

жения, счете характеристик, отображении результатов, редактировании изображения и т. д.

Следует отметить, что рассматриваемые проблемно-ориентированные системы служат не только иллюстрацией развиваемого нами подхода к построению программного обеспечения машинной графики, но и представляют самостоятельный интерес при решении определенных классов задач.

Заключение. Описанное выше графическое программное обеспечение работает на ЭВМ БЭСМ-6 и, помимо своей основной роли — служить макетом программного обеспечения МВК «Эльбрус», используется для решения конкретных задач. Работоспособность инструментального комплекса подтверждает эффективность предлагаемого подхода к разработке графического программного обеспечения.

Перенесение созданных систем машинной графики на МВК «Эльбрус» возможно двумя способами: либо через спецпроцессор, воспроизводящий систему команд ЭВМ БЭСМ-6, либо путем полного перепрограммирования нижних уровней под аппаратуру МВК. Переделки верхних уровней будут, по-видимому, небольшими. Хотя первый путь (через спецпроцессор) в принципе возможен, предпочтительным следует считать второй: во-первых, перепрограммирование нижних уровней позволит устранить некоторые недочеты, обнаруживающиеся при эксплуатации комплекса, во-вторых, и это главное, можно будет существенно повысить эффективность программ нижнего уровня за счет приближения его к аппаратуре и использования автокода «Эльбрус».

ЛИТЕРАТУРА

1. Многопроцессорный вычислительный комплекс «Эльбрус-1». (Проспект.) М., изд. ИТМ и ВТ АН СССР, 1977.
2. Катков В. Л. Программное обеспечение машинной графики для решения научно-технических задач. — В кн.: Вычислительные системы. Вып. 71. Программное обеспечение машинной графики для решения научно-технических задач. Новосибирск, изд. ИМ СО АН СССР, 1977, с. 3—13.
3. Гололобов В. И., Чеблаков Б. Г., Чинин Г. Д. Машинно-ориентированный язык высокого уровня для ЭВМ БЭСМ-6. — В кн.: Развитие программного обеспечения БЭСМ-6. М., изд. ВЦ АН СССР, 1975, с. 50—51.
4. Вычислительные системы. Вып. 71. Программное обеспечение машинной графики для решения научно-технических задач. Новосибирск, изд. ИМ СО АН СССР, 1977.

Поступила в редакцию 21 февраля 1978 г.

УДК 518.74

В. И. ДВОРЖЕЦ

(Новосибирск)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СИГАМ

Введение. Все более широкое распространение получают устройства графического вывода. Созданы также различные системы программного обеспечения этих устройств. В частности, большое распространение получили универсальные графические системы СМОГ (разработка ВЦ СО АН СССР) и ГРАФОР (ИПМ АН СССР) [1—3].

Система СМОГ характеризуется простотой пользования, многоканальностью, совместимостью версий для различных ЭВМ (БЭСМ-6, ЕС и ЭВМ класса М-20) и систем программирования (АЛГОЛ, ФОРТРАН, АЛЬФА и т. д.).

Система ГРАФОР обладает широким набором функций и ориентирована на ФОРТРАН. Эта система реализована в системах программирования для ФОРТРАНа на ЭВМ БЭСМ-6 и ЭВМ класса М-20.

Обе системы предназначены для построения плоских рисунков. В них практически отсутствуют архивные и диалоговые средства, средства обработки рисунков и работы с трехмерными объектами. Однако развитие диалоговых графических устройств ставит перед нами именно задачу развития перечисленных средств.

Новая универсальная модульная графическая система СИГАМ, разрабатываемая в лаборатории машинной графики ВЦ СО АН СССР, предоставит пользователю диалоговые, архивные средства и средства обработки объектов. Сохранятся, естественно, средства построения рисунков (в систему СИГАМ включается большая часть СМОГ).

Система СИГАМ может быть использована в задачах проектирования, конструирования, в научных исследованиях и т. д.

Система состоит из набора специальных комплектов, базового монитора и набора базовых комплектов. Любой комплект ориентирован на решение специальной или базовой задачи и состоит из модулей. Каждый модуль реализует одну или несколько базовых либо специальных функций.

