = y_6 \vee y_8 = b(cd \vee a) \vee \bar{a} (\bar{c} \bar{b} \vee \bar{d}) = ab \vee \bar{a} \bar{d} \vee bcd \vee \bar{a} \bar{c} \bar{b}. \quad (8.5)$$

Обратная или инверсная функция \bar{Z} может быть получена как путем инверсии прямой функции Z , так и по заданной логической сети при помощи процедур прямой или обратной подстановки.

$$\text{Ранг V:} \quad Z = y_6 \vee y_8; \quad (8.6)$$

$$\text{Ранг IV:} \quad Z = y_8 \vee y_7 y_5; \quad (8.7)$$

$$\text{Ранг III:} \quad Z = by_4 \vee \bar{y}_4 y_5; \quad (8.8)$$

$$\text{Ранг II:} \quad Z = b(y_1 \vee a) \vee (\bar{y}_1 \vee \bar{a})(y_2 \vee y_3); \quad (8.9)$$

$$\text{Ранг I:} \quad Z = b(cd \vee a) \vee (\bar{c} \vee \bar{d}) \bar{a} (\bar{b} \vee \bar{d}) = ab \vee \bar{a} \bar{d} \vee bcd \vee \bar{a} \bar{c} \bar{b}. \quad (8.10)$$

Передаточной функцией комбинационного устройства является прямая функция.

Требование правильности логической сети не исключает в ней обратные связи или циклы в соответствующем ей математическом графе. Логическая сеть с обратной связью представлена на рис. 8.2.

Для вычисления передаточных функций логической сети с обратными связями, при помощи процедур подстановки все обратные связи условно обрывают. При этом образуются новые входные и выходные полюсы сети.

Новым входным полюсам сопоставляют условные независимые переменные и производят ранжирование сети.

После этого вычисляют выражения передаточных функций сети для основных и новых выходных полюсов сети. Затем, в выражения функций, реализуемых устройством на его входах, вместо условных независимых переменных, подставляют функции, реализуемые на соответствующих новых входных полюсах. Если полученные после этого выходные функции не зависят от условных независимых переменных, то устройство является комбинационным. В другом случае оно является устройством с памятью.

Например, обозначим условную независимую переменную a и новый выход (3-2) – через y_2 .

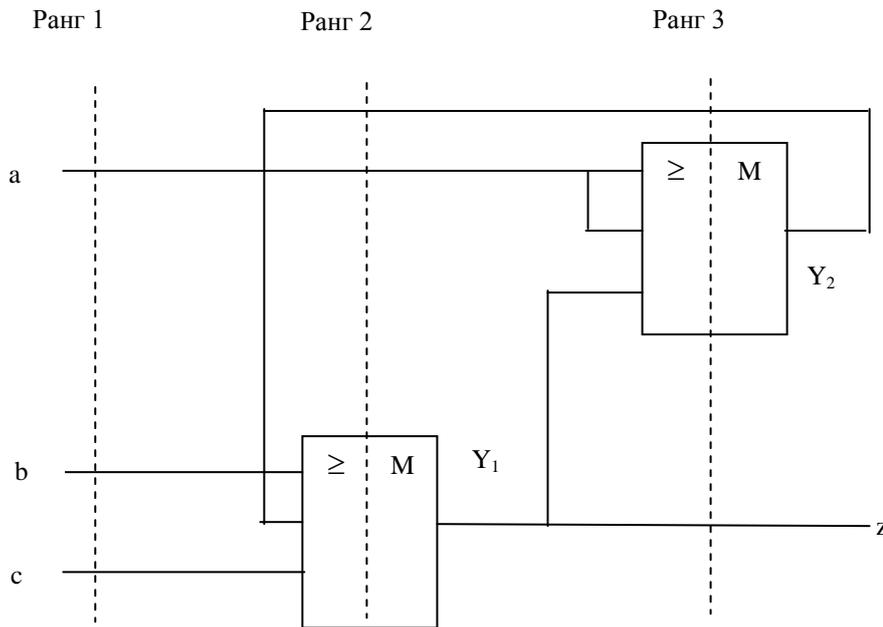


Рис. 8.2. Логическая сеть с обратной связью

$$\text{Ранг 1: } y_1 = z = ab \vee ac \vee bc; \quad (8.11)$$

$$\text{Ранг 2: } y_2 = a \vee ay_1 = a; \quad (8.12)$$

Подставляя вместо a $y_2 = a$, получим:

$$z = ab \vee ac \vee bc. \quad (8.13)$$

Следовательно, логическая сеть (рис. 8.2.) представляет собой комбинационное устройство с несущественной обратной связью.

Две логические сети A и A' , у которых системы передаточных функций одинаковы, называются эквивалентными.

Аналитическая запись системы передаточных функций комбинационного устройства, заданного логической сетью, в общем случае не отражает структуры сети. Существуют другие виды передаточных функций, которые информируют о структуре устройства и позволяют получить математический граф его логической сети.

8.2. Скобочная форма представления передаточных функций

Скобочную форму (СФ) представления передаточных функций получают процедурой прямой или обратной подстановки в сети n -го ранга, если выражение для функции, реализуемой j -тым элементом во всех вхождениях, заключать в скобки. (При этом, при подстановке не производят раскрытие скобок и замену отрицания над скобкой преобразованием внутри скобочного выражения).

8.3. Эквивалентная форма функций

Существует эквивалентная форма функций (ЭФ) или ЭНФ – эквивалентная нормальная форма булевой функции. Базис называется булевым, если он включает в себя элементы И, ИЛИ, НЕ. Существуют простой логический элемент и сложный (сеть).

8.4. Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) существует для функции, реализуемой простым устройством. При этом входная переменная существует либо с инверсией, либо без нее.

