

20 000 слов/сек. Диапазон измеряемой погрешности адаптивной дискретизации 0+5 %, погрешность измерения не более 0,1%.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Соучен Б. Мини-ЭВМ в системах обработки информации. "Наука", М., 1976.

2. Ольховский Ю.Б., Новоселов О.Н., Мановцев А.П. Сжатие данных при телеизмерениях. "Советское радио", М., 1971.

УДК 681.3.06:51

Л.Ф.Мосолова, А.Н.Сергеев, А.В.Соллогуб, В.К.Томич,  
А.М.Чернов, Л.А.Шиховцова

#### СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОТЛАДКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЦЕМ НА ЭВМ БЭСМ-6

Специализированные цифровые вычислительные машины /СЦЕМ/ ориентированы на решение узкого класса научно-технических задач и, как правило, не имеют развитого периферийного оборудования и традиционных средств отладки математического обеспечения /МО/, например, стандартных программ отладки. Поэтому отладка МО СЦЕМ обычно производится "вручную" - непосредственно с пульта оператора путем контроля и регистрации состояния ячеек памяти СЦЕМ по индикаторным лампочкам в процессе выполнения одной или группы команд. Такой способ отладки мало эффективен.

Одним из путей повышения эффективности отладки МО СЦЕМ является автоматизация процесса отладки с использованием универсальной ЭВМ /в дальнейшем рассматривается ЭВМ БЭСМ-6/.

Процесс отладки МО СЦЕМ включает в себя следующие простейшие операции:

- выполнение одной или группы команд;
- анализ результатов;
- принятие решений.

Система автоматизированной отладки /САО/ математического обеспечения СЦЕМ предусматривает последовательное выполнение этих простейших операций. Общая структура САО показана на рис.1.

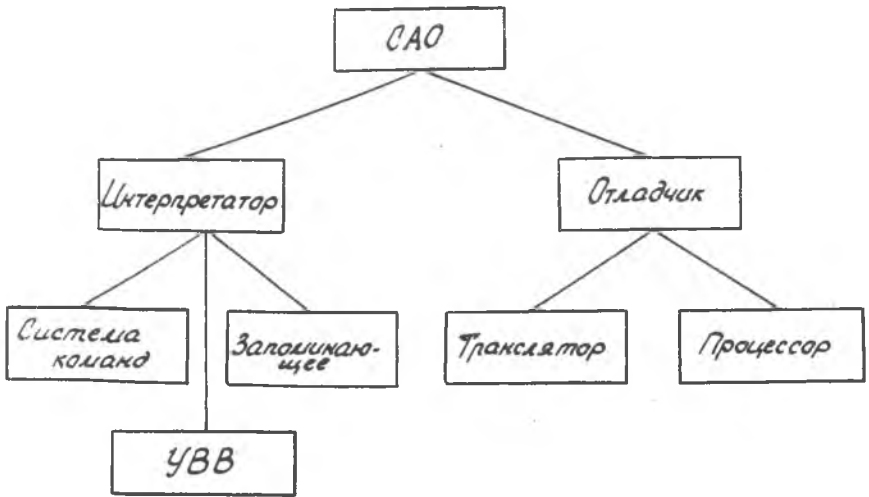


Рис. 1.

Интерпретатор моделирует систему команд, запоминающее устройство, устройство ввода-вывода. Система команд моделируется методом интерпретации. Запоминающие устройства моделируются массивами памяти в ОЗУ и на МБ универсальной ЭВМ. При моделировании запоминающего устройства динамический обмен информацией между ОЗУ и МБ осуществляется административной системой. Моделирование устройства ввода-вывода обеспечивает имитацию реального масштаба времени работы СЦВМ и обмена информацией между СЦВМ и внешней средой.

Подсистема "отладчик" предназначена для трансляции отладочного задания и последующего его выполнения процессором. Задание на отладку программ МО СЦВМ составляется на языке отладки (язык CAO) в виде инструкции. Инструкция к отладке представляет собой последовательность предложений. Язык CAO разработан с учётом имеющихся "ручных" средств отладки. В него введены также дополнительные средства, позволяющие практически автоматизировать весь процесс отладки вплоть до анализа результатов и принятия решений. Ниже приво-

дятся описание синтаксиса языка САО с использованием нотации БЭКУСА-НАУРА.

