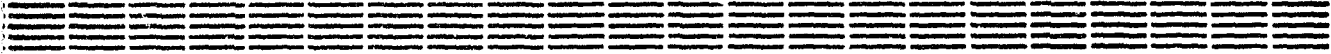


SU9109328

EFi--

Препринт ВФН-1258(44)-90

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



В. В. АЙВАЗЯН, С. Г. БАДАЛЯН, Р. З. ЗАЛЯЛОВ,
С. В. КЛИМЕНКО

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
БОЛЬШИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ON-LINE | ОБРАБОТКИ
ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ БЭСМ-6

ЦНИИатоминформ
ЕРЕВАН-1990

Վ.Վ.ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ս.Գ.ԲԱԴՄԱԼՅԱՆ, Ռ.Զ.ԶԱԼՅԱԼՈՎ,*

Ս.Վ.ԿԼԻՄԵՆԿՈ*

ԵՅՇՄ-6 էՀՄ-ՈՒՄ on-line ինֆորմացիայի ՄՇԱԿՄԱՆ ՄԵԾ
ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՍՏԵՂԵՄԱՆ ԵՎ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ
ՈՐՈՇ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Աշխատանքում՝ Երֆի-ում ստեղծված ՄԱՍԻՍ Ֆիլմային ինֆորմացիայի մշակման ավտոմատացված համակարգի վերլուծման օրինակով, դիտարկվում է ԵՅՇՄ -6 էՀՄ-ում ֆիզիկական ինֆորմացիայի on-line մշակման համար մեծ ծրագրային համակարգերի ստեղծման և զործուներուլթյան որոշ հարցեր:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1990

Բաժն էնեռահաների ֆիզիկայի ինստիտուտ, Սերգուլիով

V.V.AIVAZIAN, S.G.BADALIAN, R.Z.ZALIALOV*, S.V.KLIMENKO*

ON SOME PECULIARITIES OF CREATION AND RUNNING LARGE PROGRAM
PACKAGES FOR ON-LINE DATA PROCESSING ON BESM-6 COMPUTERS

In this work, on the example of the real time film analysis system MASIS created in the Yerevan Physics Institute, there are considered some aspects of designing and running large program packages for on-line data processing on BESM-6 computers.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1990

* Institute of High Energy Physics, Serpukhov.

УДК 518

В.В.АЙВАЗЯН, С.Г.БАДАЛЯН, Р.З.ЗАЛЯЛОВ*,
С.В.КЛИМЕНКО*

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
БОЛЬШИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ON-LINE ОБРАБОТКИ
ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ БЭСМ-6

В работе на примере анализа автоматизированной системы обработки фильмовой информации МАСИС, созданной в Ереванском физическом институте, рассматриваются некоторые вопросы разработки и функционирования больших программных комплексов on-line обработки физической информации на ЭВМ БЭСМ-6.

Ереванский физический институт

Ереван 1990

*)

Институт физики высоких энергий, г.Серпухов

Многомашинная автоматизированная система измерения снимков (МАСИС) [1], для которой ядром комплекса технических средств является ЭВМ БЭСМ-6, предназначена для первичной обработки फिल्मовой информации. Она была создана в ЕрФИ в связи с участием в совместном эксперименте НА-22 на установке "Европейский Гибридный Спектрометр" (ЦЕРН), а в настоящее время используется в экспериментах на пузырьковой камере СКАТ (ИФВЭ, г. Серпухов) и 2-метровой пропановой пузырьковой камере (ОИАИ, г. Дубна).

Комплекс технических средств МАСИС включает 6 полуавтоматических просмотрно-измерительных проекторов ПУОС-4, оснащенных микроЭВМ (МЭВМ) "Электроника-60" (Э-60) и работающих через мультиплексор передачи данных Э-60 on-line с центральной ЭВМ (ЦЭВМ) БЭСМ-6. По отношению к ЦЭВМ каждая МЭВМ выполняет роль периферийной ЭВМ, и каждая из них имеет свое функциональное назначение.

