

Э. М. АЙКАЗЯН, А. А. АРАКЕЛЯН

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА
ИНЖЕНЕРА-РАЗРАБОТЧИКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ
АППАРАТУРЫ КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ ЭВМ
«ЭЛЕКТРОНИКА 100/25»**

Настоящая работа посвящена опыту использования ЭВМ «Электроника 100/25» в автоматизации программирования и комплексной отладки автоматической контрольно-измерительной аппаратуры (АКИА) для контроля радиоэлектронных изделий (РЭИ). Эксплуатация системы в течение четырех лет обусловила возможность решения различных системных задач, связанных с организацией программными методами одновременного функционирования центральной ЭВМ «Электроника 100/25» с периферийными ЭВМ «Электроника 60».

Известно, что в процессе эксплуатации специализированных комплексов и автоматизированных систем возникают задачи, связанные в основном с работой в режиме диалога и наращиванием объема памяти центральной ЭВМ посредством сопряжения с ним устройств внешней памяти (УВП). Опыт применения ЭВМ «Электроника 100/25» в качестве центральной в описываемой системе показал, что она удовлетворяет требованиям, предъявляемым к вычислительным средствам, используемым в автоматизированных системах, так как входящие в ее состав периферийные устройства обеспечивают следующие возможности:

- наращивание памяти при помощи УВП на магнитных дисках и магнитных лентах;
- решение задач, связанных с документированием результатов на построочно-печатающих устройствах и устройствах графического отображения информации;
- наращивание объема ОЗУ до 256 К байт;
- сопряжение до восьми дисплеев.

Таким образом, перечисленные особенности ЭВМ «Электроника 100/25» обеспечивают высокую эффективность ее использования при разработке автоматизированных рабочих мест (АРМ). Известно, что АРМ представляет собой совокупность программных и технических средств, позволяющих инженеру-разработчику решать в диалоговом режиме задачи автоматизации программирования и комплексной отладки систем. Исходя из этого, под АРМ мы будем понимать систему, состоящую из одной или более центральных ЭВМ «Электроника-100/25» и совокупности периферийных ЭВМ «Электроника-60» вместе с комплексом технических и программных средств.

Структура системы. Структура системы и принадлежность отдельных АРМ соответствующим подразделениям приведена на рисунке. Функциональное назначение каждого АРМ соответствует задачам, решаемым в подразделении, где он размещен. В соответствии с этим АРМ разбиты на следующие группы: первая группа—АРМ инженера-разработчика АКИА; вторая группа—АРМ инженеров-программистов;

и, наконец, третья группа—АРМ службы подготовки программных документов.

Не трудно видеть, что некоторые из АРМ имеют много общего, особенно по задачам, относящимся к локальной отладке подсистем АКИА. Отличие состоит лишь в решении специфических задач, связанных со специализацией подразделения, в котором размещен АРМ.

При описании системы мы не будем затрагивать вопросы разработки системного программного обеспечения АКИА, так как их достаточно полное и подробное изложение приведено в [1].

Группа АРМ инженеров-разработчиков АКИА. Эта группа, в соответствии с их назначением, подразделяется на следующие АРМ:

1—АРМ для отладки подсистем АКИА;

2—АРМ для отладки АКИА;

3—АРМ для автономной отладки ПО АКИА.

Основные режимы эксплуатации.

Подготовка программных изделий.

Опыт эксплуатации систем подготовки программных изделий для отладки и функционирования АКИА и ее подсистем показывает, что основная трудность состоит в подготовке программ и их переносе на машинные носители (перфолисты, перфокарты, магнитные диски и магнитные ленты). В настоящее время успешно эксплуатируются системы программного обеспечения (СЯК, ДИСКИ и т. д.), обеспечивают возможность разработки для АКИА программного обеспечения и его комплексной отладки. Программы, разрабатываемые для АКИА, отличаются друг от друга функциональным назначением, областью использования, применяемыми средствами автоматизации программирования. Вследствие этого возникает необходимость использования и эксплуатации на одном предприятии отличных друг от друга по структуре, составу и языку программирования систем программного обеспечения. Таким образом, для внедрения этих систем возникают трудноразрешимые проблемы, связанные в первую очередь с различием применяемых проблемно-ориентированных языков.

