

ГЛАВА 1



Стандарты в области компьютерной графики

1.1. Графические системы

Формирование графических данных, их поиск, хранение, обработку и отображение выполняют специализированные программные и аппаратные средства, входящие в любую современную информационную систему и составляющие ее *графическую подсистему*. Поскольку в дальнейшем в рамках данного курса мы будем рассматривать только эту подсистему, то для краткости будем называть ее **графической системой**.

Любая графическая система содержит в своем составе ряд компонентов, которые можно отнести к **двум уровням** (рис.1.1):

- базовая графическая система;
- прикладная графическая система.

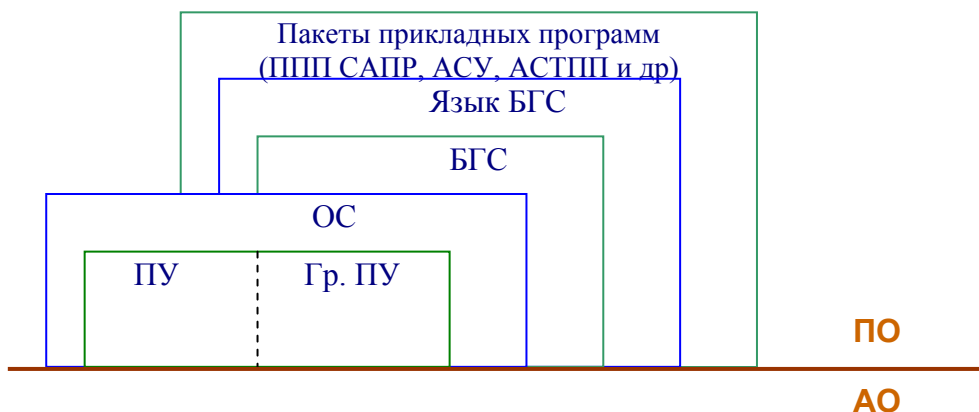


Рис.1.1. Связь графической системы с остальными элементами графической станции (ГрПУ/ПУ графические периферийные устройства)

Базовая графическая система (БГС) представляет собой интерфейс между аппаратными средствами и прикладными программами. Кроме того, она может взаимодействовать с операционной системой, обеспечивая все услуги (сервис) предоставляемые последней. Наличие единого стандарта на БГС позволяет говорить о переносимости (мобильности) графического ядра и всего программного обеспечения в целом. Существуют *международные стандарты* на программные средства и форматы данных, соблюдение которых обеспечивает мобильность программного обеспечения. Наиболее известные из них:

- *GKS* - стандарт на ядро графических систем, обеспечивающее базовые функции;
- *PHIGS* – стандарт на иерархический интерфейс программиста;
- *POSIX* – стандарт на мобильные операционные системы;
- *IGES* – стандарт на форматы обмена данными в САПР¹;

¹ САПР – системы автоматизированного проектирования.

БГС



Дополнительные материалы

Стандарты, обеспечивающие интерфейсы пользователей с операционной средой

§4.2 из книги Липаева В.В. и Филинова Е.Н. “Мобильность программ и данных в открытых информационных системах” - М.: Научная книга, 1997. 368 с.

ПГС

- *EDIF* – стандарт на форматы обмена данными (для обмена между различными программными системами);
- *EXPRESS* - стандарт на описание объектов систем автоматизации;
- *STEP*- стандарт на форматы внутренних данных.

Прикладные графические системы (ПГС) предназначены для решения частных задач в конкретных областях применения. Примерами ПГС являются графические "ядра" различных программных систем. Например, ядра *Parasolid* фирмы *Unigraphics Solutions* и *ACIS* фирмы *Spatial Technology*, используются при построении графических подсистем современных систем автоматизированного проектирования, ядра трассировки лучей применяются в системах трехмерного моделирования для получения реалистичных изображений. Ядра фрактальных генераторов помогают строить природные объекты в генераторах ландшафтов и в геоинформационных системах. Широко известны графические ядра ("движки"), используемые в игровых программах.

