

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

3604/82

2/viii-82

P10-82-231

+

А.И.Островной

КОМПИЛЯТОР  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЯЗЫКА ГЕНЕРАЦИИ  
ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ ЭВМ  
ТИПА СМ-3 – КОМПИЛЯТОР САНПО

1982

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В работах/1-3/ описан технологический комплекс программного обеспечения САНПО /система автоматического накопления и предварительной обработки/, предназначенный для генерации прикладных программных систем автоматизации экспериментов. Комплекс позволяет генерировать прикладные системы /ПС/, ориентированные на конкретные эксперименты с учетом особенностей методики этих экспериментов, используемого экспериментального оборудования и конфигурации ЭВМ, с помощью которых осуществляется автоматизация экспериментов. Генерируемые ПС предназначены для работы на ЭВМ типа СМ-3/4/ и "Электроника-60"/5/ и могут работать под управлением дисковой операционной системы RT-11/6/ версии 2B(C) либо на ЭВМ, не оснащенной накопителями на магнитных дисках.

ПС генерируется из набора программных модулей на основе описания, составленного на специализированном языке высокого уровня - языке САНПО/2/. Модули программируются на языках MACRO-11 и FORTRAN-IV, отдельно транслируются и используются средствами генерации в двоичном перемещаемом формате загрузки. Модули реализуют отдельные операции ПС, типичные для обслуживаемой области исследований или необходимые для данного эксперимента.

Комплекс САНПО включает следующие средства генерации: язык САНПО, компилятор, компоновщик программ, программы для работы с библиотеками и библиотеки программных модулей. Язык САНПО, средства, обеспечивающие компоновку программ, работающих с экспериментальным оборудованием, и библиотекарь описаны в работах/2,7,8/. В данном сообщении описан компилятор САНПО.

## 2. СХЕМА РАБОТЫ КОМПЛЕКСА САНПО

В работе/1/ описан процесс генерации ПС. На рисунке приведена схема процесса генерации, на которой обозначены программы, являющиеся компонентами комплекса: компилятор - ASYC.SAV (Applied System Compiler), компоновщик программ, работающих с экспериментальным оборудованием - HWPGLS.SAV/7/, библиотекарь - SPLIBR.SAV/8/, компоновщик резидентной части ПС-COMPO.SAV. Все эти программы оформлены как отдельные задачи, работающие под управлением системы RT-11 в фоновой зоне/9/.

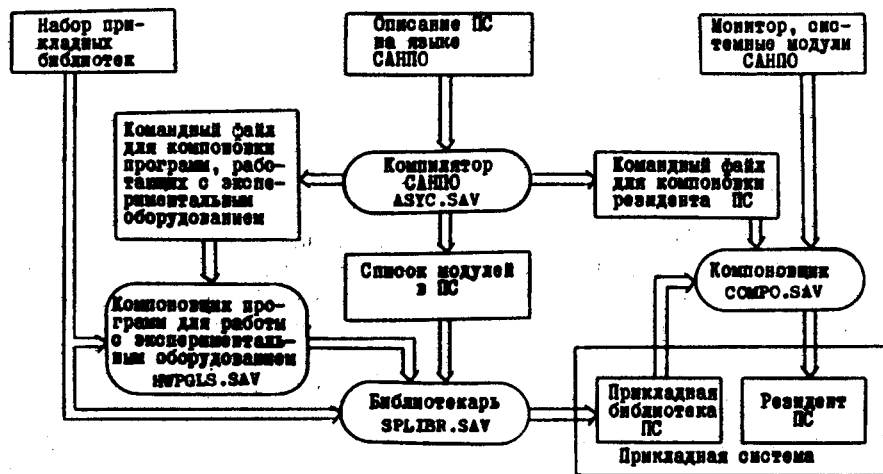


Схема процесса генерации прикладных программных систем.

Генерация прикладной системы осуществляется с помощью двух приказов, адресованных компилятору ASYC.SAV и компоновщику COMPO.SAV. Программы HWPGLS.SAV и SPLIBR.SAV инициируются автоматически компилятором ASYC.SAV с помощью программного запроса CHAIN/6/. Для правильной работы комплекса необходимо, чтобы программы ASYC.SAV, HWPGLS.SAV, SPLIBR.SAV были записаны на устройство с логическим именем DK. Соответствие этого имени физическому устройству устанавливается приказом ASSIGN/6/, например, ASS RK1:DK.

