

СИСТЕМА МОНТАЖА МАГНИТОФИЛЬМОВ

В.Л.Катков, В.П.Степанов

Одно из наиболее эффективных применений систем машинной графики состоит в возможности получать и просматривать на экране дисплея фильмы, "вычисляемые" в машине. Для фиксации окончательного варианта фильма иногда приходится накапливать большое количество видеоматериала, просматривать его, отбирая необходимые части, корректировать отдельные кадры и фрагменты, дублировать части фильма, снабжать их титрами и т.д. Таким образом, необходима система для монтажа магнитофильма перед его окончательным просмотром и съемкой на киноплёнку. Именно такая система, работающая на ЭВМ БЭСМ-6 и графическом дисплее БС-7064, описывается в настоящей статье. Наиболее близкой к рассматриваемой системе является система, реализованная на ЭВМ БЭСМ-6 и БДБ-910 и описанная в [1].

§1. Принципы построения системы и ее возможности

В основу системы МОНТАЖ при ее проектировании и реализации были заложены следующие принципы: высокая реактивность системы, активность диалога, простота работы с архивом видеоматериала и реализация на языке высокого уровня.

Высокая реактивность обеспечивается прежде всего за счет двойного способа хранения информации о фильме. Фильм в системе представлен, с одной стороны, в виде дерева, состоящего из серий, сцен, кадров и файлов, так что в процессе монтажа фильма работа выполняется над этим деревом и не затрагивает физических кадров с закодированным в них изображением. С другой стороны, фильм есть последовательность физических кадров, хранимых на магнитных лентах (дисках); терминальные узлы дерева фильма, чаще всего файлы, имеют ссылки на соответствующие им физические кадры. В силу

указанной организации подавляющее большинство операций монтажа (вставка, удаление, копирование, наложение, объединение и т.д.) выполняется над деревом и не затрагивает физических кадров. Операции же над деревом сводятся главным образом к работе с указателями списочных структур и занимают поэтому небольшое время.

Работа с системой происходит в режиме диалога. Поэтому было решено сделать диалог по возможности развернутым, "болтливым". Это выражается, с одной стороны, в том, что система задает свои вопросы пользователю в развернутой форме, и, с другой стороны, по возможности информирует его о выполняемых системой действиях при длительных задержках с ответом. В результате этого у пользователя создается уверенность, что контакт с системой не теряется и он знает, что происходит с его задачей.

Архив системы — одна из важнейших ее компонент. Весь видеоматериал накапливается и хранится в архиве. Дерево фильма постоянно меняется и взаимодействует с ним. По этой причине при создании архива было обращено внимание на легкость доступа и автоматическое расширение его практически без ограничений при добавлении новых материалов о фильме, на простой доступ к оглавлению и т.д.

Наконец, реализацию системы было решено осуществить на языке высокого уровня — ФОРТРАНе, ввиду ее большого объема и сжатых сроков разработки. Небольшие отступления были сделаны при программировании работы с деревом и обращениях к дисплею, где часть подпрограмм была написана на Автокоде.

В настоящее время система МОНТАЖ имеет следующие возможности:

- накопление в архиве системы практически неограниченных по объему частей будущего фильма;

- широкий набор средств по монтажу фильма (копирование и наложение кадров, слияние и разъединение частей фильма, просмотр фрагментов в различных режимах, упорядочивание фильма в линейную последовательность, что просмотр на дисплее и съемка);

- вывод отдельных кадров фильма на графопроектор для регистрации в качестве документа.

Система ориентирована на широкого пользователя и может найти применение при решении задач научно-технического профиля, в системах автоматизации проектирования и управления сложными процессами, в мультипликациях и т.д.