При генерации версии системы задается необходимый набор базовых и специальных комплектов. Пользователь может вызвать и использовать отдельно любую часть (некоторый набор комплектов + базовый монитор) сгенерированной версии. Базовый монитор управляет размещением в оперативной памяти модулей заказанных базовых комплектов. Размещением специальных комплектов занимается используемая система программирования либо сам пользователь.

Система СИГАМ не ориентируется на конкретную ЭВМ или систему программирования и так же, как и СМОГ, будет обладать свойством многоканальности, т. е. будет допускать в одной задаче использование нескольких разнотипных графических устройств. В настоящее время СИГАМ реализуется на ЭВМ БЭСМ-6 ВЦ СО АН СССР.

Состав системы. Разработка и реализация системы ведется поэтапно. В настоящее время реализуется первая очередь системы, состоящая из базового монитора, шести специальных, пяти базовых комплектов и набора вспомогательных программ, включающих генератор системы и тестовые задачи.

Общая структура первой очереди системы показана на рис. 1.

Специальные комплекты (кроме заново написанного лифтового комплекта) с небольшими доработками взяты из второго уровня СМОГ (см. [4]).

Базовые комплекты реализуют основные («базовые») возможности системы. Модули базовых комплектов написаны на автокоде и оттранслированы в машинные команды в виде перемещаемых блоков, длина которых кратна сектору (256 ячеек). Базовый монитор также написан на автокоде, оттранслирован и оформлен в виде СП (по правилам библиотеки СП БЭСМ-6).

Связь программ пользователя и специальных программ системы, написанных на языке программирования типа АЛГОЛ или ФОРТРАН (или другом языке), с базовой частью системы осуществляется с помощью «лифтового» комплекта процедур. Такой комплект процедур (подпрограмм) может быть выполнен в любой системе программирования, содержащей встроенный автокод (или допускающей работу в машинных кодах).

Лифтовые процедуры передают параметры в базовую часть системы, для размещения которой используется специально выделенная область оперативной памяти. Эта область может размещаться в собственном или глобально описанном массиве либо выделяться из общей па-

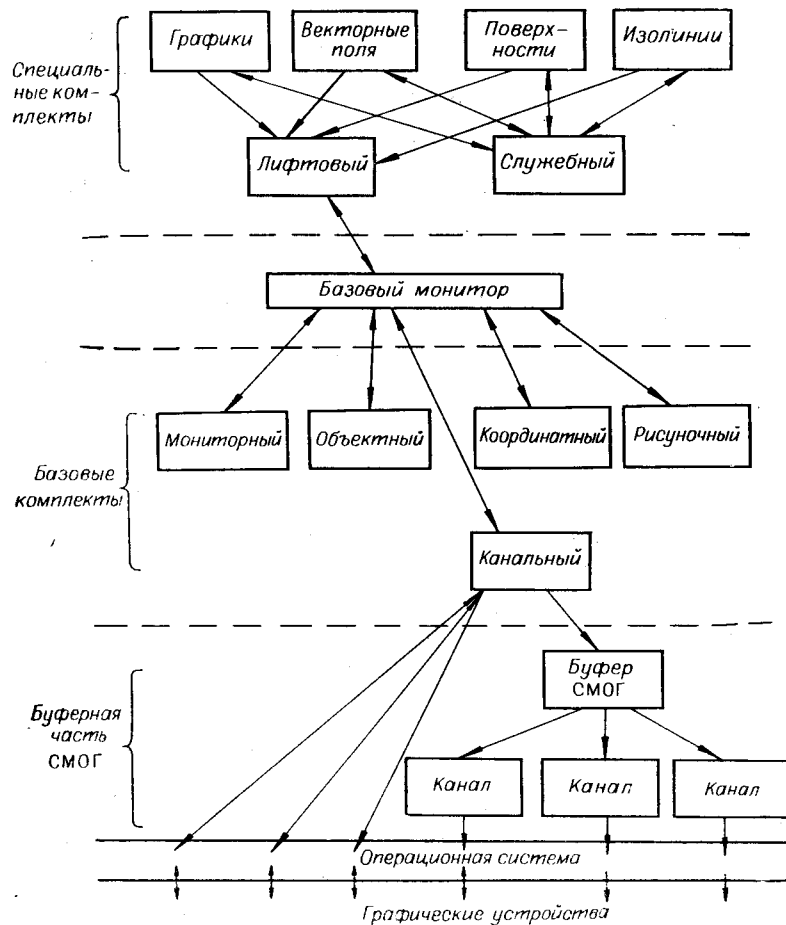


Рис. 1. Общая структура системы СИГАМ.