### 3. ОБРАЩЕНИЕ К КОМПИЛЯТОРУ САНПО

Компилятор САНПО начинает работу по приказу оператора, адресованному системе RT-11:

```
.RUN ASYC .
```

Получив управление, ASYC.SAV печатает звездочку - приглашение ввести приказ. В общем случае этот приказ имеет вид

```
outsys [, [ outlist ] [,outlibr ]] =
    - inprogr [,inlibr... ] [ /sw... ],
```

где квадратные скобки означают, что выражения, заключенные в них, могут быть опущены. Многоточия означают повторение

предшествующих им конструкций. Справа от знака равенства указаны спецификации файлов, содержащих исходные данные для работы комплекса, а слева - файлов, в которые будут записаны результаты его работы. Спецификации файлов имеют стандартный для системы Фобос/4/ вид:

```
dev: filename.ext,
```

где dev - имя устройства, filename - имя, а ext - расширение имени файла.

По умолчанию в качестве имени устройства принимается имя DK. В спецификациях файлов могут быть опущены расширения, тогда по умолчанию принимаются следующие:

Обозначения спецификации	Расширение по умолчанию
outsys	COM
outlist	LST
outlibr	LBR
inprogr	SAN
inlibr	LBR

В приказе, адресованном компилятору, inprogr является спецификацией файла, содержащего исходный текст программы на языке САНПО, inlibr... - список спецификаций библиотек, содержащих исходные модули для генерации ПК. Спецификации в списке отделяются друг от друга запятыми. Outsys является именем ПК. Компилятор генерирует ряд служебных файлов, имеющих в спецификациях одинаковые имена /имя ПК/ и различные расширения имен. Эти файлы содержат информацию, необходимую для компоновки резидента ПК и соответствующей ему прикладной библиотеки.

Расширение имен служебных файлов	Содержимое этих файлов
COM	Задание на компоновку резидента ПК /используется программами HWPGLS.SAV и COMPO.SAV/.
LED	Задание на компоновку прикладной библиотеки.
DBT	Таблицы оперативной базы данных /ОБД/.
FT	Информация для настройки таблиц монитора САНПО.
LET	Таблица имен периода компиляции и их значения.

LBL	Таблица меток.
OPF	Интерпретируемая часть программы эксперимента в специальном формате.
ITM	Промежуточный код исходной программы /используется только компилятором ASYC.SAV/.

outlist - спецификация файла, предназначенного для вывода листинга. Если листинг необходимо вывести на печатающее устройство, то спецификация outlist может состоять только из имени устройства. Если листинг не требуется, то данная спецификация может быть опущена.

outlibr - спецификация файла прикладной библиотеки, ориентированной на конкретный эксперимент. Если спецификация outlibr опущена, то результирующей прикладной библиотеке присваивается имя, совпадающее с именем данной ПС, и расширение имени LBR.

Ключи-модификаторы /sw/ позволяют изменять режим работы компилятора и в зависимости от использованного набора ключей заказывать тот или иной набор действий. Ключи-модификаторы в приказе отделяются друг от друга и от остальной части приказа символом "/". В настоящее время могут быть использованы следующие ключи:

Ключ-модификатор	Назначение
/U	Обеспечивает запись в результирующую библиотеку всех модулей из исходных библиотек. Отсутствие этого ключа приводит к тому, что в результирующую библиотеку записываются только те модули, имена которых указаны в описании ПС на языке САНПО.
/T	Запрещает передачу управления HWPGLS.SAV и SPLIBR.SAV /см. рисунок/, то есть выполняется только трансляция.
/N	Запрещает выдачу листинга исходной программы и диагностических сообщений /по окончании трансляции компилятор САНПО выдает только сообщение о количестве ошибок в программе/.
/N:LST	Запрещает выдачу листинга исходной программы, но диагностические сообщения об ошибках будут записаны в файл листинга.