Обязательной составной частью ПГС является система геометрического моделирования, обеспечивающая процессы формирования, хранения и изменения геометрических объектов² (ГО) в пространстве.

К **основным функциям** графических систем относят:

- вывод графических данных;
- ввод графических данных;
- обработка запросов пользователей;
- преобразование графических данных;
- поиск и хранение графических данных.

Функции БГС могут быть реализованы как программным, так и аппаратным путем. Вид реализации будет сказываться на производительности графической системы и на ее стоимости: чем большая часть функций БГС реализована аппаратно, тем выше ее производительность и тем выше ее стоимость.

Структурная схема типовой графической системы имеет вид, представленный на рис.2.

Графические данные поступают с периферийных входных устройств (Вх.ПУ) и принимаются БГС. С выхода БГС графическая информация поступает на **лингвистический процессор** (ЛП), который делит единый входной поток на два потока: поток графических данных и поток графических команд.

Поток команд поступает на **монитор** системы. Монитор руководит управлением всех узлов графической системы. Графические данные после лингвистического процессора поступают в СУБД геометрических объектов (СУБД ГО), при этом могут использоваться средства взаимодействия с **прикладными программами** (ППП - пакеты прикладных программ). При необходимости выполнения геометрических преобразований поток графических данных поступает на **геометрический процессор** (ГП). В функции геометрического процессора входят операции трехмерных геометрических преобразований и построений.

² Под **геометрическим объектом** понимается модель объекта реального мира, рассматриваемая с точки зрения его геометрии: его размеры, положение в пространстве, характеристики поверхности (чаще всего - с точки зрения ее оптических свойств)

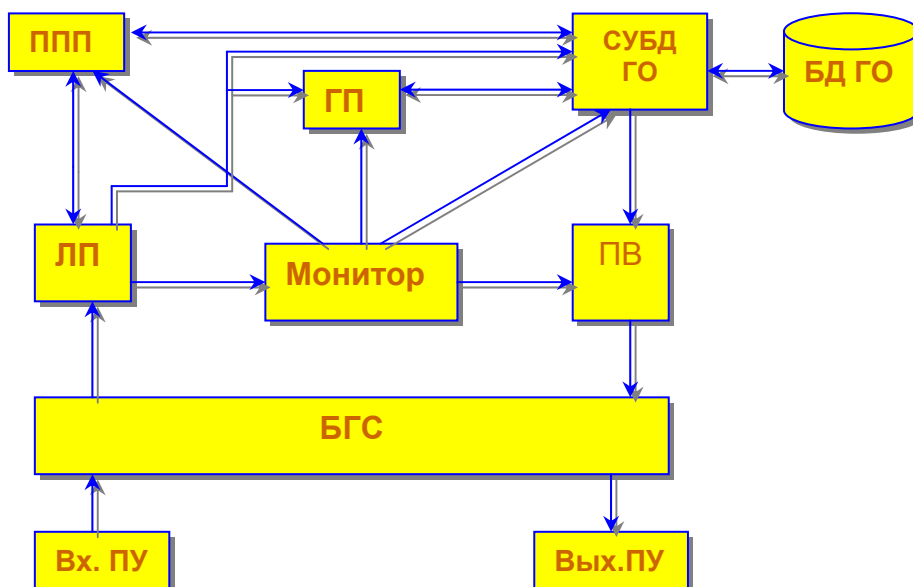


Рис.2.2. Структурная схема типовой графической системы

В том случае, если графические данные имеют двумерную природу, данный процессор называется *графическим процессором*. После обработки данных с ГО, они поступают на *процессор визуализации* (ПВ), который предназначен для выполнения следующих функций:

- удаление невидимых линий и поверхностей;
- моделирование цвета;
- моделирование фактуры поверхности объектов.

1.2. Графические стандарты

В настоящее время существует множество стандартов на графические системы средств вычислительной техники. Все их множество можно разделить на четыре группы (см. рис.2.3):

- стандарты на графические системы;
- стандарты на форматы хранения и передачи графических данных;
- стандарты на интерфейсы прикладных и системных программных средств
- стандарты на графический интерфейс с пользователем.

