



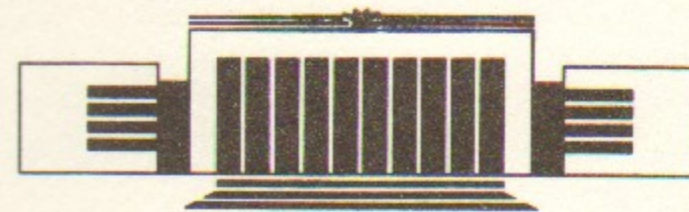
44
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

Г.А. Аксенов, В.Н. Козлов, Ю.И. Мерзляков,
В.Я. Сазанский, И.А. Ткаченко

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОРА АП-32.**

1. Комплекс программного обеспечения,
средства разработки программ,
операционная среда программ АП-32

ПРЕПРИНТ 90-64



НОВОСИБИРСК

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОРА АП-32.

1. Комплекс программного обеспечения,
средства разработки программ,
операционная среда программ АП-32

Г.А. Аксенов, В.Н. Козлов, Ю.И. Мерзляков,
В.Я. Сазанский, И.А. Ткаченко

Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90, СССР

АННОТАЦИЯ

Сформулированы некоторые принципы программирования процессора АП-32 в составе многомашинной вычислительной системы. Кратко описан весь программный комплекс и схема разработки программ. Описана операционная среда программ АП-32 и их структура.

ABSTRACT

Some principles for programming the AP-32 processor as a part of a multicomputer system are given. The system program complex and the AP-32 program development technique are described briefly. The AP-32 program structure and operational environment are presented.

1. КОМПЛЕКС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1.1. Некоторые принципы программирования АП-32

Процессор АП-32 создан для обработки данных физического эксперимента и научных расчетов [1]. Особенность его состоит в необходимости подключения к нему ЭВМ «накачки» (ЭВМН), в результате чего образуется, по сложившейся терминологии, многомашинный вычислительный комплекс (ММВК) [2]. В рамках этого комплекса можно считать АП-32 «ускорителем» арифметики ЭВМН, или же ЭВМН рассматривать как канал ввода/вывода АП-32 [2].

Для программирования АП-32 созданы средства разработки его математического и программного обеспечения (МО и ПО) и средства исполнения и отладки программ. Характер и состав этих средств определялись условиями, в которых решаются задачи обработки данных в ИЯФ, архитектурой АП-32 и возможностями разработчиков. При программировании арифметических процессоров-спутников, таких, например, как АП-20 [3], 3081/E [4], АР-120 [5] и аналогичных им характерно следующее:

- 1) рабочая программа комплекса «ЭВМН — арифметический процессор» состоит из двух частей: программы ЭВМН и программы процессора;
- 2) программа ЭВМН реализует логику управления вычислительным процессом, операции ввода/вывода информации и системно-зависимые действия;
- 3) программа процессора содержит только счетные подпрограммы.

Такой подход неудобен тем, что в каждом конкретном случае исходную программу нужно разбивать на две части для разных ЭВМ, каждую из них отлаживать независимо, а затем — во взаимодействии. Отсутствие интерактивных средств затрудняет процесс создания и отладки программы процессора. Аналогичный режим работы возможен и в ММВК «ЭВМН—АП-32», но он используется не в качестве основного, а только для наладочных и регламентных работ.

При разработке ПО АП-32 была поставлена задача обеспечить его проблемной программе возможности программы универсальной ЭВМ. При нормальной эксплуатации комплекса вся логика управления вычислительным процессом должна быть сосредоточена в проблемной программе АП-32, а на ЭВМН возложены только функции обслуживания этой программы. Таким образом, необходимость разделения исходной программы на части исчезает, и ММВК работает как единая ЭВМ.

Выбор способов взаимодействия ЭВМ, составляющих ММВК, и подходов к реализации ПО осуществлялись на основе ряда принципов, сформулированных ниже.

— **«Прозрачность».** Под этим понимается, что пользователь ММВК не должен ощущать разницы при работе с ЭВМН или АП-32, рассматривая комплекс как единую универсальную ЭВМ, работающую под операционной системой ОС ЭВМН, где вычислительные процессы в АП-32 и ЭВМН выглядят как равноправные задачи. При этом ресурсы периферийных устройств, подключенных к ЭВМН, должны быть доступны пользователю АП-32 в той же самой степени, что и пользователю ЭВМН.

Такой подход позволяет работать с АП-32 наиболее простым и естественным образом, исключая затраты времени на изучение его особенностей и адаптацию программ. Это, однако, предполагает, что как процессы разработки и эксплуатации программ этих ЭВМ, так и возможности, предоставляемые при их программировании (сервис операционной системы, ввод/вывод и т. д.) должны иметь много общего.

— **Автономность.** В состав ММВК входит ЭВМН одного семейства ЭВМ («Электроника»/СМ), программно совместимого с DEC PDP-11, и все системное МО организации комплекса со стороны ЭВМН выполнено для этого семейства. Средства разработки программ АП-32 также работают на ЭВМН, производя коды АП-32 (кросс-обеспечение). Таким образом, ММВК представляет

собой функционально полную замкнутую вычислительную систему, которую можно эксплуатировать индивидуально или в составе других машинных комплексов, куда она включается посредством аппаратно-программных средств ЭВМН.