/L:ITM	Разрешает выдачу текста программы в промежуточном формате /пользователям САНПО эта возможность не требуется/.
/L:OPF	Разрешает выдачу текста основной последовательности операций в эксперименте/1/.
/L:MEH	Разрешает выдачу в файл листинга текстов расширений макрооператоров.
/M: число	Задаёт объем оперативной памяти, выделенной для работы ПС. Число является максимальным адресом, который доступен в ПС. Применение этого ключа-модификатора отменяет действие инструкции /CORE/2/.
/S:arg	Задаёт вариант операционной системы /OC/, под управлением которой будет работать ПС. arg может принимать значения: SJL, SJU, FBL, FBU, LDA. Ключ /S отменяет действие инструкции /CORE/, используется совместно с ключом /M и должен стоять в приказе слева от /M.

Упомянутые обозначения вариантов ОС соответствуют следующему составу ОС:

Обозначение варианта	Состав ОС
SJL	Однопрограммный монитор RT-11 (Single Job) с резидентной (Lock) его компонентой - USR /т.е. запрещен свопинг USR/;
SJU	однопрограммный монитор с разрешенным свопингом USR (Unlock);
FBL	двухпрограммный монитор (Foreground/Background), свопинг USR запрещен;
FBU	двухпрограммный монитор, свопинг разрешен;
LDA	перфоленточная ОС, то есть в оперативной памяти помимо резидента ПС будет присутствовать только абсолютный загрузчик. В этом случае в резидент ПС включаются все необходимые программные модули, обеспечивающие ему работоспособность в условиях отсутствия монитора RT-11.

#### 4. ФОРМАТ ВЫВОДИМОГО КОМПИЛЯТОРОМ ЛИСТИНГА

Компилятор ASYC.SAV, компоновщик HWPGLS.SAV, библиотекарь SPLIBR.SAV и компоновщик резидентов PC COMPO.SAV выводят на печать протокол своей работы. Он включает в себя: исходный текст программы на языке САНПО, сообщения об ошибках, результаты компоновки программ, предназначенных для работы с экспериментальным оборудованием, каталог создаваемой прикладной библиотеки, распределение памяти для данных, абсолютные адреса размещения таблиц ОБД в резиденте и резидентных программ. Общий текст листинга делится на четыре части, выводимые соответственно программами ASYC.SAV, HWPGLS.SAV, SPLIBR.SAV и COMPO.SAV. Части листинга, выводимые HWPGLS.SAV и SPLIBR.SAV, описаны в работах /7,8/; в данном сообщении приводятся пояснения к первой части листинга, выводимой программой ASYC.SAV.

Листинг начинается заголовком SANPO COMPILER V-01 и заканчивается сообщением SANPO ERROR DETECTED. Листинг, выданный компилятором ASYC.SAV, может содержать /в зависимости от использованных ключей-модификаторов/ исходный текст описания ПС на языке САНПО, промежуточный формат программы /если использован ключ L:ITM/, основную последовательность /1/ операций в эксперименте /L:OPE/ и диагностические сообщения.

Сообщения могут быть предупреждающие /например, о синтаксических ошибках/ и фатальные /когда компилятор не может продолжать работу/. Предупреждающие сообщения об ошибках выводятся в файл листинга вместе с остальным текстом, а фатальные - на консольный терминал. На консольный терминал выводится сообщение о результате трансляции /сообщение SANPO ERROR DETECTED/.

Предупреждающие диагностические сообщения имеют следующий вид: /addr/n(m) ERR k <текст сообщения>. Здесь addr - адрес внутри программы ASYC.SAV /для пользователя несуществен/, n - номер строки исходной программы /в листинге все строки пронумерованы/, где обнаружена ошибка. Если инструкция с ошибкой занимает несколько строк, то n является номером последней строки, относящейся к данной инструкции. m - номер строки макро-расширения, m не равно нулю только в случае использования макрооператора /2/, k - номер ошибки. Текстовое сообщение служит кратким пояснением обнаруженной ошибки и однозначно соответствует номеру ошибки. Приложение 1 содержит список номеров ошибок, соответствующих им текстов сообщений и пояснения.