Одним из путей преодоления этих трудностей является создание единого проблемно-ориентированного языка и обеспечение возможности ретрансляции его на любой из применяемых входных языков. Другой путь состоит в обеспечении возможности работы с любой из операционных систем (ОС) и перехода в режиме диалога от одной ОС к другой. В описываемой системе в настоящее время использован второй подход, позволяющий переходить от ОС ФОДОС ЭВМ «Электроника 100/25» к ОС ДИСКИ (Диалоговой Информационной Системе Контроля—Измерения) и обратно от ОС ДИСКИ к ОС ФОДОС.

Отладка алгоритмов и программ в режиме диалога. Характерной особенностью системы является обеспечение возможности отладки программ функционирования и контроля подсистем АКИА. Для этой цели разработан комплекс программ, позволяющих проведение автономной и комплексной отладки алгоритмов и программ. Пользователь системы имеет возможность разработки программ на входном языке в соответствии с алгоритмом функционирования отлаживаемой подсистемы АКИА. Режим диалога, как показал опыт эксплуатации системы, является очень эффективным, так как обеспечивает пользователю легкость доступа к центральной ЭВМ «Электроника 100/25».

Возможность работы с системой в режиме диалога способствовало созданию транслятора интерпретирующего типа ДИСКИ и программных средств редактирования и отладки программ.

Используемый в системе проблемно-ориентированный язык ДИСКИ разработан на базе языка Фортран путем добавления операторов,

близких по содержанию к научно-технической терминологии, принятой в области разработки и проектирования АКИА. Это обеспечивает легкость эксплуатации системы и применения языка ДИСКИ пользователями, не имеющими достаточного опыта в программировании. Таким образом, наличие возможности предварительной отладки алгоритмов и программ, предназначенных для подсистем АКИА, усилиями самих инженеров-разработчиков значительно сокращает время разработки и отладки программ автоматических систем контроля, представляющих собой сложные технические системы, позволяет направить усилия и время опытных программистов на создание сложных программных комплексов.

Подготовка программных изделий. Подготовка программных изделий в соответствии с алгоритмами общего и прикладного назначения осуществляется согласно следующим режимам:

- подготовка программных изделий и их выдача к отлаженным подсистемам АКИА;

- формирование программных изделий по отлаженным алгоритмам и их хранение в УВП центральной ЭВМ;

- подготовка перфолент по отлаженным алгоритмам.

Программная реализация численных методов. Учитывая специфику, назначение и проблемы, связанные с эксплуатацией АКИА в производственных условиях, в описываемую систему были включены программы, обеспечивающие решение следующих классов задач:

- автоматическую обработку статистических данных по результатам измерения электрических параметров интегральных микросхем [2];

- спектральный анализ электрических сигналов [3];

- расчет параметров регрессионных кривых;

- построение моделей авторегрессии и скользящего среднего [2,

4].

Так как в составе ЭВМ «Электроника-100/25» имеются периферийные устройства, обеспечивающие возможность получения технической документации, то эффективность применения программ для решения класса задач с использованием численных методов существенно возрастает.

Формы диалога. Операционные системы, входящие в состав программно-математического обеспечения центральной ЭВМ, позволяют оптимально организовать функционирование АРМ. Разработка программного обеспечения системы осуществлялась исходя из необходимости создания средств, предоставляющих ее пользователю возможности гибкого управления процессом отладки блоков, узлов АКИА, планирования и выбора приемлемой стратегии процесса исследований, обработки данных, поиска и устранения неисправностей. Таким средством является оптимально организованный диалог или разговор [5] между пользователем и системой. Используя классификацию Дж. Мартина [6], можно выделить следующие формы диалога, реализованные в описываемой системе.

Простейший диалог «Выбор меню» представляет пользователю возможность выбора между имеющимися в системе программами проведения отладки блоков АКИА. Эта форма является простейшей, реализованной в системе формой диалога. Она осуществляется посредством ответов исследователя ДА/НЕТ на предлагаемые системой варианты проведения отладочных или вычислительных работ.

Преимущество этой формы диалога по сравнению с другими, имеющимися в системе, состоит в простоте общения с вычислительной

системой и позволяет пользоваться АРМ оператору, не имеющему глубоких знаний в области программирования. Пример [7] программы, реализующей диалог «выбор меню», приведен в табл. 1.