— **Конкурентоспособность.** Главное достоинство АП-32 — высокое быстродействие — не является достаточным и должно сочетаться с высоким уровнем сервиса его программирования. Опыт показывает, что пользователь может пожертвовать быстродействием ради сокращения затрат времени на программирование своей задачи, перейдя на ЭВМ с лучшим сервисом. Решающим фактором является наличие языка программирования высокого уровня, для решения физических задач это обычно ФОРТРАН. Менее важно, но существенно, чтобы АП-32 был оснащен удобными средствами отладки программ, имелись библиотеки и пакеты подпрограмм для расчетов, машинной графики и т. п.

1.2. Программный комплекс

Комплекс программного обеспечения ММВК — набор связанных между собой и взаимодействующих друг с другом программ ЭВМН и АП-32, позволяющих решать поставленные перед ММВК задачи. При его анализе можно воспользоваться моделью [6], предназначенной для описания множества возможностей вычислительной системы в совокупности с множеством правил их реализации. С помощью такой модели программный комплекс представляется как иерархическая система, где каждый уровень иерархии выполняет конкретные задачи, обеспечивая функционирование расположенного выше уровня и опираясь на результаты деятельности уровня ниже. В [7] введено понятие «операционная среда» (внешние по отношению к программе средства, здесь — уровни, расположенные ниже относительно какого-либо), которое также используется.

Комплекс ПО изображен при помощи схемы на рис. 1, описывающей такую иерархию. Каждый ее уровень также представляет собой комплекс программных средств. Нижний уровень физически расположен в АП-32, остальные — в ЭВМН. Большую часть средств составляют стандартные программы ЭВМН. Для обеспечения требуемой «прозрачности» происходит внедрение специфических для АП-32 программ на всех уровнях, и средства ЭВМН и АП-32 взаимодействуют между собой по вертикали и горизонтали

схемы. Ниже в общем виде описаны эти средства и их связи с возможностями, которые они реализуют, детальное описание некоторых элементов схемы приведено в следующих главах.

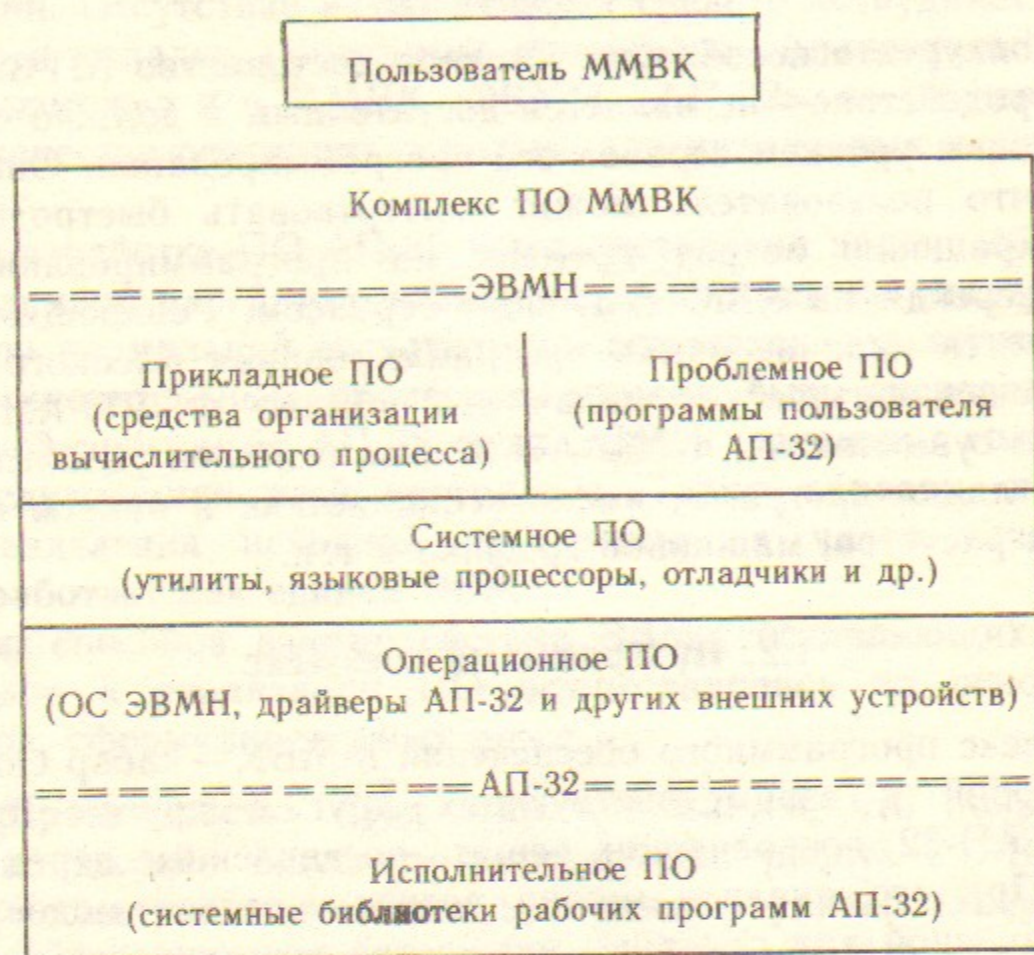


Рис. 1.

