

3. Коварцев А.Н., Кораблин М.А., Шамашов М.А. Имитационное моделирование системы автоматизации эксперимента с использованием эмулятора полной конфигурации.-УСИМ, 1979, № 4, с.124-127.

4. Шамашов М.А. Формальное описание процесса эмуляции СУВМ.- В сб.: Автоматизация экспериментальных исследований.-Куйбышев: КуАИ, 1978, № 9.

5. Коварцев А.Н., Шамашов М.А. Средства моделирования в системах автоматизации эксперимента.-В кн.: Теория и методы математического моделирования: Тезисы докладов УП Всесоюзного совещания.- М.: Наука, 1978, с.219-220.

6. Кораблин М.А., Шамашов М.А. Моделирование КАМАК-систем.- В кн.: Моделирование дискретных и управляющих вычислительных систем: Тезисы докладов III Всесоюзного семинара.-Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с.113-115.

7. Кораблин М.А., Шамашов М.А. Система автоматизации проектирования и отладки программного обеспечения АСНИ.-В кн.: Сбор и обработка информации в автоматизированных системах научных исследований: Тезисы докладов УШ Всесоюзной конференции по теории кодирования и передачи информации. Ч.6.-М.-Куйбышев: Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика" АН СССР, 1981, с.126-130.

УДК 681.3

П.В.Гамин

ПОЛНЫЙ ЭМУЛЯТОР КАМАК

(Куйбышев)

В связи с бурным развитием автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) важное значение на современном этапе приобретают вопросы автоматизации проектирования программного обеспечения (ПО), в частности, для АСНИ.

Отладка ПО АСНИ может выполняться как на вычислительных средствах, входящих в состав проектируемой АСНИ, так и на инструментальных ЭВМ (сравните проект *Shuttle [1]*). Можно ожидать, что базовыми техническими средствами АСНИ, по крайней мере на ближайшие 10 лет, будут вычислительные машины серии СМ и технические средства, реализованные в стандарте КАМАК [2, 3]. Техничес-

ные средства, реализованные в стандарте КАМАК, в дальнейшем будем называть КАМАК-системами.

Для разработки ПО АСНИ на базе СМ ЭВМ и КАМАК-систем существуют различные операционные системы (например, ДОС СМ, ФОБОС и др.) и языки программирования (например, MACRO-II, ФОРТРАН-4 ПАСКАЛЬ и др.). Однако, например, при разработке ПО для некоторой АСНИ на базе "Электроника-60" плюс КАМАК-система требуется предусмотреть наличие указанных технических средств. Исключить это требование можно, разработав эмуляторы вышеперечисленных технических средств.

Рассмотрим возможность создания эмулятора КАМАК-системы. Наличие стандарта КАМАК позволяет определить некоторое множество подпрограмм (IP), посредством которого можно интерпретировать любую функцию любой станции КАМАК-системы. Так как КАМАК-система представляет собой совокупность мобильных технических средств, то эмулятор КАМАК-системы должен быть самонастраиваемым на определенную архитектуру КАМАК-системы.

Построение модели эмулятора КАМАК-системы

Определим КАМАК-систему как тройку

$$KC = (C, N, F), \quad (1)$$

где C - множество крейтов в КАМАК-системе,

$$c \in C \wedge c \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\},$$

N - множество всех станций в КАМАК-системе (элемент множества N есть место станции в крейте), $N = \bigcup_{i=1}^7 N_i$,

где N_i - множество станций в i -ом крейте,

$$n \in N_i \wedge n \in \{1, 2, 3, \dots, 24\}.$$

При этом, если k -й крейт отсутствует в КАМАК-системе, то $N_k = \Omega$,

где Ω - пустое множество.

F - множество всех функций, выполняемых КАМАК-системами,

$$F = \bigcup_j F_j^i; \quad i = 1, 7; \quad j = 1, 24,$$

где F_j^i - множество функций, выполняемых станцией j крейта i .

Пример I. Описать КАМАК-систему, имеющую архитектуру:

Крейт I

Станция I функции: 0, 16, 18, 20.

Станции 6 функции: 1,2,3.

Станции 24 функции: 7,10,12.

Крейт 5

Станция 3 функции: 0,15,19,30.

Станция 14 функции: 1,3,5,8.

Тогда модель КАМАК-системы будет иметь вид $KC = (C, N, F)$, где $C = \{1,5\}$

$N_1 = \{1,6,24\}$, $N_5 = \{3,14\}$, $N_i = \Omega$, $i = 2,3,4,6,7$.

$F_1^1 = \{0,16,18,20\}$, $F_6^1 = \{1,2,3\}$, $F_{24}^1 = \{7,10,12\}$

$F_j^i = \Omega$ $j = 2,5; 7,23$.

$F_3^5 = \{0,15,19,20\}$ $F_{14}^5 = \{1,3,5,8\}$

$F_i^5 = \Omega$ $i = 1,2; 4,13; 15,24$. $F_k^m = \Omega$, $k = 2,3,4,6,7$; $m = 1,24$.

Или $KC = \{C = \{1,5\}, N = \{\{1,6,24\}^1, \{3,14\}^5\},$

$F = \{\{\{0,16,18,20\}^1, \{1,2,3\}^6, \{7,10,12\}^{24}\}^1,$
 $\{\{0,15,19,20\}^5, \{1,3,5,8\}^5\}^5\}$,

где верхний индекс означает номер крейта, а нижний - номер станции в крейте.

Архитектуру КАМАК-системы можно представить в виде дерева из четырех уровней:

- 1) уровень КАМАК-систем (KC),
- 2) уровень крейтов (множество C),
- 3) уровень станции (множество N),
- 4) уровень функций (множество F).