Стандарты на графические системы. К стандартам первой группы относятся две подгруппы стандартов, поддерживаемых ISO³. Во-первых - это стандарты на ядро графических систем – *базовую графическую систему* (БГС) GKS и GKS-3D.

Первый вариант стандарта GKS (*Graphical Kernel System*) предназначен для двумерных графических систем и определяет плоские графические примитивы и операции над ними (см. раздел 1.3).

GKS

³ ISO - International Standard Organization - Международная организация стандартов

PHIGS

Второй вариант *GKS-3D* является трехмерным расширением предыдущего и включает в себя кроме возможности описания трехмерных объектов и операций над ними, функции трехмерного моделирования. В настоящее время стандарт находится на стадии развития и поддерживается как американскими, так и международными организациями стандартизации.

Стандарты *PHIGS* (*Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System*) определяют **графический стандарт программиста** на создание интерактивных графических систем. Стандарт изначально разрабатывался для трехмерного моделирования и визуализации. *PHIGS* позволяет строить, корректировать и хранить трехмерные геометрические модели. В стандарте особо выделяется поддержка связи с программными средствами САПР, АСУ и АСТПП.

Расширение стандарта *PHIGS+* поддерживает различные модели освещения, обработку теней и полутонов, а также сложные поверхности, включая *NURBS*⁴-моделирование.

Стандарты на форматы хранения и передачи графических данных. Стандарты данной группы определяют правила хранения и передачи графических данных между графическими системами и прикладными программами (САПР, АСУ, ГИС и АСТПП).

В состав данной группы входят следующие стандарты:

CGM

CGM (*Computer Graphics Metafile*) – стандарт на аппаратно-независимый метафайловый формат для хранения разнообразных графических данных;

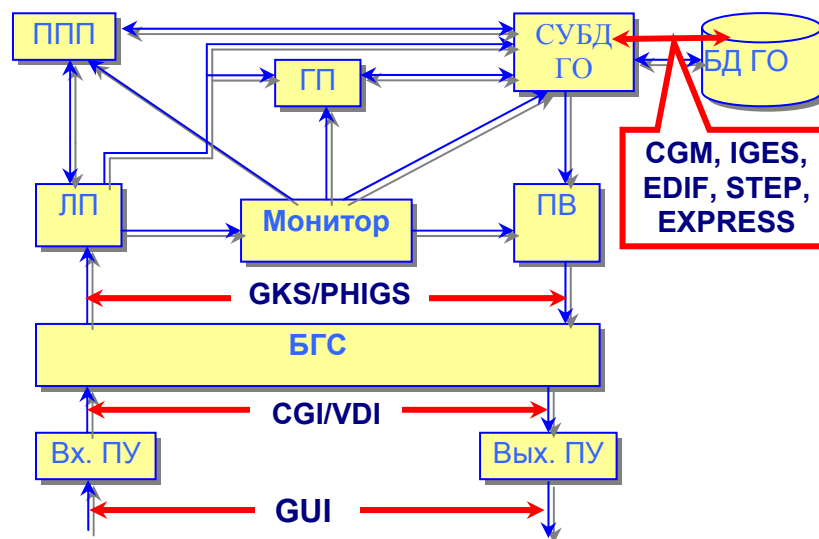


Рис.2.3. Области применения графических стандартов

IGES

IGES (*Initial Graphics Exchange Specification*) - стандарт на обмен графическими (векторными и трехмерными) данными в системах САПР, поддерживаемый *ANSI*⁵;

⁴ *NURBS* – *Non Uniform Rational B-Spline* – неоднородная рациональная В-сплайновая поверхность (см. раздел, посвященный геометрическому моделированию, или моделированию пространственных форм).

⁵ *ANSI* – *American National Standard Institute (USA)* – Американский национальный институт стандартов.

EDIF (*Electronic Design Interchange Format*) – стандарт на файл обмена информацией между различными системами и подсистемами *CAD/CAE/CAM*⁶ в области проектирования изделий электронной техники, поддерживаемый *ESC/ETC*⁷;

STEP – система стандартов на форматы представления внутренних данных в системах и подсистемах *CAD/CAE/CAM*;

EXPRESS – система стандартов на описание информационных моделей объектов проектирования систем автоматизации в соответствии с требованиями *IDEFIX*.