1.2.1. Прикладное ПО—стандартные программные средства, доступные пользователю ММВК, позволяющие решать задачи управления вычислительным процессом АП-32 (трансляцией и сборкой программ, загрузкой, пуском, остановом, назначением устройств или файлов для ввода/вывода и т. д.). Процесс организуется путем создания программ на входных языках операционных систем ЭВМН, результатом действия которых является пуск в определенной последовательности системных программ с передачей им введенных параметров. Процесс может протекать в интерактивном или пакетном режимах.

Для работы в интерактивном режиме можно явно запускать программы разработки ПО АП-32 и прогона полученных машинных кодов стандартными командами оператора ОС ЭВМН, но удобнее определить свои команды работы с АП-32, расширив список команд, воспринимаемых ОС, с помощью языка UCL [8, 9].

Такие команды скроют ненужные подробности работы с системными программами АП-32. Для описания набора часто используемых интерактивных процессов АП-32 можно применять командные файлы ОС RT-11 и TSX-Plus или диалоговый язык управления IND [8, 9]. С их помощью можно полностью скрыть специфику общения с ОС ЭВМН, и всю работу вести в терминах АП-32.

Для пакетной обработки программ под ОС RT-11 и TSX-Plus есть специальные средства (WATCH-процессор и механизм открепленных заданий, соответственно), которые полностью применимы для трансляции, сборки и прогона программ в АП-32. Обработка идет без вмешательства оператора по предварительно написанным на языках управления заданиям.

К прикладному ПО также можно отнести все ранее разработанные пакеты и библиотеки подпрограмм АП-32, применяемые в процессе сборки рабочих программ и являющиеся параметрами команд или заданий—математические функции, ввод/вывод, графика и т. д.

1.2.2. Проблемное ПО—как правило, счетные программы, разрабатываемые пользователем АП-32 для собственных нужд. Какие-либо части проблемного ПО могут стать прикладным ПО, если они представляют интерес для других пользователей АП-32. Прикладное и проблемное ПО создают уровень иерархии ПО, обеспечивающий достаточный для проблемного программиста набор средств программирования и эксплуатации АП-32.

1.2.3. Системное ПО—программы ЭВМН, запускаемые явно стандартными системными командами или неявно средствами прикладного ПО. В их число входят:

- 1) программы общего назначения—редакторы текста и утилиты (например, копирования файлов);
- 2) средства программирования ЭВМН—макроассемблер, компиляторы и т. д., которые используются для создания средств программирования АП-32;
- 3) средства программирования АП-32—ассемблер, ФОР-ТРАН-компилятор, редактор связей, библиотекарь (см. ниже);
- 4) средства эксплуатации АП-32—программа CONSOL [10] и сервер АП-32 OTSAP (см. ниже);
- 5) программы настройки и тестирования аппаратуры АП-32.

1.2.4. Операционное ПО—ОС ЭВМН и драйверы внешних устройств ЭВМН. ОС создает условия для работы программ

ЭВМН всех уровней, включая системные (предыдущий уровень) и интерпретаторы входных языков (уровень прикладного ПО). ОС занимается разделением ресурсов ЭВМН, планированием прогона ее программ и обеспечением их доступа к файло-структурированной массовой памяти (магнитные диски и ленты) и внешним устройствам. На этом же уровне реализуется физическая связь ЭВМН—АП-32 путем включения в ОС ЭВМН драйвера АП-32 [2].

1.2.5. **Исполнительное ПО**—реализует возможности прогона программ в АП-32. Этот уровень связан со всеми вышележащими: драйвер АП-32—программы CONSOL или OTSAP—команды или задания на обработку. В его состав входит исполнительная система ФОРТРАН-IV АП-32 (только для фортрановских программ), включающая подсистемы ввода/вывода, форматных преобразований и обработки ошибок исполнения, а также система вызова удаленных процедур. Подробно исполнительное ПО описано ниже.

2. СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ АП-32

Комплекс средств разработки программ АП-32, реализующих путь от алгоритма до машинных кодов, работает по традиционной схеме (рис. 2), применяемой на многих современных ЭВМ. На рис. 2 прямоугольниками обозначены продукты деятельности средств программирования.

1. Ввод текста программы на языке ассемблера или ФОРТРАНе, его редактирование. Текст создается при помощи одного из работающих под операционными системами RT-11 или TSX-Plus редакторов. Результатом этой деятельности являются текстовые файлы типа .ASM или .FOR.

2. Трансляция текстового файла производится ассемблером А32 или компилятором FORTAP. Результатом работы этих программ является файл листинга типа .LST и файл типа .OBJ, содержащий перемещаемый объектный модуль.

3. Библиотечные файлы типа .OBJ создаются библиотекарем LIBRAP.