Определим эмулятор КАМАК-системы как отображение элементов KC в подмножества множества IP, то есть эмулятор КАМАК-системы есть отображение, обозначаемое I:

$$(экс) = (c, n, f)_i \rightarrow \{P_k = \{i_1, i_2, \dots, i_k\} \subseteq IP, (2)$$

тройка $c, n, f \in KC$ отображается в некоторое подмножество множества IP и определяет интерпретацию функции f станции n крейта c .

Рассмотрим некоторые свойства функции (2). Введем $e \in C$ - пустой элемент. Если i -й крейт отсутствует в КАМАК-системе, то будем обозначать крейт с номером i через e_i .

Аналогично в $i_j \in N_i$: если j -я станция отсутствует в крейте i то в $i_j \in N_i$ - пустой элемент множества N_i , и $d_{jk}^i \in F_j^i$ - пустой элемент, если k -я функция j -й станции i^{jk} -го крейта отсутствует.

Установим следующие соотношения между множествами C, N, F и IP:

$$\forall (i) e_i \in C \Rightarrow N_i = \Omega$$

$$\forall i, j (b_j^i \in N_i) \Rightarrow P_j^i = \Omega$$

$$\forall i, j, k (d_{jk}^i \in P_j^i) \Rightarrow i P_{jk}^i = \Omega -$$

подмножество множества IP для K -й функции станции j крейта i .

Тогда функция I имеет свойства

$$\forall i \forall (n \in N, f \in P) I(e_i, N, P) = \Omega, \quad (3)$$

$$\forall (i, j, f \in P) I(c, b_j^i, P) = \Omega, \quad (4)$$

$$\forall (i, j, k) I(c, N, d_{jk}^i) = \Omega. \quad (5)$$

Пример 2.

На основании примера 1 имеем систему множеств

$$\text{ЗКС} = \{ C = \{1, 5\}, N = \{ \{1, 6, 24\}^1, \{3, 14\}^5 \},$$

$$P = \{ \{0, 16, 18, 20\}^1, \{1, 2, 3\}^6, \{7, 10, 12\}^2, \{3\}^1, \{0, 15, 19, 20\}^5, \{1, 3, 5, 8\}^5, \{3\}^5, \{1\} = \{i P_{10}^1, i P_{16}^3, \dots\} \},$$

где $\{I\}$ — множество элементов отображения $I(c, n, f)$.

Для этой системы имеем $e_3 = \dots = e_7 I(e_i (i = 3, 7), n, f) = \Omega$.

Неодинаковое обозначение пустых элементов этих множеств вызвано необходимостью различать структуру объектов; то есть пустой элемент e не равен пустому элементу β .

Индексы i, j, k дают точное представление о том, какой именно элемент соответствующего множества является пустым. (Например, в множестве P нельзя путать нулевую функцию $f_j^i = 0$ с нулевым (пустым) элементом, который свидетельствует об отсутствии такового вообще).

Найдя отображение I , мы построим эмулятор КАМАК-системы данной архитектуры.

Обозначим SR —монитор, управляющий ходом выполнения эмуляции КАМАК-системы. В этом случае программная реализация эмулятора есть не что иное, как объединение SR и множества подмножеств, выбираемых отображением I для данного ЗС. Очевидно, что SR будет одним и тем же для любой архитектуры КАМАК-системы.

Множество IP строят, исходя из условий КАМАК стандарта.

Отображение I находят, используя архитектуру КАМАК-системы и множество IP, этот процесс можно представить в виде следующей

цепочки:

ОПИСАНИЕ КАМАК-системы (КС) = > ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ МНОЖЕСТВА
 $I(c, n, f)$ = > ТРАНСЛЯЦИЯ = > + SR = > РЕДАКТОР СВЯЗЕЙ = >
ГОТОВЫЙ ЭМУЛЯТОР КАМАК-системы.

Для получения полного эмулятора КАМАК-систем любой конфигурации необходимо иметь архив (базу) описаний КАМАК-систем. Обозначим архив описаний КАМАК-систем - БОКс. Анализ выражений (1), (2) позволяет выбрать наиболее целесообразную структуру БОКса. Процесс генерации эмулятора требуемой архитектуры КАМАК-системы представим в виде последовательности:

ЗАПРОС К БОКсу = > ОПИСАНИЕ КАМАК-системы (КС) = > ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ МНОЖЕСТВА $I(c, n, f)$ = > ТРАНСЛЯЦИЯ = > + SR = > РЕДАКТОР СВЯЗЕЙ = > ГОТОВЫЙ ЭМУЛЯТОР КАМАК-системы.

Реализация

В настоящее время реализован монитор SR, БОКс и программа генерации множества $I(c, n, f)$. Монитор SR КАМАК-систем связан с эмулятором "Электроника-60". Структура БОКса имеет вид (файл прямого доступа):

- 1) нулевая запись - описывает характеристики всего файла в целом;
- 2) область оглавления КАМАК-систем;
- 3) область оглавления крейтов;
- 4) область оглавления станций;
- 5) область описания $I(c, n, f)$.

Вышеперечисленное ПО реализовано в операционных системах ДОС, ЕС, ОС ЕС.

Л и т е р а т у р а

1. Шевченко А.М. Математическое обеспечение космического комплекса: Тематический сборник ИПИИ. -М., 1978.
2. Мячев А.А. Организация управляющих вычислительных комплексов. -М., 1980.
3. Материалы УП Всесоюзной школы по автоматизации научных исследований. -Ленинград, 1974.