Ординарный диалог (обыкновенный). Ординарный диалог (обыкновенный) предоставляет пользователю возможность приостановки и перезапуска системы по своей инициативе. Запросы и сообщения формируются в виде специальных символов, содержащих буквенные и цифровые выражения, либо ответы типа ДА/НЕТ.

Для общения пользователя с системой предусмотрен предварительный диалог, с помощью которого задается форма, длительность последующего диалога и количество ответов.

Рассмотрим в качестве примера ординарного диалога работу из программ информационно-измерительной системы контроля. База данных содержит сведения о функциях, которые принимают до 2^{10} значений. Для каждого вывода микросхемы указываются: порядковый номер в базе данных, номера выводов, тестовую комбинацию и др. Эта программа позволяет осуществить следующие виды обработок базы данных:

- распечатку сведений о структуре таблицы соединений, заданных их номером (в режиме «Готов», директивой N (номер вывода), (номера выводов принимают десятичное значение),

- редактирование и поиск базы данных (в режиме «Выбирайте род работы» и «Выбирайте режим работы»),

- вывод базы данных для дальнейшего использования (в режиме «Готов», директивой P).

Кроме этих режимов в системе еще три режима. Система обеспечивает также организацию ввода базы данных с разных носителей. При этом эти данные классифицированы в соответствии со своим назначением. В каждом режиме предусмотрена директива для выхода выбранного режима. В ходе диалога исследователю представлены следующие возможности:

- предупредить о неправильности выбора рода и режима работы;

- с помощью директив указать режимы работы, формы ввода и вывода данных и окончание работы;

- задавать численные данные, необходимые для работы системы.

Форма диалога для распечатки результатов измерений электрических параметров микросхем приведена в табл. 2.

Аналогичная форма диалога [8] реализована в автоматизированных рабочих местах на основе ЭВМ «Электроника-60».

Диалог на основе директивного языка. Диалог на основе директивного языка осуществляется при поступлении сообщений в виде предложений или кодов, связанных с состоянием системы, например: требования на ввод программ контроля и измерения, запуск или останов определенных блоков, указание о наличии в системе неисправностей и месте этих неисправностей. Ответы пользователя и требования на выполнение программ организуются посредством директив, имеющих строго определенную и зафиксированную форму и структуру и могут поступать в систему по его инициативе в моменты времени, не зависящие от состояния, в котором находится вычислительный процесс.

Для организации этой формы диалога в состав системы программного обеспечения включены управляющая программа и программа-интерпретатор директив языка-диалога. Назначение управляющей программы состоит в идентификации запросов пользователя и реализации

для этого программных прерываний, направленных на выполнение ввода-вывода, сбора и обработки данных, проведения отладочных работ блоков и системы АКИА, организации ее функционирования в соответствии с имеющимися режимами работы.

Рассмотренная форма диалога по сравнению с предыдущими двумя является более совершенной и отличается более сложной организацией вычислительного процесса, управления заданиями и выполнением запросов пользователя.

Диалог на основе директивного языка применен в [9]. Пример диалога приведен в табл. 3.

Основной конструкцией языка является директива, имеющая структуру.

Оператор K = числовая информация, масштаб.

Операторы представляют буквенное наименование программы или драйвера, находящееся в библиотеке. Библиотеку можно расширить до 128 наименований. При наборе неправильного имени оператора система дает сообщение об отсутствии такого оператора в библиотеке. K — ключ, определяющий систему счисления записываемой информации и обеспечивает запись информации в двоичной, восьмеричной или десятичной системах счисления. При отсутствии ключа по умолчанию информация выводится в десятичной системе счисления.

Поле масштаба употребляется в операторах, информация которых может записываться в разных масштабах.

Назначение директив состоит в выполнении следующих функций:

- инициировании программных модулей, входные точки которых связаны с именем директивы;

- ввода-вывода любой информации как группу данных в виде файлов или целого тома с устройств ввода-вывода (УВВ) (консула, дисплея, считывателя с перфоленты на УВП на магнитном диске или магнитной ленте);

- изменения условий для определения режимов функционирования одной программы или группы программных модулей;

- инициирования начального запуска, останова или продолжения функционирования и полной остановки системы.

Язык системы, кроме директив, содержит так же запросы, дающие возможность выбора выводимых сообщений в укороченном или удлиненном формате.