История создания и развития МАСИС охватывает более чем десятилетний период. За это время были разработаны, модернизирована-

ны и прошли практическую проверку несколько версий программного обеспечения, реализованного на ЦЭВМ, и прежде всего его прикладная часть, адаптируемая на тот или иной конкретный эксперимент.

Общая характеристика МАСИС, описание ее отдельных частей даны в работах [1-7]. В настоящей работе, исходя из опыта работы системы МАСИС, рассматриваются ряд принципиальных вопросов, связанных с созданием и функционированием больших программных комплексов для on-line обработки физической информации на ЭВМ БЭСМ-6.

1. Функциональная структура программного обеспечения ЦЭВМ

Реализованное на ЦЭВМ программное обеспечение (ПО) системы, схема которого изображена на рисунке, разработано на основе его функциональной декомпозиции [8] и организации управления вычислительными процессами по асинхронному принципу [9]. Отметим, что в силу аппаратных ограничений адресуемого пространства программ (32К слов) декомпозиция системы на отдельные программы на БЭСМ-6 имеет особо важное значение.

Технология реализации ПО ЦЭВМ основана на использовании модульного принципа в рамках специализированной фортрано-ориентированной системы HYDRA [10] и системы хранения и редактирования текстов больших программ PACHU [11]. На ЦЭВМ можно выделить два основных элемента ПО МАСИС - транспортную станцию и прикладной процесс.

Транспортная станция (ТС) - это процесс, который принимает

блоки информации, поступающие по каналу связи, и адресует их в прикладным процессам (ПП), а также принимает блоки информации от ПП и передает в канал.

Прикладной процесс (это могут быть организующая программа [6], программа калибровки проекторов и т.д.) - обычная фортрановская программа обработки, как правило, реализованная в рамках системы HUDA, которая предназначена для организации и проведения различных процедур первичной обработки на проекторах, обеспечения сбора и контроля поступающей с проектора измерительной информации и последующей выдачи управляющих воздействий.

2. Системная характеристика программного обеспечения ЦЭВМ

ТС и каждый ПП являются самостоятельными задачами и выполняются, разделяя время центрального процессора между собой и остальными, не относящимися к МАСИС, задачами. К ТС предъявляются определенные временные ограничения для обеспечения успешного обмена данными с МЭВМ (в ее составе имеется драйвер линии связи). Поэтому ТС организована в виде служебной задачи ОС, имеющей более высокий приоритет по отношению к остальным задачам. Она занимает небольшой объем памяти, затрачивает малое время машины (менее 5% процессорного времени машины) и поэтому существенного влияния на вычислительный процесс не оказывает.

ПП представляет собой программу, в реальном времени обрабатывающую информацию от измерительных приборов. В наиболее общем виде алгоритм работы ПП можно описать следующим образом:

- начало работы - установка связи с ТС, настройка программы

по входным и выходным данным;

- цикл, состоящий из ожидания сообщения от проектора, обработки и занесения информации в структуру данных;
- передача сообщения оператору проектора (командные или информационные сообщения с управляющими символами вывода на дисплей оператора).

Состояние ожидания сообщения реализуется обращением к межпрограммному каналу связи (МПКС) [12]. Отсутствие сообщения при этом приводит к блокировке ПП и освобождению процессора ЦЭВМ в пользу параллельно обрабатываемых фоновых заданий.

МАСИС относится к системам, работающим в реальном масштабе времени, так как время ответа системы ограничивается необходимостью поддержания требуемого ритма работы операторов. Но, с другой стороны, ПП, работающая в системе реального масштаба времени, мало отличается от обычных задач, решаемых при обработке экспериментальных данных. На ЦЭВМ выделены необходимые масштабы времени для реализации транспортного протокола межмашинного обмена и протокола межпроцессного взаимодействия между ПП и процессом МЭВМ. На уровне транспортного протокола обеспечивается связь с МЭВМ и организуется мультимодальный доступ. В протоколе взаимодействия обращение к ЦЭВМ происходит по окончании обработки оператором определенных физических объектов (проекция, вершина, трек и т.д.).