§2. Структура данных

1. Компоненты архива. В отличие от обычных задач пакетной обработки данных, задачи диалоговой машинной графики характеризуются требованием гибкости на всех этапах своего выполнения. Начиная работать, оператор может не знать заранее всех зависимостей и связей между компонентами архива — эти данные могут появиться в процессе взаимодействия с системой. Указанному требованию наилучшим образом отвечает списочная структура, автоматически генерируемая системой в процессе создания магнитофильма и отражающая как иерархию связей между отдельными его компонентами в архиве, так и сценарный замысел пользователя. Взятая за основу структура данных дает пользователю возможность оперировать пятью типами данных: серией, сценой, подсценой, кадром и файлом.

С е р и я — это часть архива, содержащая одну или более сцен; с ц е н а — часть архива, состоящая из последовательности кадров и/или ранее созданных сцен, являющихся ее п о д с ц е н а м и; к а д р — совокупность одного и более файлов; наконец, ф а й л — это массив приказов и данных, предназначенный для отработки дисплеем или графопостроителем и представляющий в закодированном виде графическое изображение.

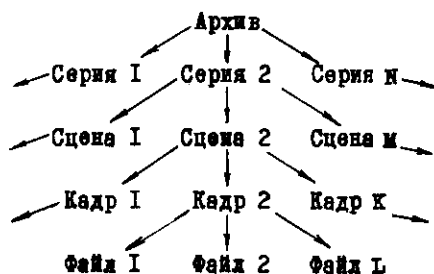


Рис. 1

Файл данных генерируется программой пользователя с помощью диалогового графического пакета программы ДИГФОР. Компоненты архива идентифицируются с помощью имен серий, сцен и порядковых номеров кадров и файлов, определяемых самим пользователем.

С точки зрения пользователя, архив представляет собой фильмотеку, являющуюся собранием многосерийных фильмов — серий. Отдельная сцена серии играет роль законченного фильма либо его части. Таким образом, архив является иерархической структурой, допускающей графическое представление, подобное изображенному на рис.1.

2. Списочная структура данных. В процессе создания архива система генерирует списочную структуру, фик-

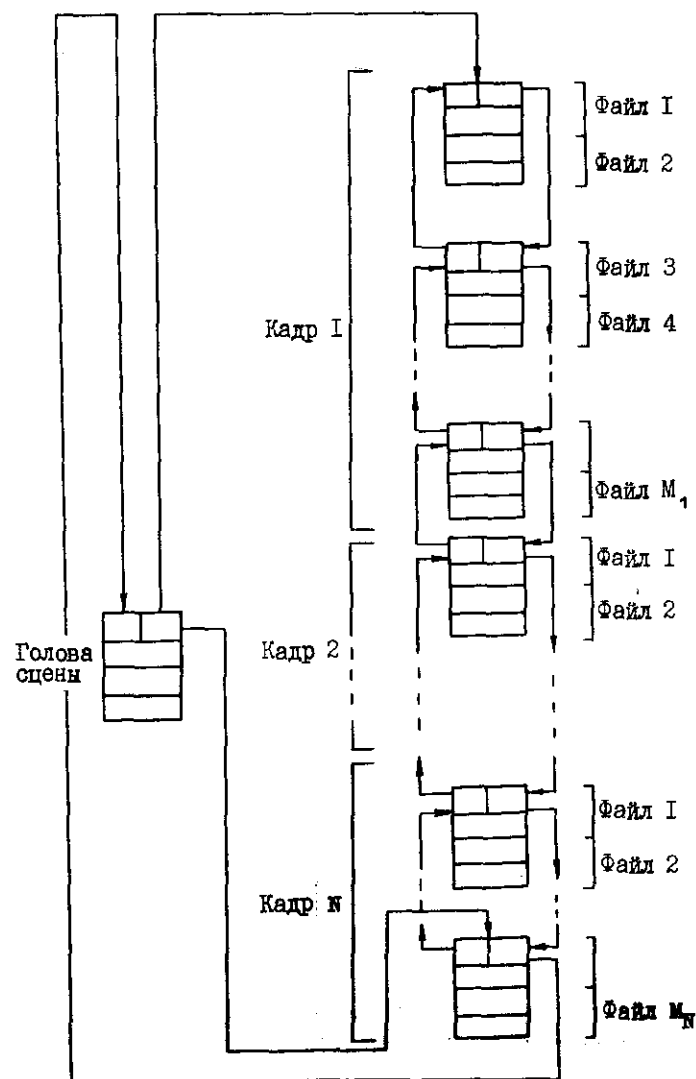


Рис. 2. Списочная структура сцены, состоящей из N кадров.