4. Сборка (построение задачи) из одного или несколько созданных в разное время объектных файлов и библиотек типа .OBJ. Файлы поступают на вход редактора связей LINKAP, который создает файл образа задачи типа .JOB и файл карты распределения памяти АП-32 типа .MAP.

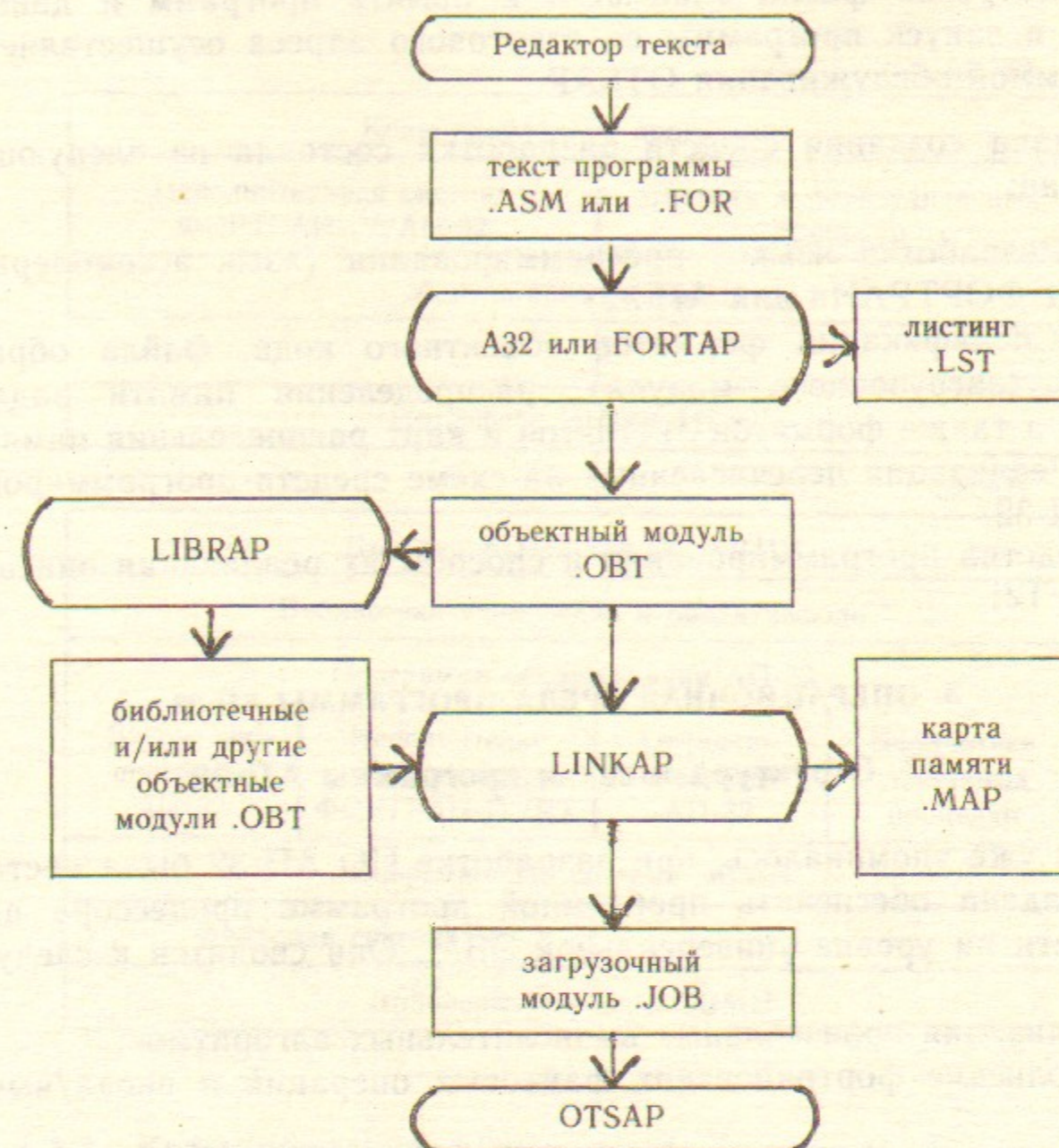


Рис. 2.

5. Загрузка файла типа .JOB в память программ и данных АП-32 и запуск программы со стартового адреса осуществляется программой обслуживания OTSAP.

Задача создания средств разработки состояла из следующих подзадач:

1. Разработка языков программирования (язык ассемблера и диалект ФОРТРАНа для АП-32).

2. Спецификация форматов объектного кода, файла образа задачи (загрузочного модуля), распределения памяти задачи АП-32, а также форматов листингов и карт распределения памяти.

3. Реализация перечисленных на схеме средств программирования АП-32.

Средства программирования и способы их реализации описаны в [10—12].

3. ОПЕРАЦИОННАЯ СРЕДА ПРОГРАММЫ АП-32

3.1. Структура и связи программы АП-32

Как уже упоминалось, при разработке ПО АП-32 была поставлена задача обеспечить проблемной программе процессора возможности на уровне универсальной ЭВМ. Они сводятся к следующему:

- 1) реализация произвольных вычислительных алгоритмов;
- 2) исполнение фортрановских файловых операций и ввода/вывода;
- 3) выполнение системно-зависимых операций ЭВМН под управлением программ АП-32;
- 4) вызов подпрограмм ЭВМН из программ АП-32.