Директивный язык системы обеспечивает возможность гибкого использования входящих в состав системного программного обеспечения (СПО) программных модулей, предназначенных для организации процесса контроля соответствующих типов микросхем. Однако при желании контроля микросхем, не предусмотренных в СПО, необходимо его пополнение новыми программными модулями. При этом пополнение возможно на языке Ассемблер ЭВМ «Электроника-100/25».

Диалог на основе проблемно-ориентированного языка ДИСКИ.
Диалог на основе проблемно-ориентированного языка (ПОЯ) ДИСКИ осуществляется посредством программ, написанных на языке ДИСКИ. Операторы языка обеспечивают выполнение различных операций управления функционированием устройств АКИА и терминалов ЭВМ в специальных режимах отладки, контроля, ввода-вывода данных и т. д. Для обеспечения возможности общения с вычислительной системой пользователю необходимо составлять программы на проблемно-ориентированном языке и проведения таким образом работ по отладке АКИА и ее блоков, автономной отладке программ и проведения вычислительных работ по программам реализации численных методов.

Эта форма диалога, будучи эффективной и предоставляющей большие удобства при составлении пользователем новых программ, требует от него знания языка ДИСКИ.

Эта форма диалога применена в [9]. В качестве примера можно употреблять предыдущий пример, при условии, что каждая операторная строка с левой стороны нумеруется.

Пункт подготовки программных изделий. Данный пункт при работе системы используется в режиме изготовления программ на машинных носителях (перфолентах, сменных магнитных дисках и магнитных лентах) в соответствии с научно-технической документацией АКИА. Эксплуатация пункта может осуществляться с дисплея или консула в диалоговом режиме, что накладывает на программное обеспечение системы требования высокой мобильности и оперативности решения поставленных задач.

Описанные выше АРМ снабжены программной документацией, содержащей описание программного обеспечения, входного языка, библиотек, инструкций для эксплуатации и т. д. Отдельные программы, комплексы и подсистемы внедрены в различных организациях отрасли и республиканской больницы им. В. И. Ленина в г. Ереване.

Таблица 1

Структура диалога в случае испытания печатного узла, имеющего контрольные точки

Система	Оператор	Комментарии
Произвести проверку на КЗ?	ДА (НЕТ)	Проверяет (не проверяет) наличие короткого замыкания (КЗ) между контрольными точками
Произвести проверку функционирования?	ДА (НЕТ)	Проверяет (не проверяет) на работоспособность печатного узла
Режим работы автомат (шаговый)?	ДА (НЕТ)	Выбирается режим работы. При ответе «ДА» система работает в автоматическом режиме, т. е. все тесты до конца проверяются. При ответе «НЕТ» система работает в шаговом режиме и останавливается при установлении несоответствия между полученной и ожидаемой тестовыми комбинациями.
Буфер выводимой информации ограничен?	ДА (НЕТ)	Буфер информации, выводимой для дальнейшей обработки ограничить сверху или нет?
Сообщения выдавать?	ДА (НЕТ)	Определяет необходимость выдачи сообщений.
Сообщения выдать в длинном формате или в коротком?	ДА (НЕТ)	Сообщения выдать в длинном формате. При ответе НЕТ сообщения выдаются в коротком формате, который позволяет использование низкоскоростного печатающего устройства в течение короткого промежутка времени. Последнее ускоряет процесс испытания. Этот пункт выполняется при условии положительного ответа в предыдущем пункте.

Структура диалога в случае измерения статистических параметров
и функционирования БИС ПЗУ

Система	Оператор	Комментарии
Режим загрузки Т, Д, К:	Т; Д; К;	Т—загрузка тестовых комбинаций Д—ввод данных К—вывод из режима загрузки
Ввести ТК Л, О, I, К:	О; Л; Г; К;	О—ввод тестовой комбинации в оперативное запоминающее устрой- ство. Л—загрузка тестовой комбинации с ленты Г—прямой ввод тестовой информа- ции в генератор слов без К—вывод из режима ввод тестовой комбинации
Ввести данные Ц, М, И, П, К:	П; И; Ц; М; К;	П—загрузить данные для прибора источника напряжения И—загрузить данные для генерато- ра тактовых импульсов Ц—загрузить данные для цифрового измерителя М—загрузить данные для масок К—выход из режима загрузки дан- ных.
Выбирайте род работы Выбирайте режим рабо- ты	НЕТ НЕТ	Ответы достигаются нажатием соот- ветствующих органов пульта управ- ления системы.
ГОТОВ:	Н число; Р; L; К;	Н число—номер выводного контак- та большой интегральной схемы с которой снимается информация для распечатки на экран дисплея. Р—перфорация информации. L—переход к начальной точке. После замены микросхемы можно продолжить диалог. К—конец работы.