Межпрограммный обмен данными между ТС и ПП на ЦЭВМ средствами МПКС фактически происходит через оперативную память ЭВМ и не может привести к существенным задержкам.

Как указывалось выше, алгоритм работы ПП включает в себя цикл из ожидания сообщения и обработки этого сообщения. Для

тельность ожидания зависит от типа выполняемых работ, темпа работы операторов и составляет от нескольких секунд до нескольких минут. МАСИС потребляет не более 15% процессорного времени БЭСМ-6. Такой режим работы МАСИС предъявляет повышенные требования к организации обработки заданий на ЭВМ БЭСМ-6. Естественно, что для исключения простаивания центрального процессора БЭСМ-6 необходимо иметь на машине дополнительные задачи. Однако при большом количестве задач не будет хватать физической памяти всем задачам, что приводит к затратам на механизм подкачки задач между внешней и оперативной памятью. Например, если ПП была целиком откачана во внешнюю память, то на вытеснение страниц памяти параллельных задач и полное (32 страницы) размещение ПП в оперативной памяти потребуется более 5с времени (среднее время обмена с дисками 80 мс). А это, в свою очередь, приводит к задержке работы МАСИС, время реакции которой существенно влияет на ритм работы операторов проекторов.

К сожалению, в ОС "Дубна" отсутствует возможность гибкого регулирования процесса вытеснения определенных задач из оперативной памяти. Поэтому управление организацией работ на машине приходится осуществлять административным методом - за счет вмешательства оператора ЭВМ. Опыт показывает, что МАСИС на БЭСМ-6 с оперативной памятью 128К слов имеет удовлетворительную реакцию при наличии до двух параллельных задач.

3. Некоторые вопросы реализации ПП

Система МАСИС обрабатывает большой объем информации, для сбора, накопления и хранения которой используются широкие возможности, предоставленные при ее организации, в виде структур

данных системы HYDRA . Система HYDRA позволяет организовать внутри динамически распределяемой памяти группы данных, именуемых банками, которые объединяются в древовидные структуры данных [13] . Важным элементом системы HYDRA является механизм "чистки памяти", который автоматически очищает память во всех ставших ненужными блоков данных.

Приведем некоторые данные о функционировании системы HYDRA используемой в ПП. Объем динамически распределяемой памяти системы HYDRA в ПП составляет, как правило, 12К слов. Общий объем памяти, занимаемой программами системы HYDRA , составляет около 2К слов, а время, затрачиваемое на создание банков, - 50 мс. Такие процедуры, как "чистка памяти", маркировка структур данных, использующие относительно большее время, выполняются в основном по завершении обработки текущего кадра. Хотя их использование и не приводит к существенным задержкам, но возможная задержка системы здесь допустима, так как она совмещена с переключением внимания оператора на следующий кадр. Такие небольшие затраты ресурсов ЭВМ показывают, что использование системы HYDRA в on-line режиме на БЭСМ-6 не приводит к существенному увеличению накладных расходов. Учитывая большую разрядность машинного слова (48 бит), оказалось целесообразным выполнить уплотнение информации путем упаковки данных.

Для эффективной организации ввода/вывода экспериментальных данных очень важным оказалось использование постраничной организации обмена информации с применением древовидной организации структур данных системы HYDRA . Специализированный пакет программ, предназначенный для организации быстрого обмена данными в виде структур системы HYDRA , позволяет организовать

информационное сопряжение между программными модулями на уровне внешней памяти БЭСМ-6.

4. Основные выводы

Функциональная декомпозиция ПО МАСИС на ЦЭВМ и организация взаимодействия программ (независимых с точки зрения ОС ЦЭВМ) посредством МПКС позволили создать на ЭВМ БЭСМ-6 с ОС пакетной обработки заданий цельную систему анализа физической информации, работающую в реальном времени проведения измерений.