Первую из приведенных возможностей обеспечивает сам автор проблемной программы. Для реализации остальных требуется создание операционной среды программы — внешних по отношению к ней программных средств [7].

На рис. 3 приведена схема, описывающая структуру проблемной программы АП-32 и программное сопряжение АП-32 и ЭВМН. Это укрупненный фрагмент схемы рис. 1. Схема состоит из двух частей: программы, работающей в АП-32, и программы, работающей в ЭВМН. Машины связаны аппаратурой интерфейса ИНТ60—АП32 [2].

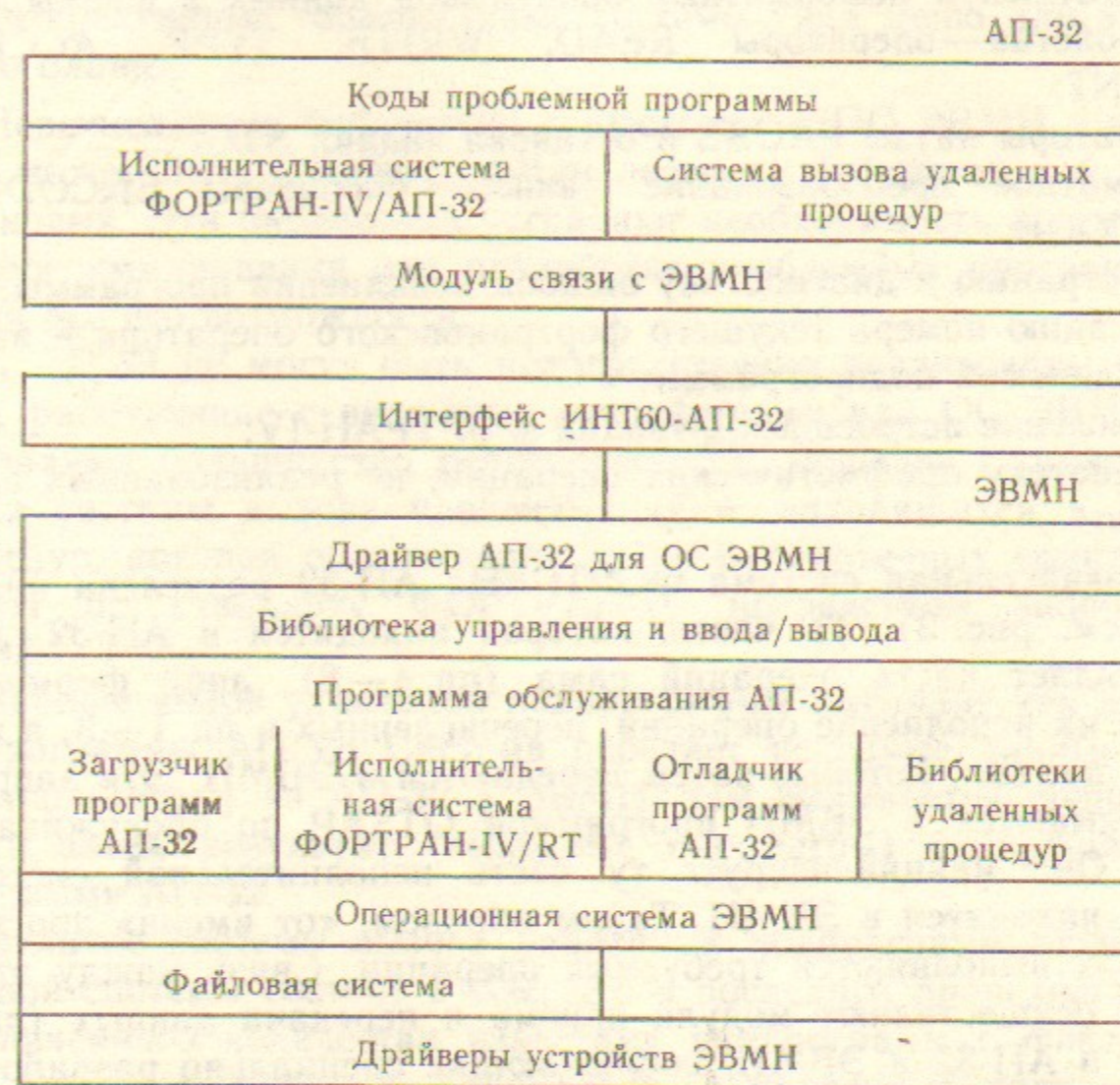


Рис. 3.

3.1.1. Коды проблемной программы — верхний уровень схемы. Он представлен кодами проблемной программы, которая может быть написана на ФОРТРАНе, языке ассемблера АП-32 или каком-либо другом языке программирования. Коды составляют вычислительные алгоритмы (большая часть программы), а также обращения к библиотекам АП-32. Эти библиотеки, а также все другие нижележащие уровни схемы и образуют операционную среду.