Сообщения о фатальных ошибках имеют вид

/addr/ < текст сообщения >.

Здесь addr - адрес внутри программы ASYC.SAV /для пользователя он несуществен /, а текст сообщения идентифицирует ошибку и одновременно служит пояснением. Список текстов сообщений о фатальных ошибках и необходимые пояснения приведены в приложении 2.

#### 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компилятор ASYC.SAV, так же как и другие части комплекса САНПО, реализован на языке MACRO-11 для ЭВМ СМ-3, работает под управлением дисковой операционной системы RT-11 /версия 2В/ либо системы Фобос/4/. Общий объем компилятора составляет около 22К слов. Он состоит из шести оверлеев и в этом варианте требует для работы не менее 12К слов оперативной памяти.

Компилятор эксплуатируется в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ с 1980 г., за это время создан и используется ряд систем автоматизации экспериментов /например, /9-11//.

Автор считает приятной обязанностью выразить благодарность за помощь в работе И.М.Саламатину и коллегам.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

##### Список предупреждающих диагностических сообщений

Для пояснения каждого из диагностических сообщений в списке отведен абзац. В первых строках абзацев приведены номера ошибок и тексты сообщений, которые появляются в листинге.

##### 1 RD EOF IN LET-TBL

Произошла попытка чтения информации из области, выходящей за пределы файла, который содержит таблицу имен периода компиляции /файл с расширением имени - LET/. Возможно нарушение формата таблицы в файле.

##### 2 LINE HAVE NOT CR LF

Строка исходного текста программы не имеет в качестве признака конца строки пары символов "возврат каретки" /CR/ и "перевод строки" /LF/, то есть нарушен формат строки.

##### 3 DATA BUF OVERFLOW

Список значений в инструкции /DATA, принимаемых в качестве начальных для буфера, требует для размещения больше памяти, чем выделено для данного буфера.

##### 4 RD EOF IN MAC-LBR

Произошла попытка чтения информации из области, выходящей за пределы файла одной из исходных библиотек. Возможно нарушение формата библиотеки либо нарушение формата библиотечного модуля, содержащего текст макрорасширения (например, инструкции /ENDMACRO).

#### 5 TOO LARGE NUMBER

Слишком большое целое число. Целые числа могут принимать значения от  $-2^{15}$  до  $2^{15}-1$ , в восьмеричном виде - от  $\emptyset$  до 177777 /для хранения целых чисел в компиляторе отводится 16 разрядов/.

#### 6 ILL NUMBER TYPE

Тип присваиваемого начального значения не соответствует типу переменной, которой оно присваивается.

#### 7 TTO BIG SOURCE STRING

Длина исходной строки превышает 72 символа.

#### 8 TOO BIG ITM LINE

Произошло переполнение строки /72 символа/ в результате замены имени периода компиляции его значением либо при подстановке микрорасширения. Рекомендуется сократить длину строки исходного текста либо разделить инструкцию на несколько строк, используя символы продолжения инструкции ( /ж).

#### 9 NON DEF DATA ELEMENT

Использовано не описанное ранее имя элемента данных /переменной, буфера, события/.

#### 10 TOO BIG ADDR

Переполнение при вычислении адреса. Для хранения адресов отводится 16 разрядов /следует учесть, что единица исчисления адреса может содержать 1,2,3, 512, 1024, 2048, 8198 или 16384 байтов/.

#### 11 ILL CMND

Нарушен синтаксис инструкций языка.

#### 12 ILL NAME

Неверное имя. Возможно, имя начинается запрещенным символом /цифрой или другим символом, но не буквой/ или имя содержит больше шести символов.

#### 13 ILL SEPARATOR

В инструкции использован неверный разделитель /допустимы: пробел, запятая, скобки, двоеточие, символы конца строки/.

#### 14 RD EOF IN MCMND

Произошла попытка чтения информации из области, выходящей за пределы файла, который содержит текст расширения макрокоманды /такие файлы имеют расширения имен MOP/. Возможно, нарушен формат этого файла либо отсутствует инструкция /END MACRO.