Таблица 3

Структура диалога в случае проведения исследований,
обработка их результатов испытания микропроцессорных БИС

Система	Оператор	Комментарии
1	2	3
*	PROG <число>	Оператор номера программы прово- димых испытаний микросхем. Номе- ра принимают значения от 0 до 99.
*	TEST <число>	Оператор для определения номера теста. Номер теста принимает зна- чения от 0 до 999.
*	START имя <устрой- ства>	Этот оператор запускает устройство, имя которого записывается после оператора.

1	2	5
*	MEAS <имя функции>	После введения этого оператора контрольно-измерительное устройство приводит измерение по указанной функции.
*	CLK [n] = <число>, <число>, <масштаб>	Оператор, определяющий номер канала, параметры и масштаб стробирующих и синхронизирующих импульсов.
*	VSH [n] = <число>, <масштаб>	Оператор, определяющий номер, параметр и масштаб питающих источников.
*	VSIM=D <число>, <род работы>	Оператор, определяющий диапазон и род работы измерительного прибора.
*	PIN <число>— <число>, = <функции>	Оператор, определяющий соответствие номеров и функций контактов микросхемы.
*	WAIT	Оператор, организующий ожидание и обслуживание запросов от контрольно-измерительных устройств.
*	STOP	Оператор, приводящий контрольно-измерительный прибор в режим ожидания.

Է. Մ. ՀԱՅԱՍՏԱՆ, Ա. Հ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ԷՀՄ «ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ—100/25» ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ ՍՏԵՂՉՎԱԾ
ԱՎՏՈՄԱՏ ՍՏՈՒԳՈՂ-ՋԱՓՈՂ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄ ՆԱԽԱԳԾՈՂ
ԻՆՃԵՆԵՐԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ՏԵՂ

Ամփոփում

Հոդվածում նկարագրված են ռադիոէլեկտրոնային սարքերի ստուգման համար ստեղծվող ավտոմատ ստուգող-չափող սարքավորման կոմպլեքս մշակումն ու ծրագրավորումն ավտոմատացնող միջոցների ստեղծման ու ներդրման փորձ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Автоматическая аппаратура контроля радиоэлектронного оборудования. (Вопросы проектирования). Под ред. Н. Н. Пономарева. М., 1975.
2. А. А. Аракелян, Р. А. Кочарян, Е. С. Марутян. Автоматизированная система обработки статистических данных по результатам измерений электрических параметров интегральных схем.—Электронная техника, сер. 3, вып. 2(100), 1978.
3. Научно-технический отчет на НИР «Исследование методики контроля и разработка структуры базовой системы контроля микропроцессоров и микро ЭВМ», шифр «Прогресс—401 Н» Гос. рег. № У46372, 1978.
4. А. А. Аракелян, К. А. Овакимян. Об одном методе упорядочения входных факторов по их значимости.—Сб. Репорт № 9, Изд. ВИМИ, 1975.

5. М. Блекман. Проектирование систем реального времени. М., «Мир», 1977.
6. Дж. Мартин. Системный анализ передачи данных. М., Мир, 1975, т. I, 256 с.
7. Комплекс оборудования для функционального контроля инженерных микрокалькуляторов. Программное обеспечение, ОКР «Прогресс-102», Гос. рег. № У59262.
8. Автоматизированный стенд функционального контроля цифровых плат К1 и аналоговых плат С1 устройства «Электроника ГМД-70». Программное обеспечение, ОКР «Прогресс-103», Гос. рег. № У 959298, 1979.
9. Комплекс статического контроля и контроля функционирования цифровых БИС. Программное обеспечение. ОКР «Прогресс-203», Гос. рег. № 62643.
10. Э. М. Айказян, А. А. Аракелян, Р. А. Кочарян, С. С. Папян. Математическое обеспечение автоматической системы контроля БИС ПЗУ.—Сб. Автоматизированные системы управления, Изд. ВЦ Госплана АрмССР, 1982.