3.1.2. Исполнительная система ФОРТРАН-IV. Если программа написана на ФОРТРАНе, ее коды работают в среде, порождаемой исполнительной системой ФОРТРАНа АП-32, которая позволяет использовать:

- 1) операции с файловой системой (открытие, закрытие, позиционирование файлов) — операторы OPEN, CLOSE, DEFINE

- FILE, REWIND, BACKSPACE, FIND, ENDFILE;
- 2) форматный и неформатный ввод/вывод данных в файлы и на устройства — операторы READ, WRITE, TYPE, ACCEPT, PRINT;
 - 3) операторы паузы PAUSE и остановка задачи STOP;
 - 4) форматное преобразование данных — операторы ENCODE и DECODE;
 - 5) регистрацию и диагностику ошибок исполнения программы;
 - 6) фиксацию номера текущего фортрановского оператора и имени исполняемой подпрограммы;
 - 7) вычисление встроенных функций ФОРТРАН-IV;
 - 8) библиотеку арифметических операций, не реализованных аппаратно.

Исполнительная система ФОРТРАНа АП-32 разделена на две части (см. рис. 3). Та часть, которая находится в АП-32, либо осуществляет часть операций сама (пп. 4—8), либо формирует запросы на исполнение операций, перечисленных в пп. 1—3, в виде пакетов данных, которые затем передаются в ЭВМН. Эти запросы воспринимаются в ЭВМН программой OTSAP по обслуживанию АП-32. Она инициализирует ту часть исполнительной системы, которая находится в ЭВМН. Таким образом, «от имени» программы АП-32 выполняются требуемые операции. Связь между этими частями осуществляют модули приема и передачи данных (параметров) в АП-32 и ЭВМН, соблюдающие специально разработанный протокол обмена. Параметры выполнены в терминах ФОРТРАН-IV и не содержат зависимости от ОС ЭВМН (например, устройство ввода/вывода обозначается как логический номер устройства ФОРТРАНа).

3.1.3. Система вызова удаленных процедур. Фортрановский сервис в ряде случаев недостаточен. Недостающие возможности компенсируются библиотеками подпрограмм, вызываемых из фортрановской программы. Эти библиотеки служат для непосредственного обращения к операционной системе или для реализации функций, которые сложно или невозможно выполнить на ФОРТРАНе. С помощью таких библиотек можно реализовать:

- 1) нестандартные файловые операции;
- 2) ввод/вывод нестандартных структур данных;
- 3) межпрограммный и межмашинный обмен данными;
- 4) асинхронные операции;
- 5) операции с системным таймером;

- 6) управление графическими устройствами;
- 7) интерактивные терминальные системы типа меню или экранного бланка.

Перечисленные библиотеки существуют в ПО ЭВМН и их перечень может быть расширен путем переноса библиотек или написания новых. Эти библиотеки устраняют необходимость ассемблерного программирования при разработке проблемных программ, сохраняя все его возможности.

Е АП-32 не могут быть непосредственно реализованы библиотеки, работающие с внешними устройствами или ОС ЭВМН (они составляют большинство перечисленных). Решение состоит в создании системы вызова удаленных (т. е. находящихся в ЭВМН) процедур, которая обеспечивает вызов библиотечных подпрограмм ЭВМН по стандарту ФОРТРАН-IV посредством запросов из АП-32.

Внешне вызов удаленной подпрограммы выглядит как вызов ее из программы АП-32. Система передает исходные данные (входные параметры) из АП-32 в ЭВМН, там вызывается подпрограмма, а затем результат (выходные параметры) возвращаются в программу АП-32.

Отличие системы вызова удаленных подпрограмм от исполнительной системы состоит в том, что в последней происходит вызов ограниченного количества известных подпрограмм с фиксированным порядком передачи параметров, а удаленные подпрограммы могут быть произвольными с произвольными же параметрами. В этом случае требуется определять заранее неизвестный объем передаваемой в обоих направлениях информации и формировать пакеты передаваемых данных, содержащие полезную информацию (параметры) и служебную для описания этих параметров. Кроме того, передается также имя подпрограммы для проверки на наличие ее в ЭВМН и вызова.

Для вызова удаленных подпрограмм создается библиотека их эквивалентов для АП-32. Эквивалент содержит описатель параметров удаленной подпрограммы. При обращении к эквиваленту из программы АП-32 управление передается системе вызова удаленной процедуры с адресом описателя.

Система вызова определяет по описателю или вычисляет длины всех параметров и формирует служебные данные пакета передачи, а затем копирует в пакет содержимое переменных и массивов — входных параметров удаленной подпрограммы. Затем вызы-

вается модуль связи (описан ниже), и пакет передается ЭВМН. Программа обслуживания в ЭВМН, получив эти данные, формирует блок параметров по стандарту ФОРТРАН-IV и вызывает подпрограмму. По ее завершении создается пакет для передачи выходных параметров, если они есть, которые и записываются в память АП-32, после чего система вызова продолжает работу: полезные данные пакета копируются в выходные переменные и массивы, и работа главной программы АП-32 продолжается.