Пример: простая функция

$$y = x_1 x_2 x_3, \quad (8.14)$$

$$y = \bar{x}_1 \bar{\vee} \bar{x}_2, \quad (8.15)$$

$$y = x_1 \bar{x}_2 \vee x_3; \quad (8.16)$$

сложная функция

$$y = x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 x_2, \quad (8.17)$$

$$y = x_1 x_2 \vee x_1 x_3 \vee x_2 x_3. \quad (8.18)$$

Базис бывает простой и сложный, в зависимости от входящих в него элементов. Одно-выходная логическая сеть является деревом, если не содержит ни одной вершины, из которой исходит больше дуг, чем одна дуга.

Выражение функции, реализуемой эквивалентным деревом и записанной в ДНФ, называют эквивалентной формой дерева логической сети.

$$z = ab \vee ac \vee bc \quad (8.19)$$

9. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ФОРМА ЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ

9.1. Особенности эквивалентной формы

Каждая буква ЭФ представляет входную переменную исходной сети, например: $d_1; d_{11}; d_{12}$ и т.д.

Каждое слагаемое ДНФ (дизъюнктивный член) называют термом. Он представляет условия равенства 1(0) выходной функции Z , т.е. $Z=1(0)$, когда все буквы хотя бы одного термина принимают значения 1. Схема эквивалентного дерева логической сети представлена на рис. 9.1.

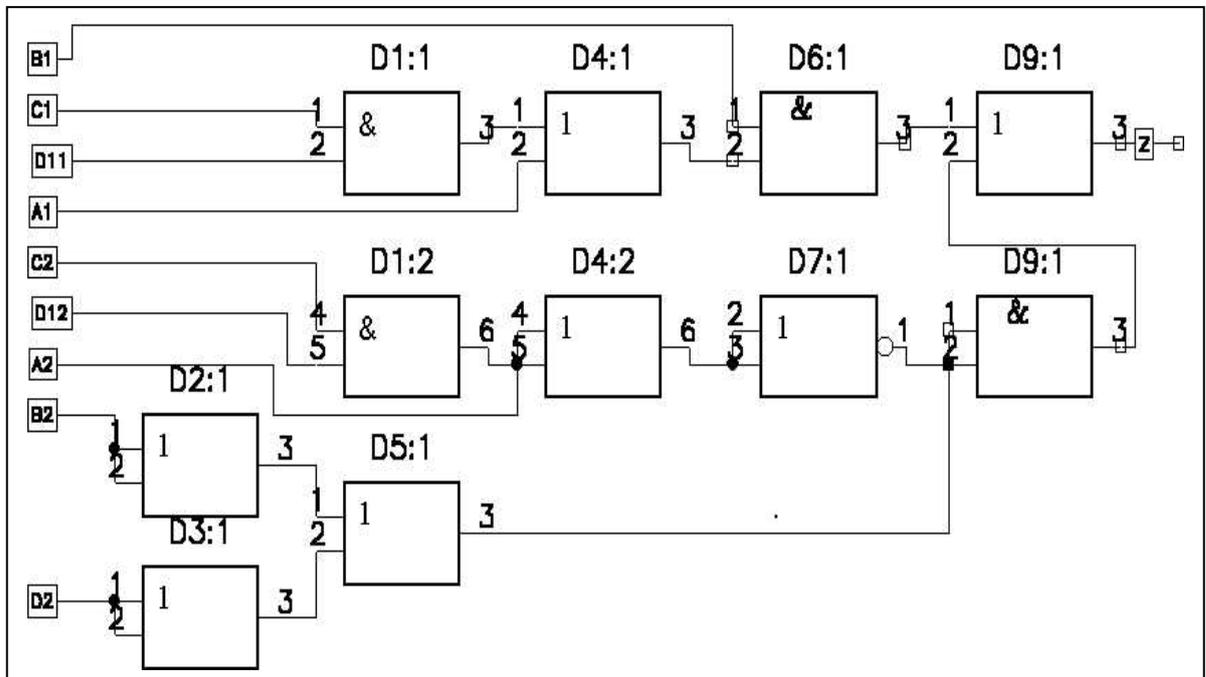


Рис. 9.1. Эквивалентное дерево логической сети

Для рис. 9.1. имеем:

$$Z = b_1 a_1 \vee b_1 c_1 d_{11} \vee \bar{a}_2 \bar{c}_2 \bar{b}_2 \vee \bar{a}_2 \bar{b}_{12} \bar{b}_2 \vee \bar{a}_2 \bar{c}_2 \bar{d}_2 \vee \bar{a}_2 \bar{d}_{12} \bar{d}_2 \quad (9.1)$$

9.2. Эквивалентная форма для функции комбинационной логической сети без обратных связей, представленная в произвольном базисе логических элементов.

Логическая сеть в сложном базисе представлена на рис. 9.2., а логическая сеть в простом базисе на рис. 9.3.