### Синтаксис

$\langle \text{инструкция} \rangle ::= \langle \text{последовательность предложений} \rangle ..$   
 $\langle \text{последовательность предложений} \rangle ::= \langle \text{предложение} \rangle . \langle \text{последовательность предложений} \rangle / \langle \text{пусто} \rangle$   
 $\langle \text{предложение} \rangle ::= \langle \text{предложение без условного оператора} \rangle / \langle \text{предложение с условным оператором} \rangle$   
 $\langle \text{предложение без условного оператора} \rangle ::= \langle \text{метка} \rangle \_ \langle \text{останов} \rangle , \langle \text{последовательность операторов} \rangle$   
 $\langle \text{метка} \rangle ::= \langle \text{буква} \rangle \langle \text{цифра} \rangle / \langle \text{пусто} \rangle$   
 $\langle \text{буква} \rangle ::= A/B/V/ \dots /Я$   
 $\langle \text{цифра} \rangle ::= 0/1/2/ \dots /9$   
 $\langle \text{останов} \rangle ::= \langle \text{название останова} \rangle \_ \langle \text{адресная часть} \rangle / \langle \text{название останова} \rangle \_ \langle \text{время} \rangle$   
 $\langle \text{название останова} \rangle ::= \text{ОСК/ОРИ/ОСР/ОЗП/ОВР}$   
 $\langle \text{адресная часть} \rangle ::= \langle \text{адрес} \rangle / \langle \text{номер ИР} \rangle \_ \langle \text{восьмеричная константа} \rangle / \langle \text{адрес} \rangle + \langle \text{номер ИР} \rangle \_ \langle \text{восьмеричная константа} \rangle$   
 $\langle \text{адрес} \rangle ::= \langle I \rangle \_ \langle \text{восьмеричная константа} \rangle$   
 $\langle \text{номер ИР} \rangle ::= 0/1/2/3$   
 $\langle \text{восьмеричная константа} \rangle ::= \langle \text{восьмеричная цифра} \rangle \langle \text{восьмеричная константа} \rangle / \langle \text{пусто} \rangle$   
 $\langle \text{восьмеричная цифра} \rangle ::= 0/1/\dots/7$   
 $\langle \text{время} \rangle ::= \langle \text{десятичная константа} \rangle$   
 $\langle \text{десятичная константа} \rangle ::= \langle \text{цифра} \rangle \langle \text{десятичная константа} \rangle / \langle \text{пусто} \rangle$   
 $\langle \text{последовательность операторов} \rangle ::= \langle \text{оператор} \rangle , \langle \text{последовательность операторов} \rangle / \langle \text{пусто} \rangle$   
 $\langle \text{оператор} \rangle ::= \langle \text{название оператора} \rangle \_ \langle \text{параметры оператора} \rangle / \langle \text{оператор без адресной части} \rangle$   
 $\langle \text{название оператора} \rangle ::= \text{ПЧ/ЗП/ПУ/ВК/УБ}$   
 $\langle \text{оператор без адресной части} \rangle ::= \text{АВ/ВР/П/К}$   
 $\langle \text{параметры оператора} \rangle ::= \langle \text{адрес} \rangle \_ \langle M \rangle /$   
 $\langle \text{адрес} \rangle - \langle \text{адрес} \rangle / \langle X \rangle \_ \langle Y \rangle \_ \langle \text{адрес} \rangle /$   
 $\langle \text{адрес} \rangle \_ \langle \text{восьмеричная константа} \rangle / \langle \text{метка} \rangle$   
 $\langle X \rangle ::= K/Ч/С$