Система вызова удаленных процедур на схеме изображена на одном уровне с исполнительной системой. Это значит, что они не зависят одна от другой и могут использоваться по отдельности или в сочетании. Отсюда следует, что удаленные подпрограммы можно вызывать из программ, написанных не только на ФОРТРАНе. Сочетание систем позволяет писать проблемные программы, эквивалентные по возможностям программам универсальных ЭВМ.

3.1.4. Модуль связи. Параметры операций, требующих обращения к ЭВМН, формируются в стандартизованные пакеты данных, после чего вызывается модуль связи с ЭВМН. Этот вызов сходен с обращением программы ЭВМ к своей операционной системе, поэтому можно сказать, что модуль связи и ПО ЭВМН порождают операционную среду ассемблерной программы АП-32. Однако, в отличие от операционной среды, порождаемой ОС ЭВМН, возможности здесь гораздо шире (запускаются подпрограммы ЭВМН любой сложности) и их диапазон может изменяться по потребности пользователя.

Запрос к ЭВМН производится по правилам, описанным в [2]. Запрос сопровождается остановом АП-32. При этом генерируется прерывание ЭВМН, драйвер АП-32 считывает пакет данных с параметрами из памяти данных АП-32 и передает его в программу обслуживания. Программа обслуживания взаимодействует с драйвером через библиотеку управления и ввода/вывода [2]. После исполнения запроса от АП-32 ЭВМН возвращает управление в модуль связи, и исполнение программы АП-32 продолжается.

3.1.5. OTSAP — программа обслуживания (сервер) АП-32. Предназначена для реализации следующих функций:

- 1) загрузка, пуск и останов программы АП-32 по команде оператора;
- 2) обработка аппаратных и программных ошибок, возникающих при работе АП-32;

- 3) вызов подпрограмм исполнительной системы ФОРТРАН-IV по запросам АП-32;
- 4) исполнение удаленных подпрограмм;
- 5) отладка программ АП-32.

Похожим образом реализовано исполнение программ транспьютеров фирмы INMOS [13], но функции программы, сходной с OTSAP, сведены в основном к загрузке проблемной программы и обслуживанию операций ввода/вывода конкретного языка программирования (файловый сервер).

Программа OTSAP запускается с терминала ЭВМН, из командного файла или пакетного задания. Входной информацией является имя файла образа задачи АП-32 типа JOB и ключи, задающие режимы работы. Программа АП-32 из указанного файла загружается в память АП-32 независимо от наличия и количества ключей. Ключи перечислены ниже.

/G — загрузка и нормальный пуск программы АП-32 со стартового адреса.

/D — загрузка и пуск программы АП-32 с отладчиком. На экран терминала после загрузки выводится основная форма отладчика [10]. Оператор может поставить в нужных местах точки останова и пустить программу (запустится только со стартового адреса). Несовместим с ключом /G.

/R — обнуление памяти данных АП-32 перед загрузкой программы. Используется для совместимости с другими ЭВМ при переносе программ (по умолчанию память не обнулена). Ключ используется как дополнительный к /G или /D.

При пуске программы терминал ЭВМН становится терминалом программы АП-32. Перевод терминала в контекст ОС ЭВМН возможен только при завершении работы программы АП-32, нормальном или принудительном. Принудительно программа АП-32 останавливается при останове OTSAP (например, двумя CTRL/C для ОС RT-11). При нормальном останове (например, исполнение фортрановского оператора STOP) на экран терминала выводится полное время исполнения программы АП-32 (с временем ожидания ввода/вывода) и процессорное время АП-32, после чего OTSAP завершается.

После пуска АП-32 нормальным состоянием OTSAP становится ожидание его останова. Причинами останова могут быть:

- 1) сбой аппаратуры интерфейса ИНТ60-АП32;

- 2) ошибка при обращении к АП-32 (например, запись данных в несуществующую память АП-32);
- 3) арифметическая ошибка АП-32 (переполнение, деление на нуль);
- 4) запрос на операцию исполнительной системы ФОРТРАН-IV;
- 5) вывод сообщения об ошибке исполнительной системы;
- 6) вызов удаленной подпрограммы;
- 7) оператор PAUSE;
- 8) оператор STOP.

В каждом случае OTSAP принимает решение о реакции на причину останова и запускает нужную процедуру. После ее окончания OTSAP пускает программу АП-32, если это необходимо, и возвращается в состояние ожидания. Если пуск не нужен (например, исполнен STOP), работа OTSAP прекращается.

Параметры из АП-32 передаются подпрограммам ЭВМН без дополнительной обработки, за исключением форматного ввода/вывода, когда все форматные преобразования происходят в АП-32, а в ЭВМН передается уже текстовая информация в А-формате (то же самое в обратном направлении). Та же часть исполнительной системы ФОРТРАНа АП-32, которая находится в ЭВМН, состоит из фиксированного набора подпрограмм и является неизменяемой частью OTSAP.