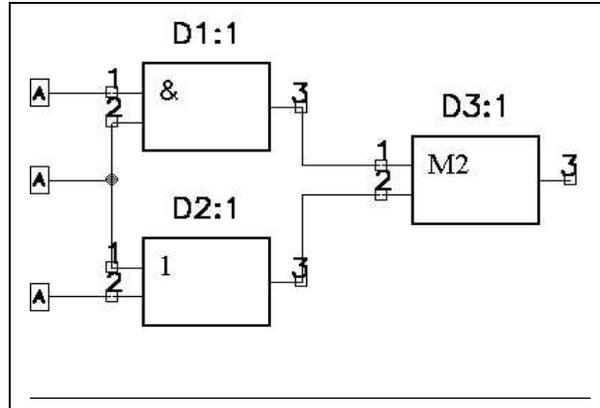


Рис. 9.2. Логическая сеть в сложном базисе

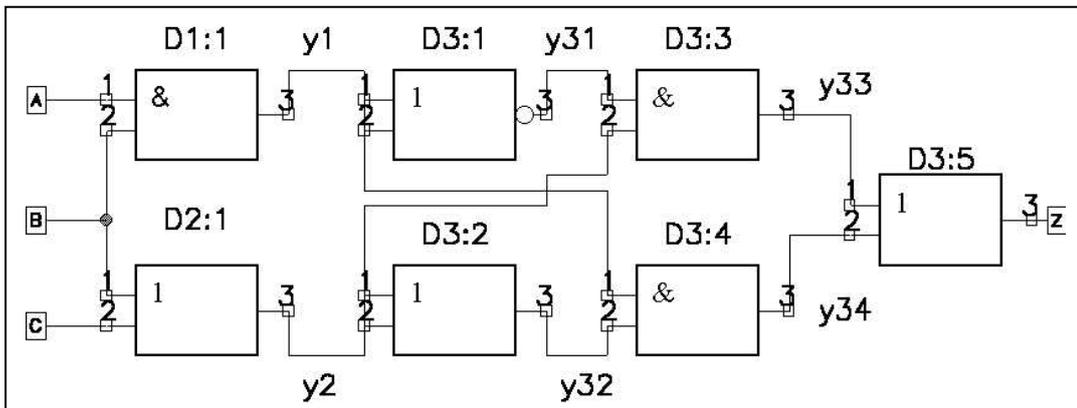


Рис. 9.3. Логическая сеть в простом базисе

Элемент D3 реализует функцию суммирования по модулю 2:

$$y_3 = y_1 y_2 \vee y_1 \bar{y}_2 \quad (9.2)$$

Схема эквивалентного дерева сети представлена на рис. 9.4.

$$\bar{z} = \bar{a}_1 a_2 b_1 \vee \bar{a}_1 b_1 \bar{b}_2 \vee \bar{a}_1 b_1 b_3 \vee \bar{a}_1 b_1 c_1 \vee a_2 \bar{b}_4 \bar{c}_2 \vee \bar{b}_2 \bar{b}_4 \bar{c}_2 \vee b_3 \bar{b}_4 c_2 \vee \bar{b}_4 c_1 \bar{c}_2. \quad (9.3)$$

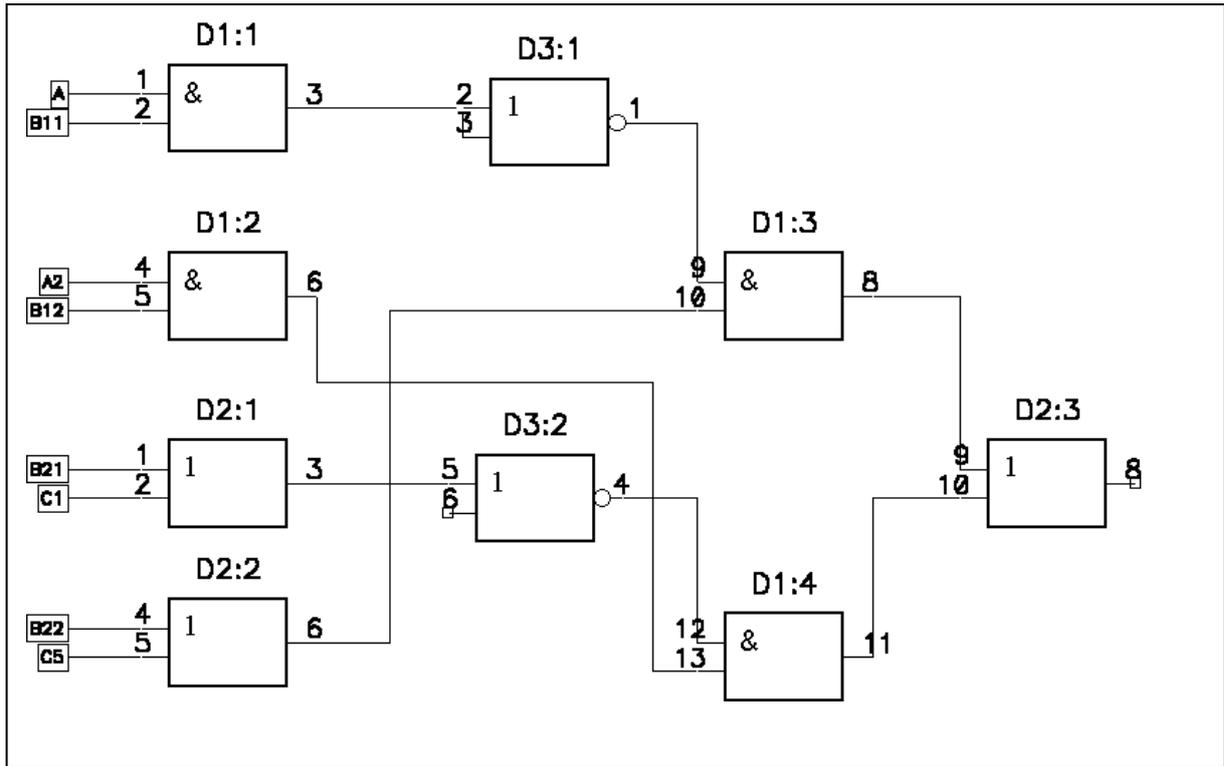


Рис. 9.4. Эквивалентное дерево сети

ЭФ может быть построена следующим образом:

1) каждый логический элемент сети, не являющийся простым, заменяется эквивалентной ему одно-выходной подсетью, имеет те же входы, что и элемент, представленный в простом базисе и реализующий функцию элемента j_i . При этом считают, что функция, реализуемая каждым элементом сети, задана аналитически в некоторой минимальной ДНФ.

Получаемая ЭФ представляет все пути, имеющиеся в эквивалентной сети (3-5), в том числе те, которые различаются только своими частями, принадлежащими сложным элементам.

2) Другой подход для построения ЭФ выполняется путем исключения ненужной информации для построения функции, реализуемой устройством при появлении неисправностей. ЭФ строится в сложном базисе без преобразования ее в эквивалентную сеть в простом базисе. Логическая сеть в сложном базисе (рис. 9.5.).