#### 15 UNKNOWN INSTR

Неверно указано ключевое слово инструкции /ключевыми являются слова: FIELD, BUFFER, VARIABLE, DATA, LET и т.д. - см. работу/2//.

#### 16 RD EOF LED-FILE

Попытка чтения информации из области, выходящей за пределы файла, содержащего информацию для компоновки прикладной библиотеки /такие файлы имеют расширение имени LED/. Возможно, нарушен формат этого файла.

#### 17 ILL PARAM LIST IN MACRO CALL

Несоответствие списка фактических параметров в макрооператоре и списка формальных параметров в макроопределении /макрооператор содержит больше параметров, чем задано в инструкции его описания/.

#### 18 ILL MACRO DEF

Ошибка в макроопределении. Возможно переполнение строки /72 символа/ такого же рода, как и при ошибке с номером 8 /см. соответствующий абзац настоящего приложения/ либо нарушен формат строки /отсутствует в конце строки пара символов: "возврат каретки" и "перевод строки"/. Следует проверить формат строки, уменьшить ее длину /возможно, за счет использования символов продолжения инструкции/ и повторить трансляцию.

#### 19 MULTIPLE DEF DATA EL

Два раза или более встретились описания одного и того же элемента данных.

#### 20 NO CORE FOR DBT

Недостаточно объема оперативной памяти для генерации очередной части таблиц ОБД. В отличие от аналогичной фатальной ошибки /см. приложение 2/, после данного сообщения работа компилятора формально возможна /так как часть таблиц ОБД уже сгенерирована/ и трансляция будет продолжена.

#### 21 ILL FIELD UNIT

Неверно указана длина физической единицы записи в инструкции /FIELD /разрешены следующие значения этого параметра: 1,2,3, 512, 1024, 2048, 8192, 16384 байтов/.

#### 22 MULTIPLE FIELD DEF

Неоднократно описано одно и то же /по номеру/ поле памяти.

23 ILL ADDR

Неверно указан адрес. Например, адрес конца поля или буфера в инструкции меньше, чем соответствующий ему адрес начала.

24 FIELD OVERFLOW

Исполнение инструкции, к которой относится данное сообщение, привело к переполнению поля памяти, то есть на данном поле описаны буфера с общей длиной, превышающей длину поля.

25 ILL LED-FILE FORMAT

Нарушен формат командного файла для библиотекаря /этот файл имеет расширение имени LED/.

26 не используется.

27 NON DEF FIELD

В инструкции использован номер не описанного ранее поля памяти.

28 не используется.

29 ILL DATA USING

Запрещенное использование инструкции /DATA (с помощью этой инструкции начальными значениями можно заполнять только буфера).

30 ILL FIELD NO

В инструкции неверно указан номер поля. Номер поля - это целое число без знака, принимающее значение от 1 до 63.

31 TOO MANY INT. VECT

В инструкции /DEVICE можно указать до 128 векторов прерываний. Данная диагностика свидетельствует о переполнении таблицы, отведенной для векторов прерываний.

32 ILL SEQ. OF SUBSYS CMND

Нарушен порядок следования инструкций описания подсистемы /см. работу/31/.

33 не используется

34 TOO BIG FUNC DESCR

В процессе обработки инструкции (/HCASE, ATTACH либо LINK) произошло переполнение буфера длиной 256 слов, отведенного для записей имени программы и списка параметров, на которые она должна быть настроена. Следует сократить длину списка параметров в инструкции и повторить трансляцию.

35 ILL SUBSYS END INSTR

Ошибка в инструкции /ENDHARDWARE, ограничивающей описание подсистемы /либо вовсе отсутствует/.

36 ILL CORE

В инструкции /CORE задано более 28 Кв оперативной памяти. Трансляция продолжается, для ПС выделяется максимально возможный объем оперативной памяти - 28 Кв.

37 TOO BIG INSTR

Общее количество символов в инструкции превышает 512. Необходимо сократить количество символов в инструкции.

38 TOO MANY ARG-S

Функциональный оператор имеет более 16 аргументов, что недопустимо в САМПО.