Стандарты на графический интерфейс с пользователем. Стандарты, относящиеся к этой группе, обеспечивают универсальность подключения внешних устройств пользователя (устройств ввода и вывода графической информации) с БГС:

VDI (*Virtual Device Interface*) – стандарты, определяющих интерфейс внешних устройств в терминах виртуальных устройств;

CGI (*Computer Graphics Interface*) – стандарты интерфейсов графических периферийных устройств, связанных со стандартом *CGM*.

Интерфейс с пользователем определен стандартами на **GUI** (*Graphic User Interface*) – графический интерфейс пользователя.

1.3. Основные возможности БГС

На БГС существуют международные стандарты *ISO*:

ISO 7942:1985. СОИ. МГ. Функциональное описание ядра графической системы (*GKS*). Приложение 1:1991.

ISO 8651-1-4:1988. СОИ. МГ. Языковые связи ядра графической системы (*GKS*). Ч.1: Фортран. Ч.2: Паскаль. Ч.3: Ада. Ч.4: Си.

ISO 8805:1988. СОИ. МГ. Функциональное описание трехмерного ядра графической системы (*GKS-3D*).

ISO 8806-1-4:1991. СОИ. МГ. Языковые связи трехмерного ядра графической системы (*GKS-3D*). Ч.1: Фортран. Ч.2: Паскаль. Ч.3: Ада. Ч.4: Си.

Данная система стандартов была создана на базе разработки организации *ACM/SIGGRAPH*⁸ (1974), которая носила название *GSPC CORE SYTEM*.

Основной задачей стандарта БГС является создание возможностей для универсальной передачи графических данных между различными компьютерными платформами и информационными системами. С этой целью в стандарте определена **концепция графической рабочей станции *GWS*** (*Graphical WorkStation*). Для описания процедур одновременного ввода и вывода с различных типов периферийных устройств введено понятие мультистанции.

⁶ *CAD* – *Computer Aided Design*, *CAE* – *Computer Aided Engineering* – системы автоматизированного проектирования (САПР), *CAM* – *Computer Aided Manufacture* – системы автоматизированного производства.

⁷ *ESC* – *EDIF Steering Committee* – Комитет управления развитием (регулирования) стандарта *EDIF*, *ETC* – *EDIF Technical Committee* – Технический Комитет по *EDIF*.

⁸ *ACM* – *Association for Computing Machinery (USA)* – Комитет по вычислительной технике США и его комиссия по компьютерной графике – *SIGGRAPH* – *Special Interest Group on Computer Graphics*

Модель *GWS* позволяет формальным образом описывать аппаратуру графического ввода/вывода. В основе этого описания лежит определение универсальных графических примитивов. На каждой конкретной графической станции примитивы имеют свой смысл. Например, при вводе на черно-белом устройстве отображения (на мониторе, принтере или плоттере) цветные линии и прочие объекты будут заменяться линиями различного типа (толщины) или различной штриховкой (серым фоном различной интенсивности).

Стандарт *GKS* определяет **шесть выходных примитивов**.

1. *POLYLINE* - обобщение примитива "линия" (*LINE*), определяющее набор отрезков прямых, соединяющих последовательность точек. Атрибутами этого примитива являются тип, цвет, толщина линии, идентификатор указателя.

2. *POLYMARKER* - обобщение понятия маркера, описывающее набор определенных символов, расположенных в заданных точках. Атрибуты - тип, цвет, масштаб и идентификаторы маркеров.

3. *TEXT* - строка литер, расположенных в определенной позиции. Атрибуты текста: шрифт, размер, гарнитура, цвет, ориентация, выравнивание, вид заполнения области текста, идентификатор указателя на примитив.

4. *FILLARRAY* - примитив, описывающий закрашенный многоугольник. Атрибуты: вид заполнения/штриховки, цвет, размер шаблона, точка привязки шаблона, идентификатор указателя на примитив.