Применяя процедуру простой подстановки, получаем:

$$y_1 = \bar{a}_1 b_1; \quad (9.4)$$

$$y_2 = b_2 \vee c_1; \quad (9.5)$$

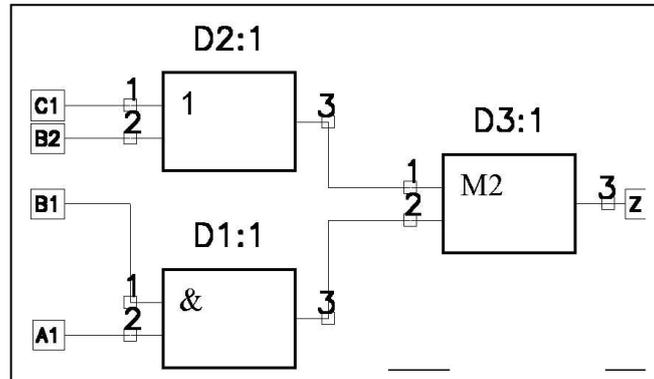


Рис. 9.5. Логическая сеть в сложном базисе

$$Z = y_1 y_2 \vee \bar{y}_1 y_2 = \bar{a}_1 b_1 \bar{b}_2 c_1 \vee (a_1 \vee \bar{b}_1) \wedge (b_2 \vee c_1) = a_1 b_1 \vee a_1 c_1 \vee \bar{b}_1 b_2 \vee \bar{b}_1 c_1 \vee \bar{a}_1 \bar{b}_2 \bar{c}_1. \quad (9.6)$$

Обратная ЭФ:

$$Z = \bar{a}_1 b_2 b_2 \vee \bar{a}_1 b_1 c_1 \vee a_1 \bar{b}_2 c_1 \vee \bar{b}_1 \bar{b}_2 c_1. \quad (9.7)$$

ЭФ и обратная ЭФ, построенные по сети в сложном базисе, называются сжатыми.

В реальных дискретных устройствах возможны некорректные соединения логических элементов, которые не удовлетворяют формальному определению логической сети.

Некорректное соединение элементов представлено на рис. 9.6.

$$Z = (ab) \wedge (cd) = abcd \quad (9.8)$$

$$Y = dx_n x_n, \quad (9.8)$$

где dx_n – изменение 1 – в 0 (1 соответствует отрицательному потенциалу) переменной x_n на импульсном входе, а x_n – переменная потенциального входа.

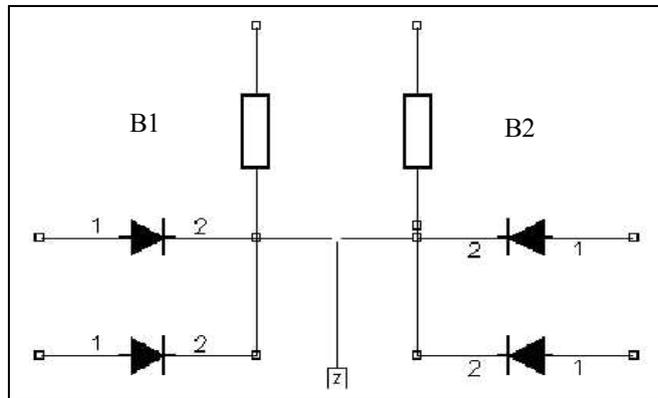


Рис. 9.6. Некорректное соединение элементов.
 B1, B2 – импульсно-потенциальные вентили.

Другое некорректное соединение элементов представлено на рис. 9.7.

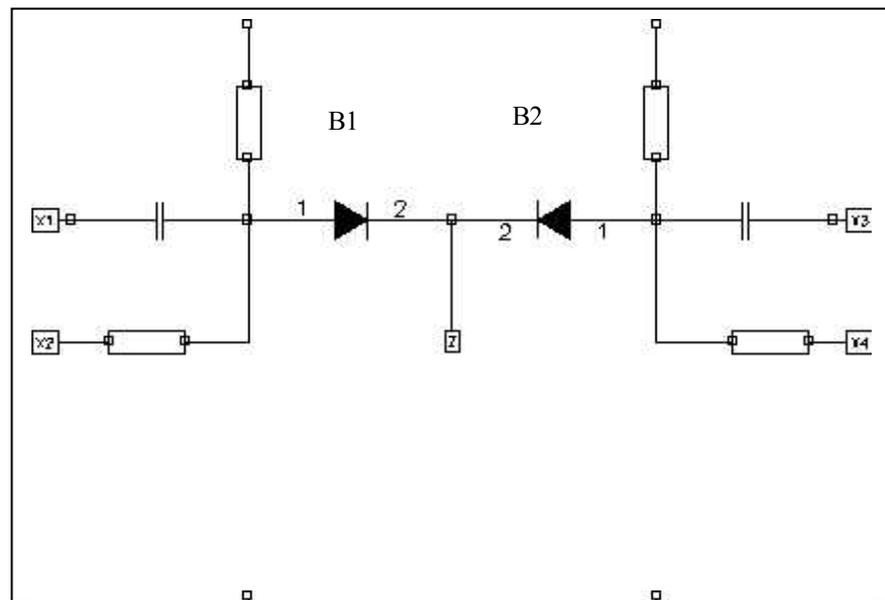
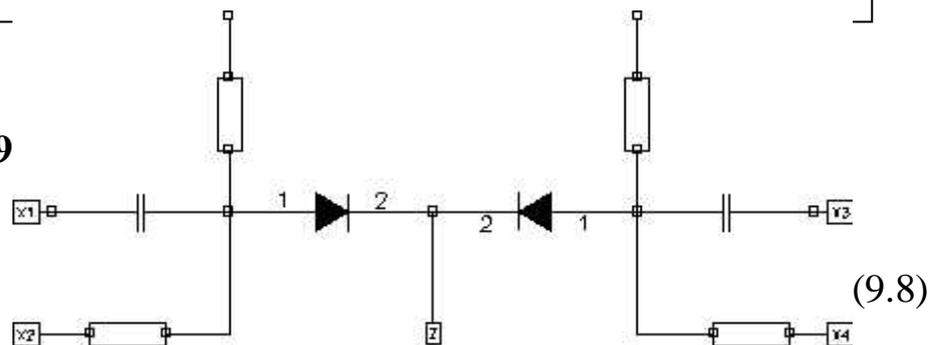


Рис. 9



(9.8)

Для описания таких устройств моделями правильных логических сетей, каждая совокупность элементов, выходы которых соединены, заменяется одним логическим элементом, который реализует функцию, заданную для узла соединения.