Анализ системы МАСИС и опыт ее эксплуатации позволяют сделать следующие выводы:

1. ЭВМ БЭСМ-6 в многомашинном вычислительном комплексе, выполняя обработку физической информации в *on-line* режиме, полностью удовлетворяет требованиям, сформулированным при разработке системы [1,5], как по обеспечению уровня автоматизации с сохранением всех функциональных возможностей, так и по важнейшим характеристикам современных автоматизированных систем обработки फिल्मовой информации [14,15] такого класса.

2. ЭВМ БЭСМ-6, являясь ядром комплекса технических средств системы *on-line* обработки информации, используется как обычная ЭВМ пакетной обработки таким образом, что в целом сохраняется достаточно высокая эффективность при ее эксплуатации.

3. Определенным приоритетом при использовании процессора ЭВМ БЭСМ-6 пользуется только ТС, для которой существенны временные характеристики при организации обмена данными с МЭВМ. Остальные программы МАСИС выполняются как обычные задания, разделяя ресурсы ЭВМ совместно с остальными пользовательскими заданиями.

4. Для сохранения нормального ритма работы операторов существенным фактором является ограничение количества как ПП системы МАСИС, так и одновременно (параллельно с МАСИС) считающихся фоновых задач. Уменьшения числа ПП можно достичь с помощью единого универсального ПП, обеспечивающего основные режимы первичной обработки фильмовой информации. Хотя этот вопрос в принципиальном плане был решен [6], но его практическая реализация на БЭСМ-6 была сопряжена с определенными трудностями, связанными с ограничением адресуемого пространства оперативной памяти для одной задачи. Поэтому, когда, например, все 6 проекторов используются под измерения, в МАСИС работают 2 ПП.

5. Применение при создании ПО МАСИС системы HYDRA, ориентированной на работу в режиме *off-line*, показало, что эта система является исключительно удобным и мощным инструментом, а ее использование в *on-line* системе не только оправдано, но и необходимо даже в тех случаях, когда это приводит к определенным накладным расходам.

Практика работы системы МАСИС показывает, что существенное повышение эффективности системы в целом достигается также при помощи программы вспомогательных процедур [1], которая фактически является удобным интерфейсом между эксплуатационным персоналом МАСИС и ЦЭВМ. С помощью этой программы физик-экспериментатор, сопровождающий свой эксперимент в системе МАСИС, имеет возможность автоматически выполнять ряд функций для подготовки, хранения, редактирования данных и других целей.

Многолетний опыт работы системы МАСИС на БЭСМ-6 свидетельствует о правильности выбора архитектуры ПО *on-line* системы на ЦЭВМ и принципов ее построения. Ряд элементов созданного

ПО могут быть применены при создании различных многомашинных вычислительных систем и сетей ЭВМ.