5. *GELLARRAY* - примитив, описывающий прямоугольный растровый фрагмент (матрицу пикселей). Атрибуты: цвет, идентификатор указателя на примитив.

6. *Generalized Drawing Primitive (GDP)* - обобщенный примитив, используемый для расширения стандартного набора примитивов для различных областей применения. Набор атрибутов определяется пользователем, выполняющим расширение набора примитивов.

В *GKS* существует следующие **шесть входных примитивов**.

1. *LOCATOR* - определяет позицию ввода (например, позицию указателя "мыши"), передавая в прикладную программу координаты точки в *мировых координатах* (см. ниже).

2. *VALUATOR* - определяет оцифровку объекта, передавая в прикладную программу вещественное число, определенное оператором.

3. *CHOICE* - определяет выбор одного варианта из нескольких альтернативных и передает в программу целое неотрицательное число.

4. *PICK* - идентифицирует объект, передавая в программу его имя.

5. *STRING* - ввод строки символов, передаваемых в программу в виде строкового литерала.

6. *STROKE* - ввод последовательности позиций (элементов массива позиций), передающий в программу набор координат позиций в мировой системе координат.

Геометрические данные, используемые графической системой, могут быть представлены в трех системах координат, определяемых стандартом *GKS*:

1. **Мировые координаты** (МК)– это координаты реального объекта или реальной сцены. Каждая геометрическая модель может иметь свою систему мировых координат.

2. **Нормализованные координаты устройства БГС** (НКУ) – представляют собой систему координат рабочей станции *GWS*. Значения координат лежат в пределах $[0.0; 1.0]$. Данная система координат используется для переноса графической информации, базирующейся на использовании концепции универсальной *GWS*.

3. **Система координат конкретного графического устройства** (КГУ) или конкретной графической станции, привязанная к его сетке (например, к разрешению дисплея или размаху координат плоттера).

Для переходов между перечисленными тремя системами координат используются следующие преобразования:

- нормирование - переход от МК к НКУ;
- сегментирование разбивает сложные геометрические объекты на части, находит среди них повторяющиеся элементы и сокращает за счет этого объем геометрической модели;
- преобразование рабочей станции;
- обратная операция нормирования;
- обратное преобразование рабочей станции.

В настоящее время широко используется трехмерное расширение стандарта *GKS* - *GKS-3D*.

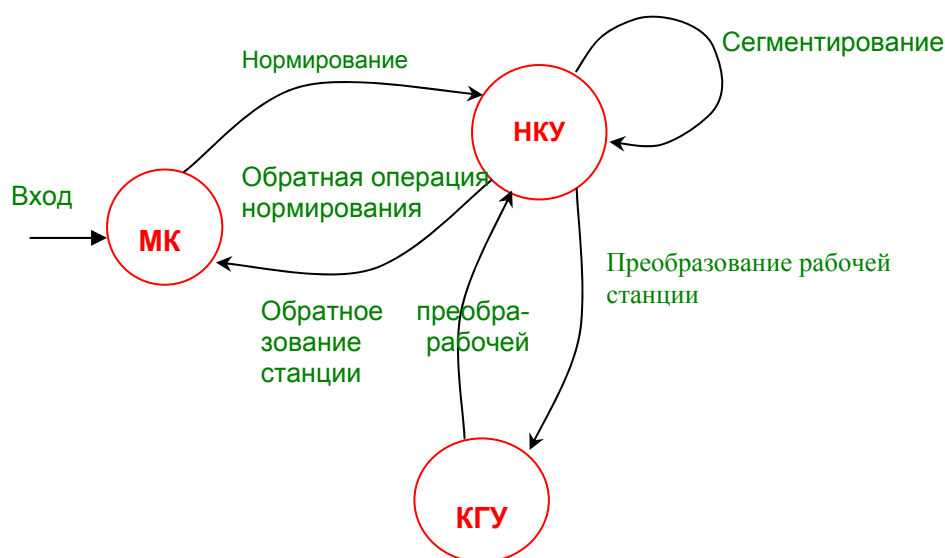


Рис.2.4. Системы координат *GKS* и преобразования между ними