<У> ::= 8/2/I  
<М> ::= 0/I  
<предложение с условным оператором> ::= <метка> □ <останов>  
□ <условный оператор> / <оператор> <условный оператор>  
<условный оператор> ::= <начальный признак условного оператора> □  
□ <условие> □ <конечный признак условного оператора>  
□ <информационный оператор 1> □ <признак невыполнения  
условия> □ <информационный оператор 2>  
<начальный признак условного оператора> ::= ЕСЛИ  
<конечный признак условного оператора> ::= ТО  
<признак невыполнения условия> ::= ИНАЧЕ  
<условие> ::= <величина> <знак условия> <величина>  
<знак условия> ::= <арифметическое сравнение> / <логическое  
сравнение> / <разрядное сравнение>  
<арифметическое сравнение> ::= ≤ / ≥ / < / > / = / ≠  
<логическое сравнение> ::= =  
<разрядное сравнение> ::= □ P □ <номер разряда> □ <значение>  
<номер разряда> ::= 1/2/.../16  
<значение> ::= 0/I  
<информационный оператор 1> ::= <предложение без условного  
оператора> / <последовательность операторов>  
<информационный оператор 2> ::= <предложение без условного  
оператора> / <последовательность операторов>  
<величина> ::= <код по адресу> / <числовая константа> /  
<буквенно-цифровая константа> / <разрядная константа>  
<код по адресу> ::= КОД □ <адрес>  
<буквенно-цифровая константа> ::= <буква> <цифра> <продолжение  
буквенно-цифровой константы> / <буква> <буква>  
<продолжение буквенно-цифровой константы> / <цифра>  
<буква> <продолжение буквенно-цифровой константы>  
<Продолжение буквенно-цифровой константы> ::= <буквенно-цифрово-  
вая константа> / <пусто>  
<Числовая константа> ::= C □ <восьмеричная цифра> <продолжение  
восьмеричной цифры> / Ч □ <цифра> <продолжение цифры>  
<Продолжение восьмеричной цифры> ::= <восьмеричная цифра>  
<продолжение восьмеричной цифры> / <пусто>  
<продолжение цифры> ::= <цифра> <продолжение цифры> / <пусто>  
<разрядная константа> ::= 0/I.

Набором основных символов является совокупность букв русского алфавита, цифр от 0 до 9 и знаков : (.) - точка, (,) - запятая, ( ) - пробел, (+) - плюс, (-) минус, (<=) - меньше или равно, (>=) - больше или равно, (<) - меньше, (>) - больше, (=) - равно, (≠) - не равно, (≡) - тождество.

### Семантика

Инструкция представляет собой план отладки, который реализуется автоматически или в режиме диалога.

Предложение - это законченная смысловая единица плана отладки. Оно несёт указание на выполнение конкретных действий.

Метка служит для того, чтобы дать предложению символическое имя, по которому к нему можно сослаться из других частей плана отладки.

Оператор указывает, какое действие должно выполняться:

ПЧ - печать, ЗП - запись, ПУ - передача управления по адресу, ВР - печать времени, АВ - аварийный останов, П - пуск, К - конец действия, ВК - включить предложение с данной меткой, УБ - убрать предложение с данной меткой.

Параметры оператора несут в себе информацию, необходимую для выполнения операторов данного предложения.

Останов - это требование для осуществления физического останова в следующих ситуациях: по счётчику команд - ОСК, по счётчику команды и содержимому регистра - ОСР, по содержимому регистра - ОРИ, по времени - ОВР, по адресу записи - ОЗП.

Условный оператор отличается от простого только тем, что нарушает последовательное выполнение действий, заданных в предложении. Условный оператор анализирует выполнение заданных условий, после чего или продолжает последовательное выполнение действий, или передаёт управление на выполнение заданного предложения.

САО позволяет проводить отладку МО СЦЕМ как в автоматическом режиме, так и в режиме диалога. Автоматический режим и режим диалога задаются специальным признаком в инструкции к отладке. Автоматический режим обеспечивается заданием полного плана отладки, представляющего собой функционально законченную совокупность действий, которые необходимо выполнить над отлаживаемой программой.

Инструкция к отладке составляется на рабочем месте программиста. В результате выполнения инструкции к отладке в автоматиче-

ском режиме получается печатный документ, по которому программист, не занимая машинного времени, проверяет правильность работы отлаживаемой программы. В режиме диалога программист может производить отладку программ с терминала (телетайпа, видеотона), используя отдельные предложения и операторы языка САО. Таким образом, САО позволяет эффективно и качественно проводить отладку МО СЦБМ. Дальнейшее развитие подобных систем автоматизированной отладки МО СЦБМ предполагает использование ЭВМ с большей памятью, увеличенным быстродействием и развитой операционной системой. Это позволит проводить отладку МО СЦБМ в мультипрограммном режиме одновременно несколькими пользователями.