Иногда, с целью более точного описания процессов, происходящих в реальных устройствах, в математических моделях комбинационных устройств учитывается качество (например, форма) сигналов, и вводится временная координата.

В таких моделях логическим значениям сигналов сопоставляются строго фиксированные области значений физических параметров этих сигналов. Значения сигналов на выходах логических элементов определяются при помощи функциональных зависимостей относительно предельных значений входных сигналов и с учетом влияния параметров нагрузки.

При описании функционирования логических элементов могут учитываться характеристики фронтов сигналов при изменении последних, что дает возможность анализировать работу комбинационных устройств на предмет выявления в них логических состязаний.

В дальнейшем используется логическое (не временное) описание дискретных комбинационных устройств в виде: форм алгебры логики, таблиц истинности, логических сетей, прямых и обратных эквивалентных форм. Многие задачи диагностики могут быть решены в рамках этих моделей.

10. ДИАГНОСТИКА ПЭВМ

10.1. Самопроверка при включении (POST)

Диагностические программы для персонального компьютера или персональной электронно-вычислительной машины (ПЭВМ), бывают трех уровней: POST, специализированные и общего назначения.

POST – это проверка ПЭВМ при включении, плюс проверка ОП на четность. Процедура POST является методом повышения надежности ПЭВМ. POST представляет собой последовательность коротких программ, находящихся в ПЗУ BIOS (Basic Input-Output system) системной платы ПЭВМ. Тест предназначен для проверки всех основных компонентов системы перед загрузкой ОС.

При этом проверяются: ЦП, ПЗУ, ОП, вспомогательные схемы и основные внешние устройства. При обнаружении неисправностей выдается сообщение об ошибке или предупредительный сигнал.

Неисправности, обнаруженные процедурой POST, часто называют фатальными.

Регистрация неисправностей: 1) звуковой сигнал, 2) визуальные текстовые сообщения, 3) коды неисправностей, посылаемые по адресам ввода-вывода.

Звуковые коды ОШ зависят от фирмы-разработчика BIOS и от ее версии. BIOS созданы такими фирмами, как, например: AMI, Phoenix, IBM, Award и др. Неисправность в общем случае определяется комбинацией коротких и длинных сигналов, например, в процедуре POST системы IBM:

1. Один короткий – нормальное завершение теста.
2. Сигнал отсутствует – ИП, СП и т.д.
3. Один длинный, три коротких – контроллер монитора.
4. Три длинных – плата клавиатуры и т.д.

На экран обычно выводятся данные о проверке основной и дополнительной памяти (ОП). Если установлен менеджер ОП (EMM386.EXE) или QEMM, то расширенная память ОП конфигурируется как дополнительная и тестируется также.

10.2. Коды процедуры POST, передаваемые в порты ввода-вывода

В начале проведения каждой элементарной операции, BIOS посылает соответствующие коды по заранее определенным адресам ввода-вывода. Эти коды воспринимаются и отображаются с помощью специальной платы, вставленной в один из слотов системной шины на плате ПЭВМ. Фирмы-изготовители: Micro 2000, Landmark, IDR Microdevices, Data Depot, Vetra – X и MicroSystems Development и др.

На встроенном индикаторе отображается двухзначный код операции (текста), при выполнении которого, обнаружена ОШ. Список кодов ОШ приводится в литературе по обслуживанию ПЭВМ, по версии BIOS, установленной на системной плате.

Например, адаптеры POST Probe (Micro 2000), Pocket POST (DATA Depot), Omni POST (Trinitech).

Для диагностики источника питания применяют такие платы, как например: ЗС Power Patroller и диагностическую программу Experttrace.

Т.о. адаптеры являются одними из самых многофункциональных измерительных устройств контроля, среди известных. Например: адаптеры фирмы «Ultra-X» (Qwick POST), POST Code Master (MSD) и т.д.

В ПЗУ некоторых системных плат содержатся собственные диагностические программы, позволяющие более точно определить место неисправности.

10.3. Расширенная диагностика ПЭВМ

Для проведения диагностики на техническом уровне, предприятия-изготовители ПЭВМ выпускают руководства по эксплуатации и техническому обслуживанию и программы технической диагностики. Диагностические тесты могут быть записаны на установочной дискете, лазерном компакт-диске или другом стандартном носителе информации. Коды ошибок, выводимые программой POST, общей или расширенной диагностики состоят из кода устройства и последующего двузначного числа, не равного «00».

11. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПЭВМ

11.1. Диагностические тестовые программы общего назначения предназначены для диагностики всех узлов и блоков ПЭВМ:

1) Amidiag (American Megatrends) – компания АМІ. Эта программа включает в себя функции и возможности, которые отсутствуют в ПЗУ BIOS и рассчитаны на использование в IBM совместимых ПЭВМ.

2) Checkit Pro (Touchstone Software Corp). Проверяет ЦП, ОП (основную, расширенную, дополнительную), НМД, НГМД, манипулятор - мышь, клавиатуру, видеоплату, мониторы и т.д.

Checkit Pro Delux – является наиболее полной версией. Checkit Pro Analyst – предназначена для работы под Windows 9X. Программа производит аттестацию системы, что необходимо для наладки системы.

3) Micro-Scope (Micro 2000) предназначена для работы с IBM совместимыми ПЭВМ. Программа имеет свою ОС и работает в обход DOS (дисковая операционная система) и BIOS. Программа полезна, если ПЭВМ работает под управлением ОС UNIX или в сети Novell.

4) Norton Utilities (Ndiags). Диагностическая программа входит в состав пакета NU, v.8.0. SysInfo входит в состав NU и позволяет оценить быстродействие и уточнить параметры системы. Программа дает информацию о типах ЦП, СПЦ, версии BIOS, типах видеоплаты, клавиатуры, манипулятора мышь, накопителя информации на магнитных дисках (НМД), накопителя информации на гибких магнитных дисках (НГМД), ОП, типа системной шины и т.д., дает возможность настроить монитор.

5) QAPlus/PE. Является одной из самых многофункциональных программ для проверки ПЭВМ. Имеет свою ОС. Программа предназначена для проверки всех узлов и блоков ПЭВМ, а также определяет типы компонентов, входящих в его состав. Программа предоставляет полную таблицу используемых прерываний и проверяет внешние устройства.

6) Программа Service Diagnostics – отличается полной проверкой ОП. Включает в себя цифровой диагностический диск (DDD) и аналоговый эталонный диск (ADD). В комплект программ входят ПЗУ диагностики (вместо ПЗУ BIOS).

11.2. Программы для диагностики дисков

1) Drive Probe. Это программа специализированного назначения. Используется для проверки НГМД с помощью эталонных дисков: DDD – для цифровой диагностики диска, AAD – аналоговый диск для настройки позиционирования, HRD – диагностический диск высокого разрешения. Программа обеспечивает позиционирование электромагнитных головок с шагом в 1,25 мкм.

2) Disk Manager (фирма Ontrack) является программой, предназначенной для тестирования НМД и их форматирования. Проверяет контроллер и накопитель. Имеется возможность низкоуровневого форматирования.

11.3. Программы конфигурирования

Многие программы оказывают помощь не только в диагностике ПЭВМ, но и в его настройке. 1) Microsoft Diagnostics, например, дает возможность определить конфигурацию системы, устранить имеющиеся конфликты. 2) SysCHK.

11.4. Диагностические программы оптимизации

Для работы под Windows 9X и последующих версий, известны такие диагностические программы, как, например: 1) SysInfo; 2) WinSlench; 3) WinProbe: наиболее полная программа, которая позволяет в режиме совета оптимизировать конфигурацию системы.

12. ЭТАПЫ НАЛАДКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пуско-наладочные работы по введению в эксплуатацию оборудования, поступившего для реализации машиностроительного производства, состоят из следующих основных этапов:

- 1) транспортирование оборудования;
- 2) расконсервация и установка;
- 3) монтаж соединительных кабелей;
- 4) проверка соединений;
- 5) проверка механических узлов и соединений (чистка, смазка, проверка рабочего хода);
- 6) включение: проверка питающих напряжений;
- 7) загрузка и «прогон» диагностических тестов;
- 8) настройка оборудования;
- 9) выполнение контрольных заданий в комплексном режиме;
- 10) сдача КТС в эксплуатацию.

12.1. Особенности этапов наладки компьютерных технологических систем

На втором этапе: после комплектации оборудования на заводе-изготовителе оборудование поставляется заказчику, который должен подготовить помещение для его установки. При этом должны быть выполнены требования пожарной безопасности, электробезопасности, давление, температура, влажность, чистота воздуха; установлен контур защитного заземления, обеспечена стабильность электропитания, при необходимости оборудована гермозона, в соответствии установленными нормами и правилами.

Размещение оборудования выполняется по техническому проекту, из расчета, какую площадь занимает единица оборудования, учитывается минимальное расстояние между отдельным оборудованием, элементами здания и сооружений, с учетом выполняемых функций, удобства обслуживания и т.д.

На третьем этапе: монтаж электрических соединений включает в себя прокладку силовых, информационных и управляющих кабелей, а также монтаж схемного и защитного заземлений. Работы проводятся в соответствии с техническим проектом.

На четвертом этапе производится: проверка соединений. Определяются неисправности в электрических соединениях и оборудовании, и устраняются.

На пятом этапе проверяется состояние механизмов и узлов КТС. Часть механизмов может быть заблокирована, при первом включении питания.

Шестой этап: включение, связан с устранением первичных неисправностей, неисправностей в соединениях, и т.д., нередко имеющих место после транспортирования системы.

Седьмой этап: загрузка и запуск и диагностических тестов. Режим «Автономный» и «Комплексный».

Вначале проверка устройств осуществляется в статическом, а затем в динамическом режиме. При этом используются диагностические микропрограммы, входящие в комплект тестовой диагностики системы.

Работа устройств в статическом режиме позволяет выявить неисправности в электронном оборудовании, электрических связях, интерфейсе и избежать каких-либо повреждений в механической подсистеме.

После проверки устройств в динамическом режиме производится настройка оборудования с помощью приборов и приспособлений. Затем производится выполнение всех микродиагностических тестов с пульта управления, выполняется запуск комплексных диагностических тестов, проверяющих систему в целом.

12.2. Контроль и диагностика схем компьютерных технологических систем

Схемный контроль объединяет все схемы, участвующие в выработке сигнала «неисправность». Сигнал формируется несколькими составляющими: «неисправность в цепях управляющих сигналов», «неисправность в цепях формирования адреса», «неисправность от диагностического оборудования», «Останов по ОШ», «Команда отвергнута» и т.д.

Цель схемного контроля: обеспечение сохранности носителей информации, предохранение движущихся частей от повреждений, блокировка случайных движений механических устройств при настройке и осуществление контроля за правильностью выполнения операций.

12.3. Процедуры выполнения микродиагностических тестов

Примерный алгоритм выполнения тестов микродиагностики может иметь следующий вид:

Диагностика 1: выбирает заданный КМ, подает команду «Движение», дублирует переключатель «Режим работы» и предохраняет оператора от случайных движений механизмов.

Диагностика 2: проверяет схемы формирования сигнала «неисправность выполнения основных операций (например, координатного позиционирования).

Диагностика 3: проверяет цепи, по которым передается состояние схем блокировки переключателей и датчиков.

Диагностика 4: осуществляет статическую проверку сервосистемы.

Диагностика 5: опрос цепи сигнала «неисправность КТС».

Диагностика 6: проверяет схемы формирования сигнала «ОШ от датчиков исходного положения».

Диагностика 7: создает условия для всех диагностических режимов.

12.4. Сервисная аппаратура, приборы и инструмент

Для настройки оборудования часто применяют тестеры, особенностью которых являются их автономность, отсутствие влияния на непроверяемую часть системы, удобство в использовании и близкое сходство в функционировании системы при проверке, и в реальных условиях.

Сервисный тестер, например, применяется для настройки сервосистемы и проверки выполнения основных технологических операций. Тестер выполняет при этом автоматический поиск координат по нескольким адресам, последовательно перемещая позиционирующее устройство вперед или назад, осуществляя произвольный доступ.

Тестер предназначен для ручного набора команд, выполняемых КТС, визуального отображения состояния системы.

Тестеры других типов могут быть предназначены для радиальной и тангенциальной настройки измерительных головок, для проверки кабеля «витая пара» может быть применен тестер, проверяющий логарифмический декремент затухания сигнала и взаимовлияние помех от витых пар.

С помощью тестера проверяют работоспособность КТС и настройку таходатчиков.

Тестер, выполняя микродиагностические тесты, проверяет регистры, функциональные узлы схем управления, предназначенные для выполнения основных операций. Постоянно совершенствуются способы подключения тестеров к диагностируемому оборудованию (интерфейс) и их конструкция.

12.5. Основные характеристики диагностируемого объекта

Основные характеристики диагностируемой компьютерной технологической системы:

- 1). Архитектура и конфигурация системы.
- 2). Тип индикатора пульта оператора (матричный, жидкокристаллический или газоразрядный).
- 3). Количество управляемых координат и шпиндель.
- 4). Количество входов-выходов.
- 5). Диапазон скоростей рабочих подач, мм/мин.
- 6). Такт управления приводами, мс.
- 7). Тип устройств ввода-вывода управляющих программ.
- 8). Максимальный размер управляющей памяти.
- 9). Графическое отображение траектории движения измерительного устройства.
- 10). Линейная, круговая, винтовая интерполяция.
- 11). Коррекция на длину и радиус измерительной головки.
- 12). Встроенная система автоматической подачи измерительного устройства.
- 13). Поворот осей.
- 14). Полярные координаты.
- 15). Редактирование управляющей программы в процессе контроля.
- 16). Цифровой осциллограф для настройки приводов.
- 17). Гарантийное обслуживание.

Основные характеристики диагностируемого накопителя информации на магнитных дисках для ЕС-ЭВМ:

- 1). Емкость памяти: 200 МБ.
- 2). Скорость передачи данных: 806 КБ/с.
- 3). Метод записи: МФМ (модифицированная частотная модуляция).
- 4). Число цилиндров в пакете: 808 +7 резервных.

- 5). Число информационных поверхностей: 19.
- 6). Число сервоповерхностей: 1.
- 7). МГ: плавающего типа, ферритовые.
- 8). Время позиционирования: 55 мс (макс), 30 мс (средн.), 10 мс (мин).
- 9). Время ожидания: 8,83 мс.
- 10). Время пуска-останова: не более 20 с.
- 11). Сменный пакет магнитных дисков: ЕС 5267 и др.
- 12). Питание: трехфазная сеть 380/220.
- 13). Потребляемая мощность 3 кВт.
- 14). Рабочая температура: 5-40 °С.
- 15). Относительная влажность воздуха: до 95 %, при 30°С.
- 16). Размеры: 620x1150x820 (мм).
- 17). Масса: до 360 кг.

Для подключения к ЭВМ используется устройство управления и управляющий модуль (ЕС-5567 и ЕС 5667). Накопитель информации представляет собой ВЗУ на магнитных дисках, с прямым доступом.

Конструктивное оформление: одношпиндельный модуль, со сменным пакетом дисков, имеющий программное обеспечение для управления и индикации о состояниях устройства и неисправностях.

Результаты диагностики могут быть представлены в следующем виде.

Например: коды 1XX – содержат ОШ СЧПЛ (считывателя информации с перфоленты), коды 104XX – содержат ошибку НМД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное машиностроение предъявляет высокие требования к качеству изготавливаемой продукции и квалификации производственного персонала. Одной из центральных фигур в современных условиях производства является инженер-технолог, обладающий знаниями теоретических основ технологии машиностроения и в том числе, специальных учебных дисциплин.

При изучении данной учебной дисциплины особое внимание уделяется вопросам построения средств диагностики мехатронной системы, обеспечивающей эффективность компьютерной технологической системы, а следовательно, и качества изделий на ранних стадиях построения (стадии предпроектных исследований, разработки технического задания и т.д.) и на других стадиях жизненного цикла системы. Кроме того, уделяется внимание эксплуатационным вопросам и роли развития элементной базы вычислительной техники в повышении качества средств контроля и диагностики, что может быть использовано студентами в курсовых и дипломных проектах, а также в будущей практической деятельности, в осуществлении конструкторско-технологической подготовки производства.

Объем применения наукоемких информационных технологий в Ярославском регионе постоянно растет, появляются новые средства контроля и диагностики, соответствующие современному уровню, это заметно и в машиностроении. Поэтому студентами изучается наладка и диагностика компьютерных технологических систем, общие вопросы диагностики, сложное и редкое оборудование в действии, различные компоненты и возможности построения средств контроля и диагностики.

Отсутствие в необходимом количестве научно обоснованных методик по проектированию средств диагностики компьютерных технологических систем обуславливает значительное внимание вопросам автоматизации процессов контроля и диагностики технических систем, применительно к условиям машиностроительного производства при подготовке студентов. Основное требование к средствам диагностики в машиностроительном производстве – точная диагностика и контроль технических средств, реализующих оптимальный маршрут механической обработки деталей и выполняющих расчет снимаемого припуска и межоперационных размеров, при минимуме вводимой информации инженером-технологом.

В данной работе кратко рассмотрены основные вопросы архитектуры, структуры технических средств и методики контроля и диагностики в компьютерной технологической системе. Построение средств контроля и диагностики при создании компьютерной технологической системы, является результатом развития вычислительной техники, теории автоматического управления, дискретной математики (алгебры логики), микроэлектроники и ряда других наук.

