

АРМ РАЗРАБОТЧИКА ПРОГРАММ ПОКОМПОНЕНТНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Н. П. Байда, докт. техн. наук, В. И. Месюра, канд. техн. наук,

А. М. Роик, канд. техн. наук

Автоматизация процедуры разработки тестовых программ является одним из основных направлений повышения эффективности средств диагностирования электронных устройств (ЭУ). Широкие возможности для автоматизированной подготовки программ контроля ЭУ предоставляются с применением методологии покомпонентного диагностирования, в соответствии с которой проверка объекта диагностирования (ОД) сводится к последовательности проверок каждого отдельно взятого его компонента, который при этом электрически изолируется от влияния остальных элементов схемы. В настоящее время задача автоматизации подготовки программ покомпонентного диагностирования решается в большинстве случаев путем использования специальных проблемно-ориентированных языков, что позволяет практически свести эту задачу к описанию ОД с помощью общепринятых технических терминов с дополнительными комментариями [1]. Однако при подобном подходе программист освобождается лишь от утомительного кодирования, а интеллектуальные и временные затраты на разработку и отладку тестовых программ по-прежнему остаются существенными. При этом качество полученных программ в значительной степени определяется опытом программиста.

Новые перспективы в области снижения трудоемкости подготовки программ покомпонентного диагностирования и требований к уровню квалификации персонала открываются с использованием автоматизированного рабочего места разработчика программ (АРМ РП). Особенностью АРМ РП является возможность подготовки тестовых программ в четырех режимах: интерактив-

ном; математического моделирования; самонастройки и самообучения. Реализация указанных режимов работы осуществляется с использованием комплекса технических средств (рис. 1). Средства покомпонентного диагностирования (СПД) используются для отладки полученных программ на эталонном (исправном) объекте, а также для съема информации с объекта изучения в режимах самонастройки и самообучения АРМ РП. При необходимости получения дополнительной информации об объекте изучения, не обеспечиваемой СПД, в состав АРМ РП могут включаться требуемые измерительные приборы (ИП1...ИПn), подключаемые через канал общего пользования (КОП).

Укрупненная структура программного обеспечения (ПО) АРМ РП приведена на рис. 2. Подсистема подготовки программ диагностирования в интерактивном режиме реализует традиционный подход, основанный на использовании для описания ОД языка высокого уровня поэлементного диагностирования (ЯПД) с последующей трансляцией полученной ЯПД-программы в рабочую программу диагностирования (РПД) — машинную программу на внутреннем языке СПД. Основным отличием режима является возможность немедленного исполнения набранного тестового оператора на исправном объекте с выдачей программисту протокола обмена информацией между СПД и управляющей ЭВМ, включающего сведения о передаваемых управляющих словах, ожидаемых и полученных результатах измерений.

Особенностью подсистемы математического моделирования АРМ РП является возможность выполнения ею, наряду с формированием тестов, следующих специфических задач: определение условий электрической изоляции проверяемого элемента от влияния остальных элементов схемы; обеспечение условий неповреждения тестируемого электрорадиоэлемента (ЭРЭ); оптимальный выбор фрагментов схемы, диагностируемых как единые функциональные узлы. Формальное описание ОД в системе моделирования цифровых ЭУ осуществляется с использованием аппарата сетей Петри, а в системе моделирования аналоговых ЭУ — с использованием теории двусторонних графов.

Разработке тестов в режиме математического моделирования предшествует ввод в базу данных АРМ РП исходных данных, включающих описание топологии ОД и каждого из его компонентов (тип, номер, значение контролируемого параметра, величина поля допуска и точки подключения измерительной аппаратуры). Подсистема моделирования извлекает из библиотеки описаний ЭРЭ необходимый тест и модифицирует его с учетом конкретного включения компонента и обеспечения условий его неповреждения и электрической изоля-

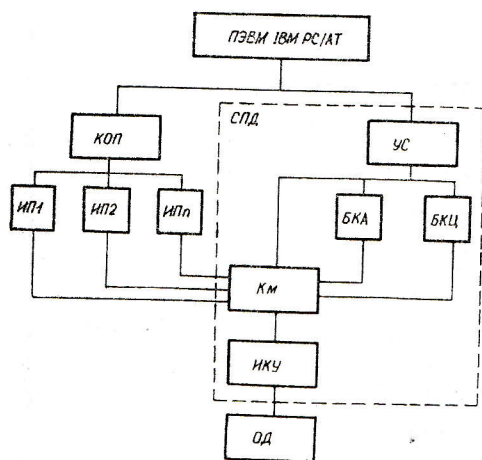


Рис. 1. Структурная схема АРМ РП:

УС — устройство сопряжения; БКА — блок контроля аналоговых компонентов; БКЦ — блок контроля цифровых компонентов; КМ — коммутатор; ИКУ — игольчатое контактное устройство

ции от влияния остальных элементов схемы. Соответствующая модификация теста обеспечивается и при вхождении компонента в тестируемый как единое целое фрагмент схемы.