мяти, используемой данной системой программирования, каким-нибудь другим способом.

Связь базовой части системы с ОС (и далее с графическими устройствами) осуществляется двумя способами. Во-первых, сохраняется возможность использования буфера и канальных программ системы СМОГ. При этом обеспечиваются все возможности работы с устройствами графического отображения, реализованные в системе СМОГ [3, 4] и в ее расширениях. Во-вторых, предусматривается реализация собственных канальных модулей в рамках канального комплекта (рис. 2).

Графические объекты. Определение: графическим объектом называется объект, построенный по правилам системы СИГАМ и хранящийся в оперативном (ОГА) или внешнем (ВГА) графическом архиве.

Графические объекты строятся из простых графических объектов. Например, точка определяется как совокупность двух или трех чисел (координат), ребро — как совокупность двух точек, ломаная — как набор ребер и т. д. Приведем основные типы стандартных (простых) графических объектов: точка, ребро, ломаная, грань (часть плоскости, ограниченная плоской замкнутой ломаной), поверхность (набор граней), тело (часть пространства, ограниченная замкнутой поверхностью).

Общий тип графического объекта — структура, которую можно образовать путем объединения, пересечения (или другим образом) стандартных графических объектов.

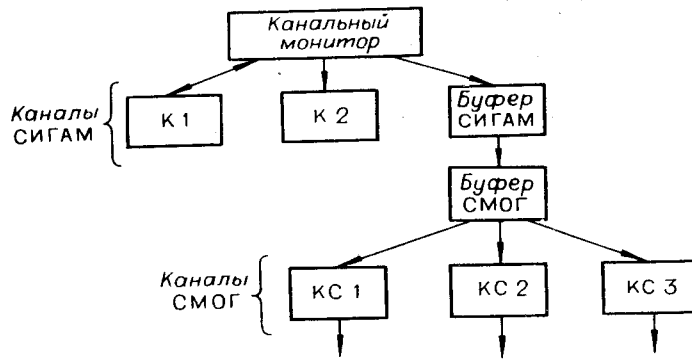
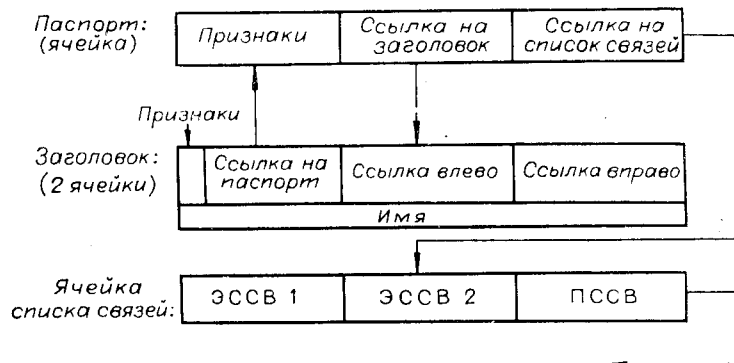


Рис. 2. Структура канального комплекта.



ЭССВ1, ЭССВ2 имеют вид:



Тип=0 — ссылка вверх

Тип=1 — ссылка вниз

Адрес — адрес паспорта объекта, на который указывает ссылка. Если нуль, то пустая ссылка

ПССВ — адрес следующей ячейки списка связей. Если нуль, то последняя ячейка списка

Рис. 3. Структура объекта в ОГА.

Графические объекты (графобы) связаны между собой в архиве системой иерархических ссылок. Кроме того, некоторые (или все) графобы могут быть снабжены именем.

Например, при построении куба нужно сначала задать восемь точек, затем на их базе 12 ребер, затем 6 граней и, наконец, сам куб (тело). При этом, возможно, только точки и сам куб будут иметь имена. Для выполнения большинства операций системы СИГАМ графоб должен быть именован, однако это не обязательно для его составляющих.

Рисунки и символы. Графоб — это один из наиболее общих типов объектов, необходимых в машинной графике. В системе СИГАМ применяются также другие, более специальные типы объектов — рисунки и символы.