Библиотеки удаленных процедур — динамическая компонента OTSAP, т. е. OTSAP можно строить с разными библиотеками. Число библиотек, включаемых в состав OTSAP, не ограничено. В настоящее время из программы АП-32 можно обращаться к следующему ряду библиотек:

- 1) SYSLIB RT-11 — фортрановский интерфейс к системным директивам ОС RT-11;
- 2) SL7LIB — пакет для управления цветным графическим дисплеем ЭВМН;
- 3) VID1 — пакет для интерактивной работы с терминалом;
- 4) FMS-11 — библиотека для интерактивной работы с терминалом путем заполнения экранных бланков.

На установку новой библиотеки удаленных подпрограмм требуется время, необходимое для программирования описателей этих подпрограмм.

Отладчик программ АП-32, изображенный на схеме, описан в [10]. Следует упомянуть, что при пуске с ключом /D управление

передается в отладчик по любой из перечисленных причин останова, включая ошибки, нормально обрабатываемые исполнительной системой.

3.1.6. Операционная система ЭВМН, файловая система, драйверы. Исполнительная система и библиотеки OTSAP содержат системные директивы, посредством которых они обращаются за сервисом к ОС ЭВМН. В настоящее время для ЭВМН используются ОС RT-11 и TSX-Plus, позволяющие работать с любой моделью семейства «Электроника» или СМ ЭВМ, используемой в качестве ЭВМН. Мощные модели позволяют подключать более одного АП-32, каждый из которых обслуживается своей OTSAP. В принципе возможно перейти и к ОС RSX-11M или RSX-11M-Plus, но для этого требуется модификация OTSAP и драйвера АП-32.

Обращение АП-32 к устройствам массовой памяти обрабатывается, как правило, файловым процессором ОС ЭВМН, т. е. частью ОС, взаимодействующей с файловой структурой магнитного диска или ленты. Если файловой структуры нет или требуется ее игнорировать, запрос на операцию ввода/вывода передается непосредственно драйверу устройства, минуя файловый процессор. Файловая структура привязана к конкретной операционной системе, но зависимость от нее при работе АП-32 на ФОРТРАНе незначительна.

Драйверы ОС ЭВМН позволяют АП-32 обращаться к любому внешнему устройству, подключенному к ЭВМН (принтеры, графика, линии межмашинной связи и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальный арифметический процессор АП-32. 1. Архитектура, система команд, технические характеристики. Аксенов Г.А., Кислицин А.В., Мерзляков Ю.И., Сазанский В.Я. и др. — Новосибирск, 1989. — 28с. — (Препринт/Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 89-175).
2. Универсальный арифметический процессор АП-32. 3. Канал управления и ввода/вывода, драйвер операционной системы. Аксенов Г.А., Мерзляков Ю.И., Сазанский В.Я., Чертовских А.Г. — Новосибирск, 1990. — 31с. — (Препринт/Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-3).
3. Универсальный арифметический процессор АП-20 для быстрой обработки данных в физическом эксперименте Аксенов Г.А., Бару С.Е., Бейлин М.В. и др. // Труды III Международной конференции по методике экспериментов на встречных пучках. — Новосибирск, 1984. — Новосибирск, 1984. — С.173 — 178.
4. Ferran P.M. et al. The 3081/E emulator, a processor for use in on-line and off-line arrays. — SLAC-PUB-3753, CERN DD/85/16, August 1985.
5. Bloch T. Lagre computer systems and new architectures // Proc. of the 1978 CERN School of computing. — Geneva, 1978. — P.124 — 143.

6. Эфрос Л.Б. Концептуальный анализ программных систем // Управляющие системы и машины. — 1979. — № 2. — С.25 — 32.
7. Пратт Т. Языки программирования: разработка и реализация. — М.: Мир, 1979.
8. RT-11 Programmer's reference manual. — Digital Equipment Corporation, Maynard, Mass., 1983.
9. TSX-Plus Reference Manual. — S&H Computer Systems, Inc., Nashville, Tenn., 1985.
10. Мерзляков Ю.И. Программное обеспечение процессора АП-32. 4. Консольная подсистема. Библиотекарь.-Новосибирск, 1990. — 28с. — (Препринт/Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-29).
11. Мерзляков Ю.И., Ткаченко И.А. Программное обеспечение процессора АП-32. 2. Ассемблер. Редактор связей. — Новосибирск, 1990. — 24с. — (Препринт/Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-30).
12. Программное обеспечение процессора АП-32. 3. Реализация языка высокого уровня ФОРТРАН-IV. /Козлов В.Н., Мерзляков Ю.И., Ткаченко И.А., Чертовских А.Г. — Новосибирск, 1990. — 22с. — (Препринт/Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-35).
13. Transputer development system. — Prentice Hall International (UK), 1988.

*Г.А. Аксенов, В.Н. Козлов, Ю.И. Мерзляков,
В.Я. Сазанский, И.А. Ткаченко*

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОРА АП-32.

- 1. Комплекс программного обеспечения,
средства разработки программ,
операционная среда программ АП-32**

Ответственный за выпуск С.Г. Попов

Работа поступила 22 мая 1990 г.
Подписано в печать 30.05 1990 г. МН 02304
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1,5 печ.л., 1,2 уч.-изд.л.
Тираж 260 экз. Бесплатно. Заказ № 64

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапринтере Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*