сирующую иерархию взаимосвязей между отдельными компонентами архива. Основным информационным модулем структуры является четверка машинных слов ЭВМ БЭСМ-6, составляющих элемент структуры. Информация о каждой паре файлов данных, включающая параметры расположения в архиве, занимает один элемент. Один или несколько таких элементов, связанных двунаправленными указателями связи, соответствуют одному кадру фильма. Множество таких цепочек, объединенных указателями связи в симметричный список, соответствуют сцене. Этот список может содержать ссылки на различные сцены, являющиеся подсценами данной сцены. Изображенная на рис.2 списочная структура представляет собой пример, соответствующий некоторой гипотетической сцене архива, содержащей N кадров.

Сцены, принадлежащие одной серии, объединяются с помощью односторонних указателей в список сцен данной серии (рис.3).

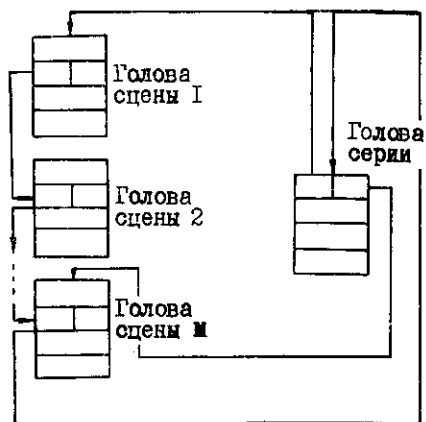


Рис. 3

Серия квантуется на части длиной 2^{10} машинных слов ЭВМ БЭСМ-6, связанные в список данной серии посредством двунаправленных указателей связи. Каждый квант хранится в своей зоне архива, располагающегося на внешнем запоминающем устройстве типа МЛ или МД. В тех случаях, когда ресурсы памяти для генерации элементов списочной структуры в некоторой серии архива оказываются исчерпанными,

система автоматически создает новый квант архива и включает его в список соответствующей серии. Иногда в этом случае может понадобиться новый накопитель во внешней памяти, о чем система информирует пользователя. В результате произойдет распространение архива с одного накопителя информации во внешней памяти на другой.

3. Трассировка списочной структуры. Доступ к той или иной компоненте архива обеспечивается трассировкой списочной структуры, в ходе которой происходит поиск нужной компоненты.

Для трассировки в ОЗУ БЭСМ-6 выделен буфер объемом в несколько листов. Буфер предназначен для сохранения кванта списочной структуры на время его трассировки. Если очередной квант списочной структуры, подлежащей трассировке, находится на внешнем запоминающем устройстве, он вовлекается в процесс обмена, в ходе которого происходит его перекачка в буфер ОЗУ на свободный участок либо взамен некоторого произвольным образом выбираемого кванта списочной структуры, возвращаемого при этом на свое место в архиве. Для ускорения обмена предусмотрена возможность создания временного архива на МБ, включающего в себя все компоненты некоторой определенной пользователем серии. В заключение работы с данной серией содержимое временного архива переносится на свое законное место в постоянном архиве пользователя.

4. Файлы данных являются теми элементами информации, из которых строится графическое изображение в кадре. Файл данных, полученный с помощью системы ДИГФОР, может быть двух типов:

- в виде массива приказов и данных дисплея ЕС-7064, позволяющих в процессе отработки их дисплеем создать графическое изображение из линий, точек и текстовых символов;
- в виде массива (модуля загрузки), содержащего в закодированном виде информацию о точках, линиях и текстовых символах, образующих графический образ, соответствующий данному файлу. Эта информация может быть декодирована и по желанию пользователя преобразована в массив приказов и данных либо дисплея ЕС-7064, либо графопостроителя ЕС-7052.

В соответствии с этим в дальнейшем различаются файлы данных дисплейного и общего типов. Каждый файл данных, подлежащий хранению в архиве, фиксируется на внешнем запоминающем устройстве, предназначенном для хранения данных, начиная с очередной свободной для размещения ячейки памяти. Если участок свободной памяти недостаточно велик для фиксации всего файла данных, система требует от пользователя задания нового внешнего запоминающего устройства. Информация о параметрах запоминающего устройства и участка памяти, на котором оказался файл данных, фиксируется в соответствующей компоненте структуры данных.

§3. Организация интерфейса с пользователем

1. **Диаграмма состояний.** С точки зрения пользователя, система в любой момент времени находится в одном из известных ему состояний. Каждое состояние характеризуется своим именем, набором возможных актов со стороны пользователя и множеством процедур ответных реакций системы. Акты пользователя могут быть связаны с нажатием функциональной клавиши на клавиатуре дисплея или с указанием световым пером на определенный текст на экране (так называемая "световая кнопка").

Ответная реакция машины на некоторый акт пользователя зависит от результата его интерпретации и сводится к одному из следующих действий: выяснению корректности акта и в случае ошибки выводу диагностического сообщения на экран дисплея; запуску процедуры ответной реакции; индикации "меню" нового состояния; приему и фиксации значений параметров, управляющих работой системы.

Графическое представление функционирования системы в процессе диалога ориентированным графом, вершины которого соответствуют состояниям, а дуги — возможным переходам из одного состояния в другое, приводит к диаграмме состояний системы, представленной на рис. 4. В реализации системы предусмотрено пять состояний,

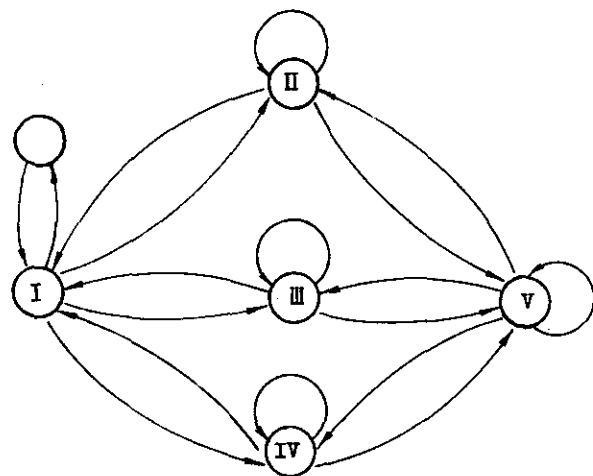


Рис. 4

носящих названия: I — выбор, II — структурирование, III — конструирование, IV — визуализация, V — идентификация.

2. **Функции диаграммы состояний системы.** Система реализует идентифицированную пользователем функцию сопоставлением каждому возможному акту пользователя определенной процедуры ответной реакции системы. Для удобства пользователя функции, которые несут более или менее сходную смысловую нагрузку, объединены в группы, связанные с определенными состояниями.

В состоянии ВЫБОР реализуются функции, позволяющие пользователю перейти в любое из оставшихся состояний, вернуться в его собственную программу либо закончить сеанс работы за дисплеем.

Доступные пользователю акты могут быть активизированы световым пером дисплея, с помощью которого пользователь идентифицирует световую кнопку, связанную с интересующим его вариантом перехода.

В состоянии СТРУКТУРИРОВАНИЕ реализуются функции, позволяющие пользователю манипулировать с различными компонентами архива, создавая при этом новые и редактируя старые компоненты. Все многообразие функций этого состояния отражено в "световом меню". Среди множества световых кнопок этого "меню" наибольший интерес представляют следующие:

1. По кнопке "Создать файл" производится запись заданного пользователем файла данных в архив и фиксация его параметров в структуре данных архива в качестве очередного файла кадра в заданной сцене.

2. По кнопке "Включить кадр" в структуре данных, соответствующей заданной пользователем сцене, создается элемент, соответствующий новому кадру с заданным порядковым номером в заданной сцене. В этом элементе фиксируются параметры файлов данных, составляющих указанный пользователем кадр некоторой другой сцены, также предварительно заданной пользователем. В результате этих операций кадр одной сцены становится в то же время кадром другой сцены.

3. По кнопке "Включить подсцену" в структуре данных, соответствующей указанной пользователем сцене, вслед за заданным кадром создается элемент, в котором фиксируется ссылка на некоторую предварительно указанную сцену, которая становится подсценой первой сцены. В результате в процесс показа первой сцены, начиная с определенного момента, будут вовлечены кадры второй сцены.

4. По кнопке "Композиция сцен" в ходе просмотра модифицированный первый кадр подсцены будет автоматически "склеиваться"

с последним предшествующим кадром сцены. Использование этой кнопки открывает по меньшей мере две возможности перед пользователем. Во-первых, все N кадров сцены, начиная с заданного, можно снабдить одним и тем же титром, если предварительно создать сцену, которая содержит один кадр, воспроизводящий желаемый титр, и включить ее с помощью рассматриваемой кнопки в состав первой сцены N раз в качестве подсцены. Во-вторых, все кадры сцены можно снабдить фоновым изображением, если создать композицию из данной сцены и некоторой другой, содержащей один кадр, воспроизводящий желаемый фон.

5. По кнопке "Разбиение сцены" все кадры указанной пользователем сцены, начиная с заданного кадра, удаляются из нее и становятся принадлежностью новой сцены. Для этого в структуре данных, соответствующей указанной сцене, ссылки, ведущие на первый и последний кадры удаляемой цепочки, модифицируются таким образом, чтобы последним кадром сцены стал кадр, предшествующий удаленной цепочке. В структуре данных создается элемент, соответствующий "голове" новой сцены, из которой восстанавливаются ссылки на полученную цепочку кадров.

6. По кнопке "Склейка сцен" производится склейка двух сцен по кадрам. В каждый кадр новой сцены включаются ссылки на файлы данных, образующих определенную пару кадров исходных сцен. В этот процесс вовлекаются и те кадры, которые входят в подсцены рассматриваемых сцен.

7. По кнопке "Замена файла" производится замена содержимого заданного файла в заданном пользователем кадре на содержимое нового файла, созданного пользователем. При этом если объем нового файла данных не превышает объема заменяемого, он фиксируется на том же участке памяти архива, в противном случае этот файл данных размещается на новом свободном участке памяти.

8. По кнопке "Уничтожение кадра" из структуры данных, соответствующей заданной сцене, удаляются ссылки на первый и последний файлы данных в цепочке файлов, образующих указанный пользователем кадр. Удаленные ссылки заменяются новыми связями, позволяющими объединить две получившиеся при этом цепочки кадров.

9. По кнопке "Линеаризация" по заданной сцене создается новая. В процессе ее формирования происходит следующее. Во-первых, файлы данных, соответствующие очередному кадру исходной сцены, сливаются в один файл, который образует кадр новой сцены, эквива-

лентный по своему графическому содержанию исходному кадру. Во-вторых, каждая ссылка на некоторую подсцену в исходной сцене заменяется на цепочку однофайловых кадров, эквивалентных по своему графическому содержанию кадрам этой подсцены. Наконец, все файлы данных новой сцены фиксируются в архиве таким образом, что образуют непрерывную и упорядоченную последовательность записей. Результатом этих манипуляций может явиться существенное снижение временных издержек, связанных с трассировкой структуры данных, логически расположенной в архиве, в частности возрастание скорости просмотра линеаризованной сцены.

В состоянии КОНСТРУИРОВАНИЕ реализуются функции, позволяющие пользователю непосредственно на экране дисплея сконструировать файл данных дисплейного типа из текстовых символов, например, титры. В процессе создания файла данных пользователь получает в свое распоряжение алфавитно-цифровую и функциональную клавиатуру дисплея, а также джойстик. С их помощью он, управляя работой системы, способен определить начало титра в координатной системе экрана, вывести на экран дисплея последовательность алфавитно-цифровых символов, начиная с указанной точки, зафиксировать созданную последовательность в качестве дисплейного файла данных, который далее, по его желанию, может быть зафиксирован в архиве.

В состоянии ВИЗУАЛИЗАЦИЯ пользователь получает возможность просмотреть накопленный видеоматериал на экране дисплея. Интерфейс пользователя с системой строится на базе световых и функциональных кнопок. С помощью этих средств реализуются режимы просмотра и некоторые сервисные возможности.

1. Кнопка "Режим видеоматнитофона" устанавливает максимально достижимую системой скорость просмотра заданного видеоматериала.

2. Кнопка "Просмотр по кадрам" устанавливает поккадровый режим просмотра заданной компоненты архива.

3. Кнопка "Просмотр по файлам" устанавливает режим просмотра файл за файлом. В двух последних случаях скорость просмотра, т.е. длительность отображения кадра или файла, может устанавливаться пользователем и варьироваться с точностью до секунды.

Пользователь может просмотреть любую компоненту своего архива, начиная со сцены и кончая файлом данных. Идентификация той или иной компоненты архива производится с помощью кнопок "Просмотр сцены", "Просмотр подсцены", "Просмотр кадра", "Просмотр файла". В том случае, когда просматриваемая компонента содержит файлы дан -

ных общего типа, они в процессе показа автоматически приводятся к дисплейному типу. Процесс просмотра может быть прерван самим пользователем по трем причинам. Во-первых, для того чтобы наблюдать интересующую его компоненту фильма в течение более продолжительного отрезка времени. Во-вторых, чтобы получить возможность смены режима просмотра. Здесь возможности выбора становятся богаче за счет дополнительных кнопок, реализующих новые режимы просмотра: "Просмотр на кадр или файл вперед/назад", "Просмотр назад". Функции этих новых кнопок очевидны. Наконец, в-третьих, процесс просмотра может быть прерван для выяснения параметров просматриваемой компоненты архива: номера файла, номера кадра, имени подсцены и имени сцены. Значения этих параметров автоматически отображаются системой на экране дисплея. Просмотр может быть продолжен в установленном режиме, начиная с прерванного места.

В состоянии ИДЕНТИФИКАЦИИ пользователь с помощью светового пера и алфавитно-цифровой клавиатуры определяет значения параметров, управляющих работой системы. К ним относятся имена компоненты архива - серии, сцены или подсцены, номера кадра и файла, которые должны быть вовлечены в тот или иной процесс обработки; параметры запоминающих устройств - номер, объем памяти, назначение; константа длительности отображения, используемая в процессе просмотра и т.д.

При обнаружении системой некорректности значений параметров, заданных пользователем, отсутствия указанной компоненты в архиве, невозможности выполнения задания и т.п. система генерирует соответствующее диагностическое сообщение, которое воспроизводится на экране дисплея. Пользователь ставится в известность и в случае успешного завершения системой его задания.