Объект-рисунок или просто рисунок имеет представление, удобное прежде всего для вывода. Рисунок строится как последовательность

отрезков (приращений). Для построения рисунков в системе имеются специальные процедуры, аналогичные имеющимся в системах СМОГ и ГРАФОР. Рисунки могут храниться в тех же оперативных и внешних графических архивах, что и графобы. Кроме того, рисунок может сразу же выводиться (в процессе построения) на графическое устройство без записи в архив. Возможны также записи без вывода и с выводом.

Рисунок можно получать и путем специальных преобразований графических объектов, например, проектированием с преобразованием в рисунок.

Символы — это стандартные (наиболее часто используемые) рисунки. Они отличаются от последних способом кодирования, способами употребления, а также тем, что хранятся в специальных библиотеках символов. Символ можно создать только путем выполнения преобразования рисунок → символ.

Архивы. В системе СИГАМ имеются следующие типы архивов:

- 1) оперативный графический архив (ОГА);
- 2) внешний графический архив (ВГА);
- 3) библиотека символов (БС).

Архив первого типа (ОГА) создается по запросу программы пользователя, существует в единственном экземпляре и лишь до конца работы с системой либо до указания о закрытии ОГА.

ВГА предназначен для длительного (на МЛ или МД) либо временного (МБ, МД) хранения графобов и рисунков. В одной программе можно работать с несколькими ВГА.

В библиотеках символов в плотно упакованном виде хранятся стандартные рисунки (символы). Библиотеки символов постоянно находятся на МЛ или МД и перед использованием вызываются на МБ. В одной программе можно использовать несколько БС, однако в каждый момент времени в активном состоянии может находиться только одна БС. Каталог активной БС хранится в оперативной памяти.

Архивы СИГАМ отличаются также по структуре. Архив ОГА не имеет каталога. Поиск по имени объекта осуществляется по специальным именованным ссылкам, образующим двоичное дерево имен. В ОГА есть также список свободной памяти. Каждый объект в ОГА имеет паспорт (ячейка в БЭСМ-6), который связан системой ссылок с остальными элементами объекта (рис. 3). Таковыми могут являться имя с именованными ссылками и список связей (иерархический список).

Если объект имеет тип «точка» или это рисунок самого нижнего уровня, то ссылка вниз указывает соответственно на блок из трех ячеек (координат) либо на код рисунка (также блок из нескольких ячеек). В остальных случаях это ссылки на паспорта внешних (ссылка вверх) или внутренних (ссылка вниз) объектов.

Структура ВГА более проста: ВГА имеет каталог, в котором содержатся имена хранимых объектов. Каждый объект хранится компактно (в непрерывном блоке ячеек). Возможен обмен объектов между ОГА и ВГА. Перед записью объекта из ОГА в ВГА производится специальная операция «освобождения» объекта. При этом уничтожаются все «внутренние» имена (имена подобъектов), именные ссылки и все ссылки вверх. Список связей уплотняется. При выполнении обратной операции (считывание из ВГА в ОГА) восстанавливаются только ссылки вверх; заголовки внутренних объектов (имена и именные ссылки) не восстанавливаются. Пользователь может создать их заново (причем не обязательно для всех подобъектов) при помощи специальных операций именования.

Библиотека символов также обладает каталогом. Символы имеют простую структуру: глубина вложенности, рисунок → подрисунок не более двух, т. е. подрисунок должен кодироваться явно, без ссылок на другие подрисунки.

Специальные комплекты. В системе СИГАМ имеются специальные «точки совместимости» с системой СМОГ. Это, например, наиболее часто используемые в СМОГе процедуры ТРА, ПЕРО и ДЕКАР, количество параметров у которых такое же, как и у соответствующих процедур СМОГ. Трактровка этих процедур близка к принятой в СМОГе, что позволяет с минимальными переделками использовать их в системе СИГАМ.

Предполагается включить в СИГАМ все пять комплектов второго уровня СМОГ как спецкомплекты. Кроме того, намечается включение спецкомплекта для выдачи чертежей, нового комплекта вычерчивания изолиний, а также расширение некоторых комплектов.

Графические переменные в стандартных языках программирования. Для удобства обращения к графобам, рисункам, библиотекам символов и другим объектам системы им могут быть присвоены имена.