Применение программируемых контроллеров и управляющих ЭВМ для многоцелевых автоматических станков, автоматических погрузочно-разгрузочных устройств, автоматических транспортирующих и накопительных систем, контрольно-измерительных устройств, создает основу для автоматизации объектов и процессов в машиностроении.

Приведенный в работе материал показывает последовательность и объем задач при создании автоматизированных систем контроля и диагностики, на основе комплексного подхода к решению вопросов, что дает возможность выбора наиболее рационального варианта конфигурации технических средств диагностики компьютерных технологических систем для машиностроительного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники.- М.: Высшая школа, 1970. 270 с.
2. Техническая диагностика. Труды I Всесоюзного совещания по технической диагностике / Под ред. П. П. Пархоменко. - М.: Наука, 1972.-368с.
3. Основы технической диагностики. В 2-х книгах. Кн. 1. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / Под ред. П.П. Пархоменко.- М.: Энергия, 1976 г.
4. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978.- 240с.
5. Техническое обслуживание и ремонт ЕС-ЭВМ: Справочник / К.М. Виноградов, О.Н. Самцов, Л.Н. Олейник, Р.И. Комаровская; Под общ. ред. К.М. Виноградова. – Мн.: Беларусь, 1988. – 240 с.
6. Вычислительные машины, системы, комплексы: Справочник / А.П. Заморин, А.А. Мячев, Ю.П. Селиванов; Под ред. Б.Н. Наумова, В.В. Пржиялковского. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 264 с.
7. Вальков В.М. Контроль в гибких автоматизированных производствах. - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1986. - 232 с.
8. Электронно-вычислительная машина ЕС 1035 / Пер. с болг. В.А. Комарницкого, А.Э. Степаняна; Под ред. В.А. Комарницкого. – М.: Машиностроение, 1987. – 304 с.
9. Аршанский М.М. Вибродиагностика и управление точностью обработки на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1988. - 134 с.

10. Воронцов Л.Н. Приборы автоматического контроля размеров в машиностроении: Учебное пособие для вузов по специальности “Приборы точной механики”. - М.: Машиностроение, 1988. - 280 с.
11. Координатные измерительные машины и их применение. / В.-А.А. Гапшис, А.Ю. Каспарайтис, М.Б. Модестов и др. - М.: Машиностроение, 1988.- 328 с.
12. Электроника: Энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Г. Колесников, - М.: Сов. энциклопедия, 1991. - 688 с.
13. Данилин Н.С. Руководство по поиску неисправностей и ремонту компьютеров IBM PC. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 256 с.
14. Мясников В.К. Основы построения мехатронных систем автоматизации: Учебное пособие. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 1997. - 66 с.
15. Теория автоматического управления: Учеб. для машиностр. спец вузов / В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов, и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – 3-е изд.- М.: Высш. шк., 2000. - 268 с.
16. Вычислительные комплексы и системы: Учебное пособие / Д.И. Асеев, Т.В. Воронина, С.Н. Магдалинский; Яросл. гос. ун-т. - Ярославль, 2000. - 75 с.
17. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК: Учебное пособие. 12 изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 1184 с.
18. Датчики для информационно-управляющих систем: / Л.А. Вахрин, В.К. Мясников, А.В. Оборин. Учебное пособие. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002. – 54 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	6
1.1. Классификация основных задач технической диагностики.....	6
1.2. Системы диагностики технического состояния.....	7
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	9
2.1. Основные понятия и определения.....	9
2.2. Средства диагностики компьютерных технологических систем .	12
2.2.1. Диагностика с помощью программных средств.....	12
2.2.2. Программные средства диагностики.....	13
2.3. Средства и методы контроля компьютерных технологических си- стем	13
2.3.1. Аппаратные методы контроля.....	14
2.3.2. Программные методы контроля.....	15
3. ОБЪЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ.....	17
3.1. Свойства объектов диагностики.....	17
3.2. Математические модели объектов диагностики.....	18
3.3. Система диагностики.....	19
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИКИ	21
4.1. Диагностика микроЭВМ Электроника–60.....	21
4.2. Координатное позиционирование и его использование для кон- троля и диагностики	22
5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ.....	29
5.1. Явная и неявная модель объекта диагностики.....	29

5.2. Таблица функций неисправностей.....	31
6. СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ДИАГНОСТИКИ...	33
6.1. Организация процессов диагностики компьютерных технологических систем	33
6.2. Логическая модель непрерывного объекта диагностики.....	34
6.3. Физические методы диагностики.....	35
7. ДИСКРЕТНЫЕ КОМБИНАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ.....	37
7.1. Функциональный метод исследования объекта.....	37
8. СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИКИ.....	40
8.1. Структурный метод исследования объекта диагностики.....	40
8.2. Скобочная форма представления передаточных функций (СФ)..	44
8.3. Эквивалентная форма функций (ЭФ).....	44
8.4. Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ).....	44
9. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ФОРМА ЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ.....	46
9.1. Особенности эквивалентной формы.....	46
9.2. Эквивалентная форма для функции комбинационной логической сети.....	46
10. ДИАГНОСТИКА ПЭВМ.....	52
10.1. Самопроверка при включении (POST).....	52
10.2. Коды процедуры POST, передаваемые в порты ввода-вывода.....	53
10.3. Расширенная диагностика ПЭВМ.....	54
11. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПЭВМ.....	54
11.1. Диагностические тестовые программы общего назначения.....	54

11.2. Программы для диагностики дисков.....	55
11.3. Программы конфигурирования.....	55
11.4. Диагностические программы оптимизации.....	55
12. ЭТАПЫ НАЛАДКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	56
12.1. Особенности этапов наладки компьютерных технологических систем	56
12.2. Контроль и диагностика схем компьютерных технологических систем	57
12.3. Процедуры выполнения микродиагностических тестов.....	58
12.4. Сервисная аппаратура, приборы и инструмент.....	58
12.5. Основные технические характеристики оборудования компьютерных технологических систем	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	63
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	65