39 ILL CONSTANT

Нарушен синтаксис константы. Возможно, что числовая константа содержит запрещенные символы, например, цифры 8 или 9 в восьмеричном представлении чисел. Необходимо проверить, сопровождается ли константа разделителем /к ним относятся: пробелы, запятые, скобки, точка с запятой, "возврат каретки" и т.п./, имеет ли текстовая константа закрывающую кавычку.

40 UNDEF MACRO COMMAND

Использован не описанный макрооператор.

41 ILL MACRO-DEF (?ENDMACRO?)

В макроопределении отсутствует инструкция /ENDMACRO.

42,43,44 не используются.

45 ILL OPERATION

Ошибка в записи арифметического выражения - неправильный знак операции.

46 ILL TERM

Неверно составленный терм<sup>/2/</sup>, то есть выражение, составленное из целых значений и конструкций вида (< имя буфера >), соединенных знаками умножения и деления.

47 ARITH OVERFLOW

Переполнение разрядной сетки в 32 разряда при вычислении арифметического выражения. Необходимо проверить правильность записи арифметического выражения и изменить порядок исполнения

операций с тем, чтобы при вычислении промежуточных значений переполнения не происходило.

48 PARENTHESES WAS MISSED

Нет соответствия между количеством открывающих и закрывающих скобок /эти количества должны быть равны/.

49 ILL DEV NAME

Неверное имя устройства /оно должно состоять не более чем из трех символов и сопровождаться двоеточием/.

50 TOO BIG FIELD LENGTH

Произошло переполнение адресов поля памяти /24 разряда/ либо длина поля составляет число, занимающее более 16-ти разрядов /длина измеряется числом физических единиц записи/.

51 ILL DBT FORMAT

Нарушен формат таблиц ОБД.

52 MULTIPLE MACRO DEF

Повторное описание макрокоманды.

53 MULTIPLE SUBSYS MODUL DEF

Описана подсистема с ранее определенным именем.

54 MULTIPLE DATA DEF

Повторное присвоение значений для одного буфера с помощью инструкции /DATA. К исполнению будет принята последняя из этих инструкций.

55 ILL SLOW PROCESS DEF (?END CASE?)

Ошибка в инструкции, ограничивающей описание медленного процесса (/ENDCASE), либо эта инструкция отсутствует.

56 ILL SUBSYS TYPE

В инструкции /SUBSYSTEM неверно указан тип оборудования /тип оборудования - это имя, содержащее не более трех символов/.

57 ILL STATION

Неверно указан номер станции в инструкции /HCASE, /ATTACH либо /LINK. Номер станции может быть целым числом либо именем периода компиляции, которое имеет значение целого числа.

58 не используется.

59 PERM NAME NOT FOUND



NO SPACE ON DEV - недостаточно места в каталоге устройства либо недостаточно места на диске для файлов. Необходимо уничтожить ненужные файлы, выполнить сжатие каталога и повторить трансляцию.

READ EOF - попытка чтения информации из области, находящейся за пределами файла. Возможно отсутствие инструкции конца программы - /END.

SMALL CORE - недостаточно оперативной памяти для формирования таблиц ОБД.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балука Г. и др. ОИЯИ, P10-12960, Дубна, 1980.
2. Островной А.И., Саламатин И.М. ОИЯИ, P10-80-423, Дубна, 1980.
3. Намсрай Ю., Островной А.М., Саламатин И.М. ОИЯИ, P10-80-480, Дубна, 1980.
4. Малые ЭВМ и их применение /под ред. Б.Н.Наумова/. "Статистика", М., 1980.
5. Барисенко В.Д., Плотников В.В., Талов И.Л. Электронная промышленность, 1978, №10/70/, с.20-21.
6. RT-11 SYSTEM REFERENCE MANUAL (DEC-11-ORUGA-C-D). DEC, Maynard, Massachusetts, 1975.
7. Балука Г. и др. ОИЯИ, P10-80-743, Дубна, 1980.
8. Балука Г. и др. ОИЯИ, 10-12546, Дубна, 1979.
9. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, P10-80-826, Дубна, 1980.
10. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, P10-80-824, Дубна, 1980.
11. Балука Г. и др. ОИЯИ, P10-80-825, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 марта 1982 года.