Подсистема моделирования обеспечивает работу в интерактивном режиме с выдачей сводки активности контрольных точек (КТ) объекта и возможностью просмотра их временных диаграмм. Подсистема моделирует работу объекта при введении одиночных константных неисправностей с выдачей списка обнаруженных и необнаруженных с помощью теста неисправностей и оценкой качества полученной программы диагностирования, обеспечивает возможность вычисления сигнатур в контрольных точках ОД. При этом в качестве фрагмента может быть задана вся схема ОД, следствием чего является получение структурного (функционального) теста объекта.

В результате работы подсистемы математического моделирования ЭУ получают текст программы в символической форме (в виде операторов языка поэлементного диагностирования).

Текст программы позволяет просмотреть выбранные параметры тестовых операторов: тип измерительной схемы, величину задержки и фазового сдвига, уровень тестовых воздействий, дополнительные точки подключения измерительной аппаратуры, обеспечивающие электрическую изоляцию и условия неповреждения при тестировании. Полученная ЯПД-программа может редактироваться в любой части (тесты, начальные условия, список компонентов, образующих тестируемый фрагмент) с последующей трансляцией в РПД. Вновь созданная РПД может прогоняться как на модели, так и на эталонном (исправном) объекте с выводом временных диаграмм, сводок активности, значений сигнатур и оценки качества тестов.

Режим самонастройки АРМ РП отличается тем, что в качестве источника данных о параметрах СПД и объекта диагностирования используется эталонный печатный узел. По введенным оператором данным

работается и сравнивается с ожидаемым. По результатам сравнения оценивается качество функционирования СПД и вырабатывается показатель цели управления. Такой целью может явиться, например, подбор необходимого диапазона измерений, выбор дополнительных точек подключения измерительной аппаратуры, подбор величины опорного напряжения, выбор алгоритма выдачи тестовых воздействий на ЭРЭ с нетипичной схемой включения, подбор величины фазового сдвига и пр. По заданному алгоритму управления, соответствующему выбранной цели управления, АРМ РП вырабатывает командные сигналы для выработки нового тестового воздействия либо перехода на альтернативный алгоритм диагностирования объекта, приближающего систему диагностирования к заданному значению вектора показателей качества выполнения ею своих функций.

Режим самообучения используется, как правило, при отсутствии комплекта документации на ряд комплектующих ОД или ОД в целом, а также в тех случаях, когда нет уверенности в том, что предусмотренные в математической модели алгоритмы формирования тестовых операторов и поиска дефектов в сочетании с используемыми техническими средствами обеспечат заданный показатель качества функционирования АРМ РП [2].

Укрупненный алгоритм подготовки программ покомпонентного диагностирования ЭУ в режиме самообучения АРМ РП приведен на рис. 3. Работа начинается с идентификации контрольных точек изучаемого ЭУ (установления соответствия между геометрическими координатами КТ и адресами этих КТ в системе диагностирования), осуществляемой с использованием специальных тест-плат. Затем автоматически формируется таблица связей ЭУ, каждая строка которой содержит перечень КТ, принадлежащих одному из его проводников. Для распознавания ЭРЭ в составе изучаемого ЭУ вычисляются координаты точек приложения контрольных воздействий (ТПВ), чем исключается необходимость простого перебора совокупностей КТ, меж-

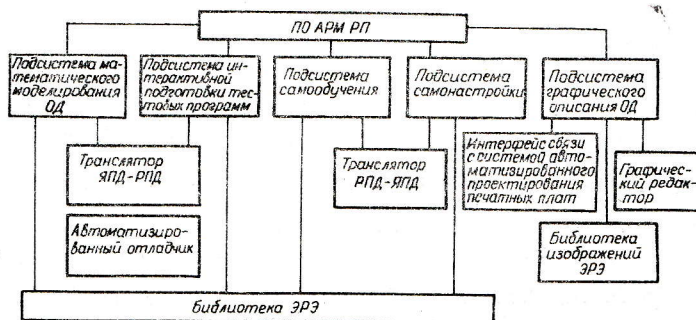


Рис. 2. Структура программного обеспечения АРМ РП

(аналогично режиму математического моделирования) АРМ РП вычисляет характеристики тестового оператора и выдает тестовое воздействие на ОД. Отклик на тестовое воздействие поступает в измерительное устройство, полученный результат об-

ду которыми прикладываются контрольные воздействия, поскольку время самообучения в этом случае превышает практически приемлемую величину. При выборе ТПВ используется информация о геометрических координатах КТ и их распределении меж-

ду проводниками ЭУ в совокупности со сведениями о конструктивных особенностях ЭРЭ, а также учитывается ряд допущений о возможном расположении ЭРЭ в ЭУ.

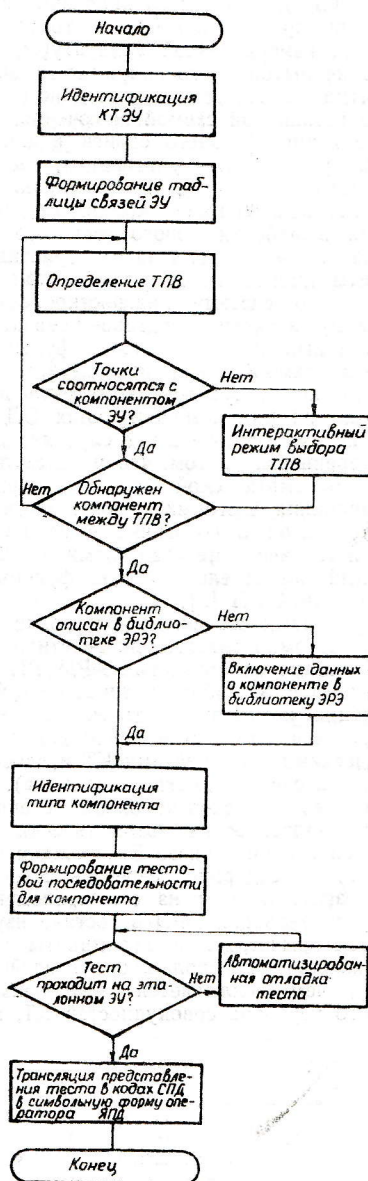


Рис. 3. Структурная схема алгоритма подготовки программ покомпонентного диагностирования в режиме самообучения АРМ РП

1. Байда Н. П., Кузьмин И. В., Шпилевой В. Т. Микропроцессорные системы поэлементного диагностирования РЭА.— М., 1987.
2. Байда Н. П., Месюра В. И., Роик А. М. Самообучающиеся анализаторы производственных дефектов РЭА.— М., 1991.

Анализ откликов на контрольные воздействия, приложенные к выбранной совокупности ТПВ, позволяет судить о наличии либо отсутствии в данных точках ЭУ электрорадиоэлемента. При наличии ЭРЭ определяется его тип, после чего формируется тестовый оператор для проверки данного ЭРЭ. Подбор параметров тестового оператора осуществляется так же, как в режиме самонастройки, путем вычисления их значений, выдачи тестового воздействия на эталонный объект и анализа результата измерения. При этом преимущество отдается таким параметрам тестового оператора, при которых удается получить стабильный результат измерений с максимальным (в определенных случаях минимальным) значением измеряемой величины. Результатом работы АРМ РП в режиме самообучения является получение РПД и ЯПД-программ, служащих для представления программисту полученного описания ОД. В случае необходимости программист может отредактировать полученную ЯПД-программу по усмотрению и исследовать откорректированные тестовые операторы в интерактивном режиме либо получить соответствующую РПД и выполнить ее на эталонном ЭУ с использованием автоматизированного отладчика.

Дальнейшее совершенствование режима самообучения заключается в использовании элементов теории экспертных систем, что позволит формировать новые правила и алгоритмы тестирования при возникновении нетипичных ситуаций.

Разрабатываемое АРМ РП покомпонентного диагностирования может использоваться для получения тестовых программ в режиме моделирования для СПД различных типов, поскольку все они базируются на общих принципах контроля, электрического разделения и защиты компонентов от повреждения. При использовании для разработки ЭУ системы автоматизированного проектирования исходные данные для построения программ диагностирования могут быть получены непосредственно из ее базы данных. Кроме того, база данных может применяться также для формирования изображений сборочного чертежа ОД и чертежа его печатной платы, предназначенных для вывода диагностической информации в графической форме.

Применение отдельных алгоритмов и программных модулей АРМ РП в составе программного обеспечения систем покомпонентного диагностирования, разработанных в научно-исследовательской лаборатории диагностирования электронной аппаратуры Винницкого политехнического института показало их высокую эффективность.

Поступила в редакцию 20.03.91