Возможны различные способы использования графических объектов в языках программирования. Иногда для этого реализуются специальные языки [5], часто применяются различные расширения стандартных языков [6, 7]. При этом обычно вводятся новые типы переменных, новые описатели типов и т. д. Такой подход хотя и удобен для пользователя, но требует построения специальных фортрансляторов (или трансляторов).

Одним из основных принципов системы СИГАМ принят принцип точного следования «букве» стандартного языка, т. е. отказа от расширения синтаксиса. При этом остаются возможности трактовки стандартных типов переменных.

Наиболее удобным для наших целей типом переменной является строка. Однако не во всех стандартных языках (и не во всех реализациях этих языков) имеются удобные средства работы со строками. В таких языках (реализациях) для хранения имен используются целые переменные, строковые значения которым присваиваются специальными кодовыми процедурами. Это возможно в любой реализации, содержащей встроенный автокод либо имеющей возможность использования машинных команд.

Базовый монитор и связь модулей. Для управления базовой частью системы и обмена информацией с лифтовым спецкомплексом в СИГАМ содержится специальный модуль, который называется «базовый монитор» (БМ). Этот модуль представляет собой СП, оформленную по правилам библиотеки СП БЭСМ-6. При первом обращении к БМ указываются начало и длина поля для базовой части системы СИГАМ.

Обращение к любому базовому модулю системы идет через БМ, возврат из модуля — так же. При вызове некоторого модуля БМ прежде всего проверяет, находится ли этот модуль в оперативной памяти. Если да, то управление передается на начало модуля. В противном случае ищется «максимально свободное» место в выделенной для базовой части СИГАМ области оперативной памяти (ОП), находящиеся в этом месте модули записываются на МБ, на их место считывается вызываемый модуль и на него передается управление.

«Максимально свободное» место определяется следующим образом. Пусть $B(N)$ — количество вызовов модуля, часть которого расположена в секторе N ОП, H — начальный, K — конечный секторы блока ОП, выделенного для базовой части системы, а C — количество секторов, необходимых для размещения вызываемого модуля.

Тогда X , на котором достигается минимум

$$\min_{H < X < K - C + 1} F(X) = \sum_{Y=X}^{Y=X+C-1} B(Y), \quad (1)$$

дает номер начального сектора ОП для размещения искомого модуля. Кроме того, учитываются приоритеты убираемых модулей (т. е. формула (1) имеет на самом деле несколько более сложный вид).

Кроме вызова модулей, БМ обеспечивает упрятывание перед обращением и восстановление после обращения содержимого индекс-регистров, для чего используется магазинная память.

В системе практически отсутствуют ограничения на количество модулей. Обращения к БМ из базового и специального комплектов имеют одинаковый вид.

Передача информации между модулями в основном осуществляется через БМ, для чего в нем имеется специальный транзитный массив.

Кроме размещения модулей, БМ также занимается размещением массивов, необходимых для работы модулей.

Генерация системы. СИГАМ имеет развитую систему генерации, которая обеспечивает возможность создания:

- а) версий системы для конкретного ВЦ;
- б) подборок системы для конкретной задачи.

Первая возможность реализуется специальной программой — генератором системы СИГАМ (ГСС). ГСС позволяет создать конкретный набор базовых модулей на системном носителе (МЛ или МД) и проверить его с помощью набора тестов. Специальные комплекты можно размещать как в библиотеках соответствующих трансляторов, так и на этом же носителе.

Вторая возможность реализуется с помощью специальных процедур системы, которые позволяют выделить из заданного при генерации набора базовых модулей необходимую подборку и разместить ее в области внешней памяти, выделенной данной программе (МБ или МД).

Заключение. В настоящее время отлажена система генерации, базовый монитор и некоторые базовые комплекты. Первая очередь системы должна поступить в опытную эксплуатацию в 1978 г. Намечается эксплуатация системы (по крайней мере, на первых порах) совместно со СМОГОм. Наличие точек совместимости и общих спецкомплектов облегчает изучение системы СИГАМ (и перевод на нее программ) пользователям, работающим в настоящее время с системой СМОГ. Что касается эксплуатационных показателей, то наличие развитой системы генерации и модульная структура позволят уменьшить занимаемую оперативную и внешнюю память по сравнению со СМОГОм (при генерации версии, равной по возможностям).