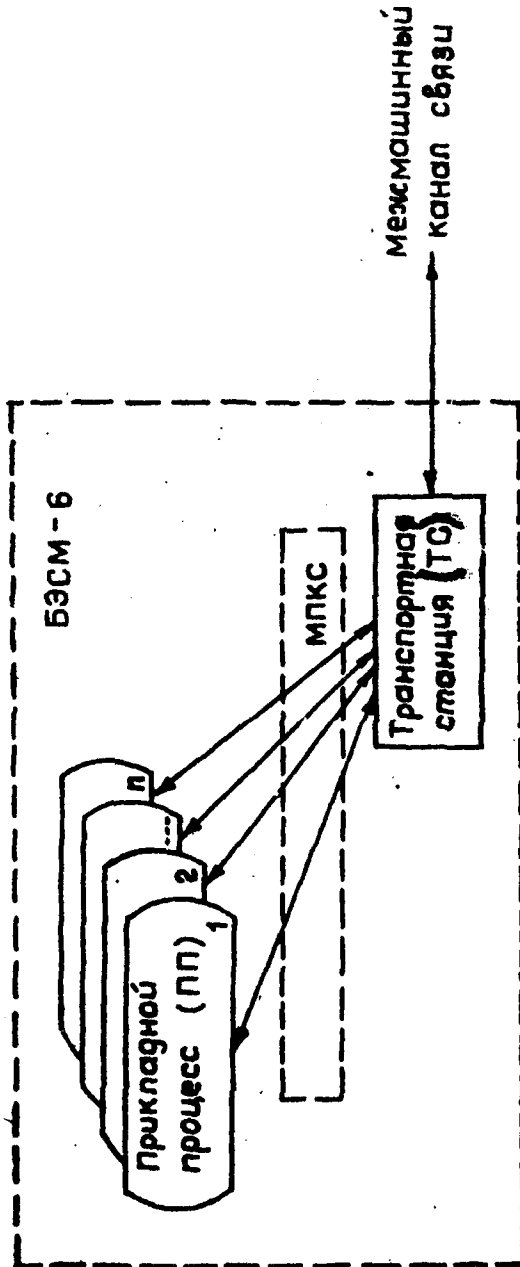


Рис. Схема программного обеспечения МАСИС на ЦЭВМ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авилов А.В., Агабабян Н.М., Айвазян В.В. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.3-13.
2. Авилов А.В., Авилова Е.Т., Айвазян В.В. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.14-21.
3. Авилов А.В., Авилова Е.Т., Айвазян В.В. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.22-28.
4. Авилов А.В., Айвазян В.В., Бадалян С.Г. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.29-35.
5. Авилов А.В., Авилова Е.Т., Айвазян В.В. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.36-42.
6. Айвазян В.В., Бадалян С.Г., Белокопытов Ю.А. и др. ВАНТ, серия: Техника физического эксперимента, вып. I(32), 1987, с.43-52.
7. Айвазян В.В., Бадалян С.Г., Залялов Р.З. Препринт ЕФИ-И107(70)-88, Ереван, 1988.
8. Holt R.C. Structure of Computer Programs; A Survey. Proc. IEEE 1975, vol. 63, 6, p.879.
9. Марчук Г.И., Котов В.Е. Препринты 86,87 ВЦ СО АН СССР, 1978.
10. HYDRA System Manual, CERN, Geneva, 1973.
HYDRA Application Library, CERN, Geneva, 1973.
11. Артемян А.С., Бадалян С.Г., Иванов В.Г. Препринт ЕФИ-619(9)-83 Ереван, 1983.
12. Залялов Р.З., Каминский Л.Г., Клименко С.В. и др. Межпрограммный канал связи в ОС "Дубна". Программирование, 1984, т.3, с.44-51.

13. Duby J.J. Data Structures. Proceedings of the 1970 CERN Computing and Data Processing School, CERN 71-6, CERN , Geneva, 1971.
14. Белокопытов Ю.А., Воробьев А.П., Гончаров В.А. и др. Препринт: ИФВЭ 79-176, Серпухов, 1979.
15. Бравина Л.В., Бодягина В.А., Веселовская Т.В. и др. Препринт НИИЯФ МГУ-87-01, Москва, 1987.

Рукопись поступила 25 апреля 1990 г.

Б. В. АЙВАЗЯН, С. Г. БАДАЛЯН, Р. З. ЗАЛЯЛОВ, С. В. КЛИМЕНКО

**О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
БОЛЬШИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ON-LINE ОБРАБОТКИ
ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ БЭСМ-6**

Редактор Л. П. Мукаян

Технический редактор А. С. Абрамян

Подписано в печать 20/IX-90г. ВФ-03571 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 8 к.

Зак. тип. № 227

Индекс 3649

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, ул. Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Alikhanian Brothers 2,
Yerevan, 375036
Armenia, USSR**

ИНДЕКС 3649



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