Для предохранения архива от последствий грубых ошибок и недобросовестных актов пользователя система, получив очередное задание, во-первых, предлагает пользователю немедленно просмотреть текущие значения параметров, во-вторых, просит либо подтверждения, либо отказа от намерений, выраженных последним актом, и только получив подтверждение, приступает к выполнению задания. Работу пользователя с архивом облегчают сервисные возможности, к которым относятся просмотр на экране дисплея каталога имен сцен, входящих в заданную серию, и вывод информации о структуре заданной сцены, включая количество кадров, имена подсцен и параметры их включения в данную сцену.

ЗАМЕЧАНИЕ. Наряду с пользователями, производящими монтаж магнитофильма в интерактивном режиме, система может быть использована так называемым пользователем "на перфокартах". Такого рода пользователь пишет свою программу, в которой организует обращения к процедурам из библиотеки системы. Естественно, что в пакетном режиме работы пользователю становятся недоступны возможности просмотра видеоматериала на экране дисплея. В этих случаях функции дисплея берет на себя графопостроитель.

§ 4. Реализация системы

Конфигурация оборудования. В состав системы входят ЭВМ БЭСМ-6, графический дисплей ЕС-7064, в котором изображение создается множеством точек, векторов и символов, адресуемых своими двумерными координатами, и, наконец, рулонный графопостроитель ЕС-7062. Интерфейс дисплея с ЭВМ обеспечивает специально сконструированный мультиплексорный канал. Дисплей снабжен световым пером и клавиатурой, поддерживающими обратную связь пользователя с системой. Интерфейс графопостроителя с ЭВМ базируется на перфоленточном канале. Графопостроитель функционирует в режиме on-line.

Для нормальной работы система нуждается в памяти на МБ в количестве, не превышающем 50 трактов, и не менее чем в двух-трех магнитофонах, играющих роль накопителей во внешней памяти, на одном из которых располагается сама система, а на других генерируется архив пользователя. Память на МД может быть заменена на дисковую память.

Программное обеспечение. Функционирование системы на ЭВМ БЭСМ-6 в составе перечисленного выше оборудования обеспечивает операционная система ОС ИПМ и мониторная система ДУБНА, входящая в серийное обеспечение ЭВМ БЭСМ-6.

Программное обеспечение системы делится на два уровня. Верхний уровень образован машинно-независимой совокупностью процедур, запрограммированных на языке ФОРТРАН. Второй, нижний уровень, образован так называемыми "процедурами-примитивами", написанными на автокодах МАДЛЕН и БЕММ, способными оперировать с частями машинного слова, а также обрабатывать прерывания от светового пера и функциональной клавиатуры, вводить текстовую информацию с клавиатуры дисплея, производить обмен с накопителями во внешней памяти с дисплеем и графопостроителем.

Составными частями системы являются пакеты подпрограмм ГРАФОР [2] и ДИГФОР [3], образующих нижний уровень обеспечения графических устройств.

Общий объем всей библиотеки оттранслированных и подготовленных к загрузке процедур системы составляет около 50К слов БЭСМ-6. Сравнительно большой объем программного обеспечения системы диктует необходимость сегментации задачи с использованием дубненского механизма динамической загрузки подпрограмм в память ЭВМ. Обмен информацией между подпрограммами из различных сегментов, а также внутри одного и того же загруженного сегмента осуществляется с помощью COMMON - блока либо через фактические параметры.

Л и т е р а т у р а

1. ЛАЗУТИН Ю.М. Монтаж машинных фильмов с помощью дисплея и светового пера. Препринт ИИМ, № 65, 1972.
2. БАЯКОВСКИЙ Ю.М., МИХАЙЛОВА Т.Н., МИШАКОВА С.Т. Графор: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. I. Препринт ИИМ, 1972.
3. ЕРОФЕЕВ А.В., КАТКОВ В.Л., МАКАРОВ К.М., МАТЕРУК А.Ю., СТЕПАНОВ В.П. ДИГФОР - пакет программ на ФОРТРАНе для работы с графическим дисплеем ЕС-7064. Настоящий сборник, с. 57-76.

Поступила в ред.-изд.отд.
4 июля 1977 года