Впоследствии намечается дальнейшее расширение системы, подключение новых спецкомплектов и базовых комплектов, рассчитанных на диалог. Принятая структура данных обеспечивает такое расширение (она ориентирована в первую очередь на диалоговые задачи).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Машинная графика и ее применение.** (Сб. научн. трудов.) Под ред. Кузнецова Ю. А. Новосибирск, изд. ВЦ СО АН СССР, 1973.
2. **Машинная графика и ее применение.** Вып. 2. (Сб. научн. трудов.) Под ред. Кузнецова Ю. А. Новосибирск, изд. ВЦ СО АН СССР, 1974.
3. **Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, I уровень.** (Инструкция по программированию.) Под ред. Кузнецова Ю. А. Новосибирск, изд. ВЦ СО АН СССР, 1976.
4. **Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, II уровень.** (Инструкция по программированию.) Под ред. Кузнецова Ю. А. Новосибирск, изд. ВЦ СО АН СССР, 1976.
5. **Roberts L. G.** Graphical communication and control languages.—“2-nd Congr. Inform. Syst. Sci. 1964”. Washington, Spartan Books, 1965, p. 211—217.
6. **Баяковский Ю. М., Михайлова Т. Н., Мишакова С. Т.** ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. 1. Основные элементы и графики.—Препринт № 41. М., изд. ИПМ АН СССР, 1972.

7. Boullier P., Gros J., Jancene P., Lemaiare A., Pryske F., Saltel E., Metavisu. A general purpose graphic system.— In: Graphic Languages. Amsterdam—London, 1972, p. 244—267.

Поступила в редакцию 21 февраля 1978 г.

УДК 518.74

В. А. ДЕБЕЛОВ, А. М. МАЦОКИН
(Новосибирск)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА МИКРОФИЛЬМИРОВАНИЯ «КАРАТ»

В данной работе описывается разработанное в Вычислительном центре СО АН СССР программное обеспечение устройства микрофильмирования (УМКФ) «Карат» [1], сопряженного с ЭВМ БЭСМ-6. Это обеспечение построено как дополнительная часть к системе математического обеспечения графических устройств (СМОГ) ВЦ СО АН СССР [2] и позволяет использовать для вывода информации на микрофильм все средства СМОГ.

Учет специфики УМКФ «Карат» программным обеспечением заключается, прежде всего, в необходимости создания средств задания яркости, диаметра и времени экспозиции светового пятна, смены кадра, режима использования видеоконтрольного устройства и процедур вывода алфавитно-цифровой информации, использующих встроенный в УМКФ «Карат» генератор символов. Сразу отметим, что алфавитно-цифровую информацию можно выводить и средствами СМОГ и получать художественно оформленные надписи.

Вторая характерная черта программного обеспечения — учет специфики вывода фильмовой информации. В этом случае с нашей точки зрения, прежде всего, необходимо иметь средства дублирования (повторения), фрагментирования информации, включаемой в кадр, компоновки кадров из фрагментов. Для этих целей в программном обеспечении имеется возможность создания архивов фрагментов и кадров во внешней памяти ЭВМ, информация которых сформирована непосредственно в командах УМКФ.

Для реализации описанных выше средств были разработаны три группы процедур [3] дополнительно к тем, которые имелись в СМОГ.

УМКФ «Карат» во многом похож на фотопостроитель «Venson-320», что позволило многие термины СМОГ интерпретировать для «Карата» таким же образом, как и для фотопостроителя (ФП), — это РАБОЧЕЕ ПОЛЕ, ШАГ, ИНСТРУМЕНТ (время экспозиции) и т. д. «Карат» обслуживается системой СМОГ по КАНАЛУ-3. Все ограничения по использованию системы СМОГ, а также возможности, описанные в работе [2], справедливы и для этого канала. Для задания ОБЛАСТИ РИСОВАНИЯ служит процедура ЛИСТ, но в этом случае ОБЛАСТЬ будет прижата к левому нижнему углу кадра. Вводится дополнительная процедура с шестью параметрами НЛИСТ (ДХ, ДУ, РХ, РУ, РАМКА, ИМИТАТОР), последние четыре параметра которой совпадают с параметрами ЛИСТА, а первые два указывают необходимый сдвиг ОБЛАСТИ РИСОВАНИЯ относительно левого нижнего угла кадра киноплёнки.

Задание характеристик светового пятна осуществляется следующими процедурами: