

**КОЛЛЕДЖ ДИЗАЙНА КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

СОЛОВЬЕВА В.В., ЧЕРЕНКОВ П.С., ЧЕРКЕЗ Г.Б.

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
ДЛЯ ХУДОЖНИКОВ И ДИЗАЙНЕРОВ**

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ



**НАЛЬЧИК
2001**

УДК 681.3.06
ББК 32.973
С60

Соловьева В.В., Черенков П.С., Черкез Г.Б. Компьютерная графика для художников и дизайнеров. История компьютерной графики. Учебно-методическое пособие.

В пособии излагается краткая история развития компьютерной графики, приводятся наиболее важные сведения и факты. Технические вопросы снабжены комментариями и иллюстрациями.

Пособие продолжает серию «Компьютерная графика для художников и дизайнеров».

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов при изучении раздела «История развития компьютерной графики» учебной дисциплины «Компьютерная графика». Пособие может быть также использовано преподавателями информатики и компьютерных технологий при подготовке к занятиям по соответствующим темам курсов.

Рецензент:

Смирнова Н.А. к.ф.-м.н., доцент Уральского государственного профессионально-педагогического университета

© Соловьева В.В., Черенков П.С., Черкез Г.Б., 2001

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРЕДИСТОРИЯ: АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	5
ОТКРЫТИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРОВ	11
ПЕРВЫЕ ШАГИ: КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА И ВОЕННЫЕ	12
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	15
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ОТ ЕДИНИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ К ПРИЗНАНИЮ	19
РАСШИРЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ	23
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА И КОМПЬЮТЕРА	28
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: МАССОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	29
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В КИНО И НА ТЕЛЕВИДЕНИИ	31
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В РОССИИ	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	35
ОПОРНЫЕ ТОЧКИ. МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ	36
ТЕМЫ ДЛЯ ДОКЛАДОВ	37
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	38

ВВЕДЕНИЕ

Близ испанской деревни Альтамира сохранилась пещера – жилище первобытного человека. Скалистые выступы на потолке очерчены линиями и покрыты краской. Это изображение бизонов.

Ранние формы графики были первыми попытками передачи информации об окружающем мире последующим поколениям. Они представляли собой своеобразный учебник жизни.

Люди начали рисовать задолго до того, как научились писать. В Сибири, в Кузнецком Алатау найден рисунок, возраст которого – 34 тысячи лет! Наскальные росписи выполнялись земляными красками, черной сажей и древесным углем с помощью расщепленных палочек, кусочков меха и просто пальцев.

С тех пор прошли многие тысячи лет, появились письменность и книгопечатание, человек овладел энергией атомного ядра и вышел в космическое пространство, а что изменилось в технике рисования? Стали лучше краски, кисти, появились перья, карандаши, фломастеры, но в принципе все осталось тем же самым, та же цепочка: глаз – рука – инструмент – изображение, те же требования к способностям художника.

Но вот появилась вычислительная техника (см. Приложение). Вызванная к жизни необходимостью автоматизации решения трудоемких математических задач, ЭВМ из большого калькулятора неожиданно превратилась в интеллектуальный инструмент, сфера приложения которого стремительно расширяется. В начале 1960-х годов родилась новая область вычислительной техники – интерактивная машинная графика (сегодня чаще называемая компьютерной), где компьютер используется уже не столько для обработки чисел, сколько для работы с графической информацией.

Графическая (образная) информация выгодно отличается от текстовой. Приведем два высказывания.

«Я думаю, что чертёж очень полезное средство против неопределённости слов». (Лейбниц, 1646-1716 г.).

«Своеобразие геометрии, выделяющее ее из других разделов математики, да и науки вообще заключается в неразрывном, органическом соединении живого воображения со строгой логикой. В своей сущности и основе геометрия и есть пространственное воображение, пронизанное и организованное со строгой логикой. В ней всегда присутствуют эти два неразрывно связанных элемента: наглядная картинка и точная формулировка, строгий логический вывод. Там где нет одной из этих сторон, нет и подлинной геометрии». (Из предисловия академика А. Д. Александрова к книге К. Е. Левитана «Геометрическая рапсодия» (М., 1984).

Компьютер легко справляется с автоматизацией процесса геометрически-логического построения, то есть берет на себя часть левополушарных функций головного мозга.

Машинная графика обеспечивает наибольшую «гуманизацию» вычислительной техники, упрощая процедуры общения пользователя с ЭВМ, обеспечивая наглядное отображение информации, максимально расширяя творческие возможности человека.

Как утверждают ученые, предрасположенность человека к абстрактно-логическому мышлению предопределяется преимущественным развитием левого полушария головного мозга.

Есть такие задачи, результаты решения которых, просто невозможно воспринять без графического вывода, например поведение автомобиля в аварийных ситуациях, строение молекул и т. п.

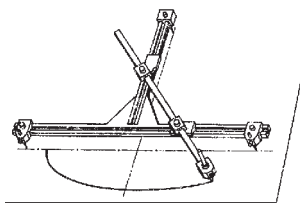
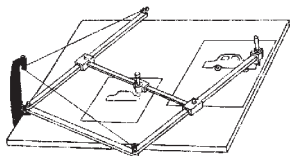
Графические возможности компьютера не могут не вызывать изумления. Дизайнеру этот инструмент позволяет более успешно вести поиск новых форм, разрабатывать удачные находки предшественников, например Александра Родченко, Виктора Вазарели, Моурица Эсхера. Метод аппликации или коллажа, предложенный Родченко еще в 1919 г. для оформления журналов, афиш, рекламных изданий, отпугивал трудоемкостью выполнения подобных композиций. Это препятствие полностью снимает компьютер, позволяя создавать «электронные аппликации», так же как и проблему поиска цветовых декоративных сочетаний, разбиения плоскости картины и заполнение ее симметричными, асимметричными и рекурсивно повторяющимися элементами в духе Эсхера.

В нашем пособии рассказывается, как развивалась компьютерная графика, какие шаги были сделаны человеком для превращения компьютера в инструмент художника и дизайнера.

ПРЕДЫСТОРИЯ: АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

МЕХАНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Идея механического или автоматического изготовления изображений уходит в глубь веков. Можно проследить, как совершенствовались чертежные инструменты – циркули, линейки, перья, карандаши. Появлялись новые приборы, например пантографы, с помощью которых изображения можно было перерисовывать в измененном масштабе (рис.1), эллипсографы для черчения эллипсов и их дуг (рис.2), чертежные приборы типа «кульман» различные трафареты и т.д. В картографии, где требуется особо высокая точность нанесения деталей и измерения, использовались механические координатографы – чертежные столы, снабженные направляющими с инструментом и зубчатыми рейками или винтовыми передачами с рукоятками и



циферблатами, с помощью которых можно точно устанавливать инструмент. Такой координатограф можно считать прототипом механической части современной чертежной машины. Часто такие машины и называют автоматическими координатографами.

В истории техники существовали приборы, где инструмент «сам» двигался, нанося изображение. В 16, 17 веках самым известным «автоматом» были часы. На базе часовых механизмов изобретатели создавали различные движущиеся приборы, игрушки. В 1774 году швейцарские часовщики Пьер и Анри Дро показали на выставке в Париже трех механических кукол – рисовальщика, писца и музыкантшу. Фигуры этих сидящих людей были одеты в настоящую одежду, при работе двигали головой, «дышали» «Писец» время от времени макал гусиное перо в чернильницу, и на подложенном листе бумаги выписывал слова (рис. 3). Закончив писать, он посыпал лист бумаги песком для просушивания чернил. Кукла «рисовальщик» изображала фигурки, портреты королей. Конечно, устройство кукол было чисто механическим с пружинным приводом. В «писце» имелось также устройство, которое сейчас назвали бы генератором символов, – кулачковый механизм, обеспечивающий вычерчивание различных букв. Эта кукла программировалась мастером, который, устанавливая специальные зубцы на диске, довольно быстро задавал вычерчивание новых надписей. Куклы Дро стали прототипом современных роботов в виде механических, управляемых электроникой людей, играющих

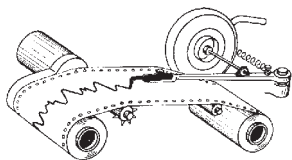


*A sa ville natale
Jaquet Droz*

на музыкальных инструментах, рисующих, перекладывающих предметы и пр.

В 19-20 веках появились различные самопишущие приборы – термографы, барографы, компасы, регистрирующие в отсутствие человека измеряемые величины в виде графиков (рис.4). Сначала они были механическими, с пружинным заводом и перематывающейся бумажной лентой (поворачивающимся бумажным

диском), на которых колеблющееся острие пера оставляло линию. Позже такие приборы стали снабжаться электроприводом с усилителями, электроникой и получили способность регистрировать очень быстрые процессы и сигналы малой величины. Такие самописцы первый шаг к двухкоординатным построителям графиков.



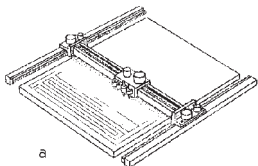
Подобный прибор может иметь плоский планшет, на который накладывается лист бумаги. Перо установлено на поперечной каретке и с помощью тросиков может перемещаться в двух направлениях (движение каретки соответствует горизонтальной оси x , движение пера по направляющим каретки – оси y). Перо можно включать и выключать, приподнимая его острие над бумагой.

Если такой самописец подключить к ЭВМ, которая по программе посылала бы ему, изменяющиеся нужным образом напряжения – получится прибор,

подобный графопостроителю. Однако в нем регистрация положения пера и его перемещение осуществляются с помощью аналоговых, то есть непрерывных сигналов (напряжений). Поэтому точность работы прибора не может быть очень большой, а для обычного черчения требуется весьма высокая относительная точность. При длине чертежа в метр линии должны стыковаться с точностью 0,1 мм. Это значит, относительная погрешность должна быть 1/1000. Аналоговая схема такой точности дать не может.

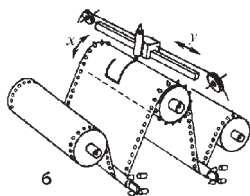
ГРАФОПОСТРОИТЕЛИ, или автоматические

чертежные машины, – один из основных типов графических устройств, обеспечивающих выполнение штриховых изображений на бумаге, кальке,



плёнке и других материалах. Современные построители имеют цифровое управление, что позволяет получать очень точные изображения. Построители выпускаются самых разных размеров – от миниатюрных настольных до больших чертёжных установок, на которых в натуральную величину чертят кузова автомобилей и детали самолётов. Графопостроители могут иметь плоский планшет (а), к которому крепится бумага или другой материал. Есть также модели, чертящие на бумажной ленте, сматываемой с

рулона (б).
Есть также модели, чертящие на бумажной ленте, сматываемой с рулона (б).



Рассмотренные устройства являются предшественникам удобных для черчения современных приборов. Для построения полутоновых (реалистичных) изображений применяются так называемые растровые устройства.

МОЗАИКА. РАСТРОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Примером растрового изображения может служить детская мозаика из маленьких квадратиков или шестиугольников. Еще пример – обычный ковер. Здесь цветных узелков-петелек так много, что с настояния 1-2 м они сливаются в сплошной узор. Можно привести и другие примеры мозаичных изображений. Существуют приборы, которые воспроизводят такие изображения на бумаге.

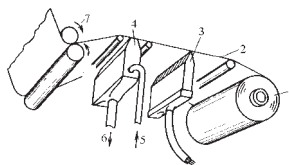
Когда на телеграфе появились телетайпы, печатающие текст строками, как обычная пишущая машинка, телеграфисты придумали своеобразную игру – составление и передачу грубоватых, но иногда забавных картинок, набираемых из точек, «светлых» и «жирных» букв. Позже, уже когда ЭВМ были снабжены быстродействующими печатающими устройствами (так называемыми АЦПУ), для проверки этих устройств, для рекламы и для других целей стали составлять программы, печатающие из знаков и букв подобия картинок (рис. 5).

Еще позже небольшие компьютеры стали снабжаться печатающими устройствами, по мощности промежуточными между печатной машинкой и «большим» АЦПУ. Здесь буквы и цифры набираются из нескольких рядов мелких точек. Печатающая головка содержит до десятка штырьков-иглолок, образующих вертикальный ряд. При работе она пробегает вдоль строки, в нужные моменты, ударяя штырьками по бумаге. Такие устройства нетрудно переделать в графические, изменив электронную схему. Если штырьки расположены на расстоянии 0,2-0,3 мм друг от друга, линии получаются несколько шероховатыми, но для многих целей такое качество уже приемлемо.

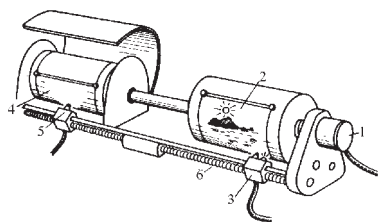


Для повышения быстродействия «точечных» устройств «бегающую» головку заменяют неподвижным рядом электродов, расположенных поперек бумажной ленты. Вместо механических ударов через красящую ленту электроды воздействуют на бумагу электрически. Бумага пропитывается специальным составом. Это может быть электрохимическая бумага, чернеющая или синеющая в точках, где на нее воздействовали электроды, или бумага электростатическая, некоторое время сохраняющая заряд, переданный ей электродами. Продвигаясь дальше, бумага в электростатическом устройстве попадает в контакт с жидкой краской (точнее – суспензией). Частички краски прилипают к бумаге в наэлектризованных точках, тем или иным образом закрепляются на ней образуя изображение (рис.6).

Еще один предшественник графических устройств, подключаемых к ЭВМ, – фототелеграф. По фототелеграфу передают и цветные картинки, и очень сложные изображения с мелкими деталями – например, оттиски газетных страниц. На рис. 7 показана схема передающей (сканирующей) и приемной (воспроизводящей) частей типичного фототелеграфного аппарата. Обе части имеют вращающиеся барабанчики. На один из них накладывается передаваемый рисунок, на приемный барабан другого аппарата – фотопленка или фотобумага. Барабанчики начинают вращаться, и у поверхности переда-



ваемого изображения, вдоль оси барабана, движутся маленькая лампочка и фотоэлемент с линзами, фотоэлемент «просматривает» все изображение по спирали. В каждый момент времени сила тока в фотоэлементе зависит от



яркости проходящего под ним элемента изображения. Этот ток, будучи усилен, передается по линиям, а в приемном аппарате лампочка, синхронно движущаясь относительно фоточувствительного материала, вспыхивает то бледнее, то ярче и также по спирали экспонирует изображение. Чтобы из такого аппарата получить считывающее воспроизводящее графические устройства, к обеим частям аппарата вместо телеграфной линии надо подключить ЭВМ. Ток, поступающий от фотоэлемента, надо

разбить на уровни и превратить в последовательность чисел. Строка изображения разбивается тем самым на множество элементов.

Устройства этого типа позволяют читать и воспроизводить изображения с большой точностью. Ширина строки может составлять всего 5 мк. Обрабатываются полутоновые и, на специально оборудованных светофильтрами аппаратах, цветные изображения. На аппаратах этого типа воспроизводятся снимки, переданные космическими аппаратами из межпланетного пространства, с других планет. Процесс считывания изображения на сканирующем аппарате – автоматический. Правда, как раньше говорилось, прочитанная растровая модель не всегда поддается расшифровке, но некоторые операции по преобразованию изображений и на этой модели выполнить легко

(например, замену цветов, превращение негатива в позитив, деформации всего изображения и др.).

Рассмотренные устройства являются предшественниками современных печатающих и сканирующих устройств. Однако бурное развитие компьютерной графики едва ли могло начаться без **мониторов**.

МОНИТОРЫ

Монитор, столь привычный компонент современного компьютера не был с самого начала основным устройством вывода информации.

У мониторов с электронно-лучевыми трубками есть два предшественника. Это **электронно-лучевые осциллографы** и **телевизоры**.

Осциллографы с электронно-лучевыми трубками известны почти с того же времени, что и радиолампы; да и первые, еще ламповые ЭВМ налаживались и проверялись с помощью осциллографов. В большинстве случаев осциллограф работает следующим образом – луч его в горизонтальном и вертикальном направлениях отклоняется

<p>ОСЦИЛЛОГРАФ (от лат. <i>oscillo</i> – качаюсь) – измерительный прибор для наблюдения зависимости между двумя или несколькими меняющимися величинами.</p>
--

соответствующими напряжениями, как и перо аналогового самописца. След луча на экране быстро гаснет, и потому процесс черчения лучом повторяется много раз в секунду. На экране при этом мы видим неподвижные или изменяющиеся (бегающие) линии. Впрочем, есть осциллографы с запоминающими трубками, где лучу достаточно один раз пробежать по экрану, чтобы вслед ему высветилась и не гасла, пока не дадут приказа, линия.

В телевизоре луч движется не так, как в осциллографе, а пробегает последовательные строки, в нужные моменты меняя свою яркость. Этот процесс повторяется несколько десятков раз в секунду. Можно сказать, что изображение здесь формируется растровым способом, хотя яркость луча, пока он идет вдоль одной строки, управляется еще аналоговым сигналом.

Таким образом, осциллографы можно считать прообразами «штриховых», или, как говорят, «векторных дисплеев», а телевизоры – «растровых дисплеев». **Графический дисплей**, или монитор, – это не только экран, на который из ЭВМ выводится картинка. Электронный блок управления содержит различные цепи, расшифровывающие поданные команды и численную информацию; у векторных терминалов изображение, как у графопостроителя, формируется из отрезков (а иногда и кривых линий). Для периодического обновления изображения блок управления осуществляет **регенерацию**.

Большинство используемых сегодня мониторов – растровые. Художникам, дизайнерами и проектировщиками применяются высококачественные,

цветные мониторы, обеспечивающие четкое изображение и цветопередачу.

Заметим, что первые бытовые персональные компьютеры, появившиеся в нашей стране, оснащались мониторами, переделанными из бытовых телевизоров. Хотя такие мониторы не имели широких возможностей современных профессиональных устройств, многие дизайнеры свои первые шаги в компьютерной графике делали именно за такими мониторами.

ОТКРЫТИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРОВ

На начальных этапах развития компьютеров единственным способом общения с ними было составление программ. Данные вводились в машину с перфорированных бумажных карт или лент.

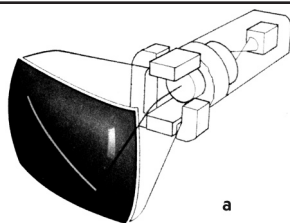
Первые компьютеры выводили результаты своей работы в куда менее элегантной форме, чем ткацкий станок. Данные поступали на печатающие устройства, напоминающие телетайпы. Иногда компьютеры оснащали осциллографами, которые, однако, использовались не для удобного вывода информации, а для проверки электронных цепей машины. Но это не удержало некоторых программистов от экспериментов.

Примерно в 1950 г. неизвестный оператор в Кембриджском университете (Англия) вывел на один из осциллографов компьютера «Эдсак» изображение танцующего шотландского горца. Через полтора года английский

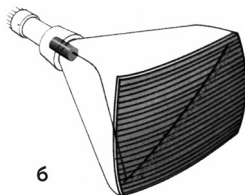
В векторном мониторе (а) электронный пучок создает линии на экране, перемещаясь непосредственно от одного набора координат к другому и высвечивая люминофор между двумя точками. Этот способ обеспечивает высокую скорость сканирования и требует немного памяти для хранения изображения.

В растровом мониторе (б) электронный пучок сканирует слева направо и сверху вниз (в цветных мониторах имеются три таких пучка), высвечивая только те точки, которые нужны для формирования изображения – в данном случае диагональной линии. Достигнув правого края экрана, пучок гасится и возвращается к левому краю, смещаясь

на одну строку точек вниз. Таким образом изображение перерисовывается несколько раз в секунду.



а



б

Идея перфокарт и перфолент восходит к 1804 г., когда французский инженер Жозеф Мари Жаккар изобрел автоматический ткацкий станок, в котором рисунок ткани создавался при помощи карт с отверстиями. Сменив пачку карт, ткач мог быстро и легко перенастроить станок на выпуск ткани другого рисунка.

специалист по информатике Кристофер Сорэчи написал для компьютера «Марк-1», созданного в Манчестерском университете, программу, игравшую в шашки на экране.

Но это были лишь отдельные примеры, скорее развлечения программистов в свободное время, чем серьезные попытки использовать возможности компьютеров для создания изображений.

Первыми сделали решительный шаг американские ученые: они создали компьютер нового типа, заложив в него немало новаторских идей, не последней из которых было оснащение его графическими возможностями.

EDSAK, Electronic Delay Storage Automatic Computer - автоматический компьютер с памятью на электронных линиях задержки.

ПЕРВЫЕ ШАГИ: КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА И ВОЕННЫЕ

В декабре 1951 г. зрители телевизионной программы «Смотри это сейчас» с удивлением услышали слова обозревателя Эдварда Р. Мюрроу: «Мы живем во времена механических и электронных чудес. Одно из них создано в Массачусеттском технологическом институте для военно-морского флота». Далее Мюрроу объяснил, что речь идет об электронном компьютере «Вихрь». Затем зрители увидели на экранах нечто похожее на слова, составленные из огней иллюминации: ХЕЛЛО, М-Р МЮРРОУ. Но на самом деле никаких лампочек не было – это светились яркие точки на экране монитора. Так человечество вступило в новый мир компьютерной графики.

В этой же телевизионной программе Массачусеттского технологического института (МТИ) инженер Джей У. Форрестер продемонстрировал телезрителям некоторые возможности своего замечательного изобретения. Из студии в Нью-Йорке Мюрроу связался по телефону с адмиралом из Пентагона, и тот поставил перед машиной одну из задач, для решения которых она предназначалась. Требовалось рассчитать расход топлива, траекторию полета и скорость ракеты «Викинг», которая должна была достичь высоты 200 км, а затем рухнуть на землю. Телезрители увидели, как на экране «Вихря» появились графики пути, скорости и расхода топлива ракеты для типичного полета. Составленные из тех же светящихся точек, что и приветствие в начале передачи.

Смотревшие передачу Мюрроу в то воскресенье, присутствовали при рождении нового способа общения с компьютером, которое стало привычным для их детей.

В середине 40-х годов в МТИ разработка тренажера и анализатора стабильности самолетов для военно-морских сил США. Это оборудование, состоявшее из пилотской кабины и большого компьютера, предназначалось для

обучения летчиков и проверки аэродинамических свойств новых самолетов. Разработанный в рамках создания тренажера компьютер и превратился впоследствии в «Вихрь». Но прошло еще немало времени, прежде чем важность графического представления информации стала очевидной.

Поскольку компьютер «Вихрь» предназначался для управления летным тренажером, он должен был выполнять операции в реальном масштабе времени, чтобы немедленно реагировать на действия оператора. Сначала разработчики тренажера предполагали построить сложный аналоговый компьютер, выполняющий вычисления механическими средствами, но в результате обсуждения решили, что для данной задачи лучше подойдет быстродействующий электронный цифровой компьютер.

«Вихрь» стал первым цифровым компьютером, работающим в реальном времени, и его разработчики понимали, что он может использоваться как универсальная машина в различных системах.

Итак, первые разработки графических приложений компьютера начались в стенах военных ведомств, поскольку именно военные имели достаточно средств, чтобы финансировать столь дорогостоящие исследования. Следует однако заметить, что военно-морские силы США все же не смогли до конца финансировать работы над «Вихрем».

Необходимые для продолжения проекта «Вихрь» средства обеспечили ВВС США, которое намеривалось использовать компьютер для совершенствования системы противовоздушной обороны).

Со временем группа разработчиков «Вихря» образовала новую лабораторию цифровых компьютеров. Они сосредоточили все внимание на таких вопросах, как управление огнем, противолодочная оборона и управление воздушным движением, где в полной мере могли проявиться преимущества графического отображения информации, позволяющее оператору опознавать цели почти мгновенно, не обращаясь к географическим картам. Отныне лаборатория цифровых компьютеров начала применять свой опыт в области управления воздушным движением в смежной области противовоздушной обороны.

Для получения информации о вторжении самолетов в воздушное пространство США компьютер «Вихрь» был связан телефонными линиями с радиолокационной станцией в Хэнском-Филде, неподалеку от Бостона. В традиционных радиолокационных системах показывается положение цели относительно антенны локатора, которой соответствует точка в центре экрана. Однако при управлении противовоздушной обороной большого района, когда информация может поступать от нескольких радиолокационных станций оператору «Вихря» было удобнее следить за ситуацией иным способом – предпочтительнее так, чтобы положение самолета наносилось прямо на карту района.

Программисты «Вихря» составили инструкции для обработки серийных чисел – экранных координат. Затем компьютер преобразовывал эти числа в графическую форму и рисовал на экране некое подобие карты восточной части шт. Масачусетс. Получив по телефонной линии из Хэнскома данные о положении отметки на экране радиолокатора, компьютер преобразовывал ее координаты в географические и наносил отметку на карту района.

Все это не составляло особого труда. Но оставалась еще одна проблема: придумать способ, позволяющий оператору быстро и эффективно реагировать на поступающую информацию. Участник группы разработчиков «Вихря» Роберт Эверетт сконструировал *световой пистолет*, который выглядел почти как обычный, но имел очень большой барабан. Прибор содержал фотоэлемент. Если оператору требовалась более подробная информации о каком-то конкретном самолете, он прикасался концом ствола пистолета к отметке на экране. От пистолета в компьютер передавался импульс, и программа выводила на экран нужные данные о самолете, например величину его скорости и направление движения. Оператор мог объявить ту или иную отметку на экране целью, для чего требовалось прикоснуться к ней световым пистолетом и ввести с клавиатуры в компьютер букву Т (*от англ. Target – цель*). Специальные программы позволяли «Вихрю» следить за полетом истребителей и рассчитывать курсы перехвата.

Если учитывать состояние компьютерной технологии конца пятидесятых годов это был фантастический успех. Не менее удивительной выглядела возможность прямого и оперативного общения человека с машиной при помощи светового пистолета, немислимая при использовании перфокарт и многометровых распечаток.

Первая демонстрация работы «Вихря» состоялась 10 апреля 1961 г. В тот день во всех трех контрольных экспериментах «Вихрь» действовал безупречно, что побудило руководство ВВС США расширить исследования с целью разработки системы с многими операторами.

Хотя по современным представлениям графические возможности «Вихря» кажутся примитивными и несовершенными, он стал основой для первой серийной модели компьютера с заложенными в саму конструкцию средствами *интерактивной графики*. Трудно переоценить вклад «Вихря» в развитие компьютерной технологии. С точки зрения машинной графики, наиболее значительным достижением явилась идея подключения к компьютеру монитора и светового пистолета – это был абсолютно новый способ общения с машиной, который широко распространился в последующие годы.

Работы с использованием графических возможностей компьютера долгое время проводились в рамках различных военных программ. Прошло немало времени, прежде чем компьютерная графика нашла мирное применение.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Говоря о компьютерной графике, нельзя не упомянуть Айвена Сазерленда создавшего первую «инженерную» графическую компьютерную программу «Блокнот» (Sketchpad) для компьютера TX-2 созданного в Массачусеттском технологическом институте.

Интерактивный режим работы компьютера – режим, при котором на каждое действие оператора следует немедленная реакция компьютера.

Название «Блокнот» (Sketchpad) было навеяно привычкой инженеров сначала делать наброски технической идеи на клочке бумаги, а затем «доводить ее до ума», внося бесчисленные поправки. Сазерленд не сомневался, что ему удастся превратить компьютер в отличный инструмент для подобной деятельности.

В качестве манипулятора Сазерленд использовал световое перо, пришедшее на смену изобретенному десятилетием раньше световому пистолету компьютера «Вихрь».

Сазерленд прикоснулся кончиком светового пера к центру экрана монитора, где светилось слово «чернила», от чего оно превратилось в маленький крестик. Затем, нажав одну из кнопок, Сазерленд начал двигать световое перо. На экране возникла ярко-зеленая линия, тянувшаяся от центра крестика к точке, в которой находилось перо. И куда бы оно ни перемещалось, линия следовала за ним. Нажав другую кнопку, Сазерленд оставил линию на экране и убрал световое перо.

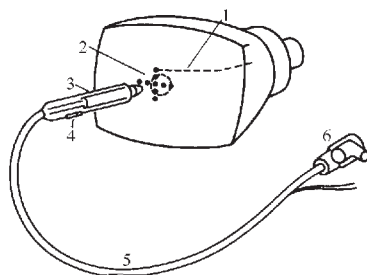
Эта линия, по современным понятиям не представляющая собой ничего особенного, четверть века назад стала символом важнейшего достижения. Одним росчерком светового пера Сазерленд раздвинул пределы взаимодействия человека с компьютером.

Осознав, что компьютерная графика весьма перспективна для применения в конструировании и проектировании, Сазерленд сосредоточил усилия на расширении возможностей оператора при управлении изображением на экране. Оператор компьютера TX-2 мог лишь рисовать простые контуры на экране с помощью светового пера, но не манипулировать изображением. «Блокнот» же обещал превратить компьютер в инструмент, доступный любому. Даже на начальных стадиях разработки программа позволяла человеку, не имеющему никаких навыков программирования, использовать компьютерную графику для решения сложных технических проблем. По существу «Блокнот» переводил намерения оператора на двоичный язык компьютера и моментально в реальном времени, показывал результаты.

Мысль составить программу компьютерной графики впервые возникла у Сазерленда в апреле 1961 г. Осваивая компьютер TX-2, он заметил, что конструкция TX-2 очень удобна для воплощения графических программ. Помимо светового пера здесь был экран на электронно-лучевой трубке и гигантская по тем временам память – 286 тыс. байт. Кроме того, TX-2 нетрудно было усовершенствовать, и Сазерленд попросил инженеров дополнить его кнопочным блоком. Серьезная работа над «Блокнотом» началась в конце 1960 г. Первым успехом был маленький крестик, который бегал по экрану монитора, покорно следуя за движением светового пера. Крестик создавал сигнал, позволявший определять положение светового пера, и служил начальной точкой рисования. Сазерленд составил программу, заставляющую компьютер изображать крестик в точке с координатами, ближайшими к кончику пера. Чтобы заставить крестик реагировать на перемещения пера, программа анализировала сигналы, возникающие при прикосновении светового пера к той или иной части крестика. Таким образом, определялось положение пера относительно его центра. Если перо перемещалось, программа перерисовывала крестик так, чтобы его новый центр был ближе всего к концу пера. Этот процесс повторялся сотни раз в секунду, создавая впечатление, что крестик

СВЕТОВОЕ ПЕРО

Оригинальное изобретение - световое перо (см. рис.) - является по виду «пером», а по устройству это скорее «глаз». Световое перо содержит фотоэлемент непосредственно в своем корпусе (3) или вне его (6). По световоду из стеклянных нитей или проводам (5) сигнал передается в корпус терминала. Направленное на экран перо воспринимает световой сигнал в момент, когда электронный луч высветил какую-либо деталь изображения перед острием пера. Этот сигнал электронная схема фиксирует и опознает, какую деталь мы указали. А если мы хотим «нарисовать» что-либо на еще темном экране? Можно привести два способа.



Один такой: при нажатии на кнопку (4) или корпус пера электронная схема генерирует на экране луч (1), пробегающий по экрану строками. Экран как бы вспыхивает на момент. В некотором месте некоторой строки перо воспринимает сигнал, обрабатывает его, схема определяет положение пера.

Другой способ заключается в том, что на экран дополнительно выводится маркер – группа точек или маленьких штрихов (2). Перо наводит на маркер, и тут начинает работать система слежения. При не очень быстром

прикреплен к концу пера незримой нитью.

Прежде чем «Блокнот» смог нарисовать на экране простейшую прямую линию, Сазерленду пришлось запрограммировать еще несколько десятков функций. Например, потребовались инструкции для компьютера, заставляющие его запоминать координаты крестика в момент нажатия кнопки. Другая подпрограмма давала команды вычислять координаты новых точек, лежащих на отрезке прямой между первоначально заданной и текущей точками. Эта подпрограмма также интерпретировала вторичное нажатие кнопки как команду закончить отрезок. Третья подпрограмма обеспечивала занесение нового отрезка в часть памяти компьютера, называемую *буфером регенерации изображения*. Извлекая линии из буфера, ТХ-2 перерисовывал их на экране по двадцать раз в секунду, чтобы они не успевали погаснуть.

Но это было только начало.

Хотя «Блокнот» с успехом изображал прямые, он ничего не знал о кривых, а без них никак не обойтись ни инженерам, ни чертежникам. Прежде всего, Сазерленд упростил задачу, ограничив возможности программы рисованием дуг окружностей. Чтобы нарисовать дугу или полную окружность, оператор должен был сначала нажатием кнопки указать «Блокноту» положение центра окружности, затем переместить перо и нажать кнопку вторично, задавая тем самым длину радиуса и начальную точку дуги. В результате программа начинала проводить дугу. Этот процесс прекращался нажатием кнопки в третий раз.

Только к середине 1962 г. «Блокнот» научился рисовать части окружностей, превышающих своими размерами экран монитора, что необходимо для изображения линий малой кривизны. Для этого Сазерленду пришлось сделать границы экрана невидимыми для компьютера: он ввел вообража-

перемещении пера маркер движется за ним, как будто перо его притягивает. На самом же деле схема все время следит, какие точки маркера засвечивают перо, а какие нет. В нейтральном положении перо должны засвечивать центральные точки. При смещении пера оно засвечивается какими-то боковыми точками. Схема реагирует на это, смещая маркер в нужную сторону. Координаты центра маркера в нужные моменты передаются в программу и могут быть использованы.

В дополнение к световому перу или вместо него некоторые модели терминалов снабжались наклоняемыми или шаровыми рукоятками, с помощью которых маркер можно перемещать по экрану в разных направлениях.

Заметим, что в современных графических станциях, которыми пользуются художники и дизайнеры применяются преимущественно графические перьевые планшеты для рисования.

В графических станциях применяемых в проектировании используют световые перья и дигитайзеры (планшеты с визиром по типу прицела) для ввода чертежей.

емые координаты, лежащие за пределами периметра экрана. Если радиус не превышал ширины экрана, «Блокнот» вполне успешно проводил дугу окружности, хотя на экран попадала лишь ее часть.

Оставалось еще ввести в «Блокнот» процедуры, задающие правила обращения с фигурами. Сазерленд назвал их сцеплениями.

Сцепления «Блокнота» дали оператору возможность строить объекты с заданными свойствами. Например, квадрат можно было нарисовать весьма приблизительно, просто как четырехугольник, а затем указать программе, что образующие его отрезки должны составлять замкнутую фигуру, иметь одинаковую длину и быть взаимно перпендикулярными. В дальнейшем при перемещении одной из сторон квадрата по экрану все остальные обязательно двигались следом за ней в соответствии с правилами сцепления, описывающими данную фигуру.

Именно такие правила, наряду с другими, введенными Сазерлендом позднее, обусловили столь высокие потенциальные возможности компьютерной графики. Объект, рисуемый «Блокнотом», мог состоять из точек, отрезков и дуг, соединенных между собой. Созданный объект, или фигуру, можно было увеличивать, уменьшать, и поворачивать на экране. Его можно было занести в библиотеку фигур и при желании вызывать оттуда, а также размножать, составляя из его копий новые фигуры.

Одним из первых испытаний программы было построение на бумаге сетки, но не квадратной, а шестиугольной. Не прошло и часа, как Сазерленд соединил сторонами 900 одинаковых шестиугольников, а затем планшетный графопостроитель, подключенный к компьютеру, изобразил эту сетку на листе бумаги размером 75 × 75 см. «Чертежники-профессионалы, – отмечал Сазерленд, – подсчитали, что им на подобную работу потребовалось бы два дня». Наконец-то «Блокнот» продемонстрировал скорость и удобство, предсказанные Сазерлендом.

Сазерленд снял фильм о работе «Блокнота». Он был показан на весенней Объединенной конференции по компьютерам, проходившей в 1963 г. в Детройте, где поразил всех, кто его еще не видел.

В конечном счете, работа Сазерленда в МТИ возвестила о решающем переломе в истории компьютерной графики. До появления «Блокнота» весьма примитивные средства компьютерной графики использовались в основном для военных целей. После работ Сазерленда компьютерная графика все шире начала применяться как средство проведения инженерных и конструкторских разработок в промышленности, прежде всего в автомобильной и космической, а затем и во многих других отраслях. В значительной степени благодаря таланту и дальновидности Сазерленда компьютерная графика вышла из стен лабораторий и военных баз в широкий мир.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ОТ ЕДИНИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ К ПРИЗНАНИЮ

Еще один из основоположников компьютерной графики Эндрис ван Дэм разделял мнение Сазерленда о том, что «Блокнот» найдет немедленное практическое применение в области технического конструирования. Например, инженер-электронщик может создать при помощи «Блокнота» библиотеку условных обозначений основных электронных элементов (транзисторов, резисторов и т.п.), а затем строить из них схемы усилителей, систем управления двигателями и т.д.

Тем не менее, на первых порах реакция предпринимателей – потенциальных спонсоров нового подхода – вызвала разочарование. Чаще всего фирмы упорно не замечали возможной практической применимости компьютерной графики, полагая, что все это лишь выдумки и фокусы.

Однако некоторые представители бизнеса все же смогли оценить «Блокнот» по достоинству. Среди них были руководители фирмы «Дженерал моторс», которая, кстати сказать, первой выдвинула идею машинной графики ещё в 1959 г., то есть за два года до того, как Сазерленд приступил к работе над «Блокнотом»,

«Дженерал моторс» прозорливо заключила соглашение с корпорацией ИБМ на разработку компьютерной системы для конструирования автомобилей. Проект носил название DAC-1 (*аббревиатура от Design Augmented by Computers – конструирование с помощью компьютера*). Как и Сазерленд, создатели DAC-1 хотели превратить компьютер в инструмент конструктора, но, как это нередко бывает в вычислительной технике, пришли к другому решению.

Система демонстрировалась на Объединенной конференции по компьютерам 1964 г., где годом раньше Сазерленд представлял свой «Блокнот». В отличие от «Блокнота», у которого набор изображаемых кривых ограничивался окружностями и их дугами, система DAC-1 позволяла проводить столь популярные у конструкторов автомобилей плавные кривые, причем даже такие, которые нельзя описать простыми математическими формулами. Но, поскольку контуры автомобиля должны вычерчиваться гораздо точнее, чем можно начертить от руки, система DAC-1 в отличие от «Блокнота» не имела средств для прямого рисования на экране. Здесь конструктору приходилось либо описывать очертания машины в программе, либо вводить в память компьютера обычный чертеж, переводя его при помощи специальной камеры в цифровую форму. После того как чертеж оказывался в памяти, DAC-1 становилась более интерактивной: пользуясь электронным планшетом примерно так же, как световым пером «Блокнота», оператор мог манипулировать отдельными частями чертежа. В «Дженерал моторс» не решились

назвать DAC-1 системой реального времени, однако программа реагировала на действия оператора достаточно быстро.

Вступление компании «Дженерал моторс» в мир компьютерной графики ознаменовало переломный момент: если столь крупная и уважаемая фирма вкладывает деньги в такое дело, значит, это нечто большее, чем электронные фокусы. Вслед за «Дженерал моторс» фирма «Локхид Джорджия» приступила к работе над графической системой для конструирования самолетов. Интерес к применению новых, графических «способностей» компьютеров проявили и другие фирмы.

Нефтяные компании также взялись за разработку компьютерных систем для составления карт по данным сейсмической разведки. К концу 1964 г. в различных компаниях и университетах использовалось более 100 графических компьютерных терминалов. Но, подобно системе DAC-1, они создавались в единичных экземплярах для определенных целей. Пока не существовало компаний, желающих заниматься выпуском готовых терминалов.

Ситуация изменилась в 1965 г., когда корпорация ИБМ, заметив пробуждающийся интерес к применению компьютерной графики для решения конструкторских и технологических задач, воспользовалась опытом, накопленным при создании DAC-1, и выпустила первый коммерческий графический терминал. Этот терминал, получивший название ИБМ-2250, предназначался для работы с компьютерами новой серии «System-360». В то время как DAC-1 предполагалось использовать исключительно для проектирования автомобилей, ИБМ-2250 можно было без труда приспособить для любых графических работ. Этот шаг фирмы ИБМ разрушил недоверие к зарождающейся отрасли машинной графики. Прямым следствием появления ИБМ-2250 было обострение конкурентной борьбы за выпуск и продажу графических терминалов для использования с центральными компьютерами корпорации ИБМ и других фирм.

В лидеры вышла фирма «Эванс энд Сазерленд компьютер корпорейшн» из г. Солт-Лейк-Сити, основанная в 1968 г. Дэвидом Эвансом и Айвеном Сазерлендом. По замыслу фирма «Эванс энд Сазерленд» должна была разрабатывать и продавать научные и инженерные автоматизированные рабочие места, а также летные тренажеры. Однако в числе первоочередных задач фирма наметила создание графического терминала, значительно превосходящего по характеристикам ИБМ-2250.

Фирма «Эванс энд Сазерленд» поставила перед собой цель преодолеть основной недостаток терминала ИБМ-2250 – его полную зависимость от графической программы, заложенной в центральный компьютер. Хотя такая архитектура вполне пригодна для решения задач, которые не полностью загружают центральный процессор компьютера, она накладывает на компьютерную графику ограничения двух видов.

Во-первых, быстродействие программ недостаточно велико, чтобы можно было оперировать сложными изображениями, например чертежами механизмов.

Во-вторых, очень много процессорного времени занимает операция вращения изображения. Чтобы повернуть изображение, программа, заложенная в центральном компьютере, должна заново рассчитать каждую линию изображения, прежде чем вывести его на экран. Если эти вычисления время от времени прерываются, то изображение будет дергаться, поэтому программа поворота изображения на экране «монополизирует» центральный процессор, приостанавливая выполнение остальных задач.

Для преодоления этих принципиальных недостатков фирма «Эванс энд Сазерленд» применила принципиально новый подход. Было решено встроить в терминал

новой системы LDS-1 (*Line Drawing System – система вычерчивания линий*) специальную схему, которая должна была автономно выполнять вращения и регенерировать изображение на экране, освобождая процессор для других работ. Созданный фирмой специализированный процессор позволил значительно сократить время регенерации изображения; число линий, выводимых на экран без мерцания, возросло не менее чем в 100 раз. Это также дало компьютеру возможность изменять изображения с невиданной скоростью.

Несмотря на все свое величие, система LDS-1 имела один существенный недостаток – высокую стоимость. Конечно, если учесть ее возможности, она стоила свои 250 тыс. долл., но это было вдвое дороже системы ИБМ-2250. Примерно во столько же обходилось графическое программное обеспечение каждого из этих терминалов. При таких ценах даже крупные компании, имеющие или арендующие большие компьютеры, воздерживались от пополнения своих комплексов графическими подсистемами.

Прибор, позволивший решить проблему стоимости памяти, был создан инженерами фирмы «Тектроникс» (шт. Орегон), которая специализировалась на разработке осциллографов и других электронных контрольно-измерительных приборов. Этим прибором стала **запоминающая электронно-лучевая трубка**.

Разница в стоимости графических систем с буфером регенерации и с терминалами ЗЭЛТ огромна: час работы первых обходится в 250 долл., вторых – в 10-30 долл. Можно сказать, что запоминающие трубки открыли компьютерную графику широкому кругу потребителей. Подключив тер-

Быстродействие – принципиальная характеристика любой графической системы: если на экране больше строк, чем компьютер в состоянии перерисовать за выделенные задачи 0,03 с, то строки начнут меркнуть и все изображение станет мерцающим.

минал на ЗЭЛТ к центральному компьютеру через телефонную линию, пользователь получал возможность использовать графическую систему.

Но фирма “Эванс энд Сазерленд” отказалась от использования запоминающих трубок в системе LDS-1, конечно же, не без оснований. Прежде всего, такие терминалы позволяет работать только с плоскими изображениями. Кроме того, изображение строится на экране очень медленно и выглядит размытым, линии получаются настолько бледными, что их приходится разглядывать в полумраке. В терминалах на ЗЭЛТ невозможно выборочное стирание частей изображения и вращения.

Тем не менее, ЗЭЛТ нашли свое место. Далеко не каждый из потенциальных потребителей компьютерной графики нуждался в богатых возможностях LDS-1 (или мог себе позволить такую роскошь). Например, ученым при анализе графиков или составлении топографических карт не требуется,

Запоминающая электронно-лучевая трубка (ЗЭЛТ) очень похожа на обычную ЭЛТ векторного дисплея: различие заключается лишь в том, в ЗЭЛТ под слоем люминофора расположена тонкая проводочная сетка. Пробегаая по экрану при построении изображения, электронный луч заряжает сетку. Изображение остается на экране не менее часа, так что потребность в буфере регенерации отпадает.

Один из путей снижения стоимости графических терминалов сводится к тому, чтобы как-то умерить их “аппетиты” в отношении памяти (буфера регенерации). Чтобы строить отрезок прямой, компьютер должен запомнить два набора координат граничных точек, для построения дуги окружности требуется три набора координат, а для произвольной кривой – несколько сотен точек. На каждую точку объемного изображения выделяется по восемь байт, и для записи чертежа, скажем, самолета требуется поистине астрономический объем памяти. Если бы удалось снизить требования к памяти или вообще обойтись без нее, графический терминал стоил бы во много раз дешевле, чем система фирмы “Эванс энд Сазерленд”

чтобы система реагировала на их действия в реальном времени или обеспечивала вращение изображения. В конце концов, фирма “Тектроникс” установила цену терминала на ЗЭЛТ всего лишь в 4 тыс. долл., и за следующее десятилетие были проданы тысячи таких терминалов. Пока благодаря резкому снижению стоимости запоминающих уст-

ройств не удалось перейти на принципиально новый уровень технологии вывода изображений, в системах машинной графики преобладали терминалы на ЗЭЛТ.

Несмотря на достаточно активное развитие компьютерной графики, изображения стрившиеся на экранах мониторов напоминали чертежи. О реалистичном изображении не было и речи.

РАСШИРЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Первым опытом непосредственного общения с компьютером для миллионов людей стали видеоигры. По сути дела, видеоигры являются достаточно совершенными, хотя и узко специализированными, системами интерактивной компьютерной графики.

Такую «демократию» компьютерной графики сделал возможной известный, однако долго применявшийся лишь в отраслях с астрономическим бюджетом метод растровой графики, где видеоэкран, как и экран обычного телевизора, разбивается на светящиеся элементы (пикселы), образующие сотни горизонтальных строк. Цвета и яркость пикселов зависят от интенсивности электронных пучков, которые обегают экран сверху вниз, обновляя изображение не реже 25 раз в секунду. Информация об изображении хранится в кадровом буфере – электронном «списке» в памяти компьютера, задающем яркость и цвет каждого пиксела.

Хотя на растровом мониторе можно получить гораздо более реалистичные изображения, чем контурные схемы, создаваемые векторным монитором, стоимость этих систем в течение многих лет была чрезмерно высокой, так как они требуют большого объема памяти. В отличие от векторных систем, где хранятся только координаты опорных точек отрезков и дуг, кадровый буфер растровой системы должен содержать информацию о цвете и яркости всех пикселов изображения. Поскольку экран домашнего телевизора среднего класса состоит примерно из 250 тыс. пикселов, очевидно, что даже самая простая растровая система требует колоссального объема памяти под кадровый буфер, особенно для цветного изображения.

До 60-х годов запоминающие устройства компьютеров строились преимущественно на дорогостоящих магнитных сердечниках.

Память на магнитных сердечниках применялась в первых системах векторной графики, подключенных к крупным ЭВМ, но при стоимости около 500 тыс. долларов за миллион бит (а этого хватает лишь на четыре черно-белых телевизионных кадра) было практически нереально использовать ее в растровых системах с неумеренными требованиями к объему памяти.

Более дешевой альтернативой магнитным сердечникам стал вращающийся магнитный барабан, использовавшийся, в кадровых буферах первых растровых систем середины 60-х годов.

Барабан стоил около 30 тыс. долл. и мог хранить данные для 10 кадров изображения. Но и это решение было не из дешевых.

Из-за высокой стоимости памяти растровые системы применялись только в таких случаях, когда их преимущества имели определяющее значение. Так, уже с середины 60-х годов растровые мониторы использовались на крупных электростанциях, в центрах управления метрополитеном и в научных лабо-

раториях, – то есть там, где оперативный контроль за текущими событиями могли обеспечить только цветные дисплеи.

Одним из первых крупномасштабную систему растровой графики стало использовать Национальное управление США по авиации и исследованию космического пространства (НАСА). В первых межпланетных аппаратах, запущенных НАСА, передача изображений из космоса осуществлялась с помощью обычных телевизионных систем, но в 1968 г. на «Маринер-6», впервые была установлена компьютерная система растрового сканирования. В 1969 году, когда «Маринер-6» приблизился к Марсу, его сканирующие светоприемники начали регистрировать особенности планеты в цифровой форме. Данные, принятые наземными антеннами,

Направлялись в компьютер фирмы ИБМ, где изображение обрабатывалось, а затем выводилось на экран модифицированного телевизора. Несколько сотен изображений кратеров и каналов, напоминающих русла высохших рек, разогнали аппетиты ученых; в 1972 г. «Маринер-9» передал на Землю настоящий фейерверк компьютерных изображений гигантских вулканов, широких каньонов, песчаных пустынь и полярных ледовых шапок Марса.

Но даже НАСА приходилось порой вместо растровых графических систем использовать что-нибудь подешевле. В конце 60-х годов управление закупило несколько летних тренажеров для отработки посадки астронавтов на Луну в рамках программы «Аполлон». В каждом тренажере внутри полномасштабной модели лунного посадочного модуля были установлены видеоз экраны, но изображения на них создавались отнюдь не средствами компьютерной графики. Их передавала телекамера, размещенная на миниатюрной модели лунной поверхности. Камерой управлял компьютер, связанный с органами управления тренажера. Такой окольный путь обеспечил работу системы в реальном масштабе времени при существенно меньшем объеме памяти,

Память на магнитных сердечниках состоит из ферритовых колец, нанизанных, подобно бусам, на сетку из проводов. Каждое кольцо намагничивается и в зависимости от полярности приложенного магнитного поля хранит двоичные единицы или нуль; содержимое памяти можно легко и быстро менять, изменяя полярность поля.

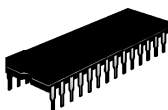
Магнитный барабан представлял собой большой цилиндр с поверхностью из магнитного материала, на котором, как на магнитофонной ленте, записывались биты данных, соответствующие интенсивностям пикселей. Поверхность барабана была разделена на множество параллельных дорожек. На каждой дорожке запоминалась цепочка битов, каждый из которых соответствовал пикселу в экранной строке. При вращении барабана, значения интенсивности пикселей считывались и преобразовывались в сигналы управления ЭЛТ; за один оборот барабана полностью обновлялась строка пикселей.

чем это необходимо для «чистой» растровой графической установки. Подобная система использовалась в НАСА и при подготовке первых пробных экипажей для космического корабля многоразового использования, пока в конце 70-х годов не появились тренажеры «Шаттла», целиком основанные на компьютерной графике.

Технология машинной графики смогла пройти путь от уникальных систем стоимостью во многие миллионы долларов до вездесущих видеоигр только благодаря техническим новинкам, сделавшим компьютеры более быстродействующими, а их память – менее дорогостоящей. Этот процесс наметился в начале 70-х годов, когда появились кадровые буферы на сдвиговых регистрах, выполненных в виде интегральных схем (ИС).

Электронные кадровые буферы на сдвиговых регистрах работают быстрее механических буферов на магнитных барабанах. Однако оба типа кадровых буферов имеют один общий недостаток – *латентность*, то есть длящуюся иногда несколько секунд задержку между вводом новой информации и ее появлением на экране. Она вызвана тем, что изменить интенсивность пиксела можно только тогда, когда соответствующие биты переходят в цикле регенерации с выхода регистра на его вход. Смена кадра происходит лишь после того, как полностью подготовлена новая последовательность пикселов, и этот процесс тем длительнее, чем сложнее изображение и чем больше пикселов оно содержит. Хотя системы на сдвиговых регистрах позволяют получить весьма правдоподобные изображения, проблема латентности исключает их применение в случаях, когда от системы требуется быстрая реакция на действия пользователя. Так, не

Интегральная схема (ИС) – это небольшо-



й монокристалл кремния, содержащий множество электронных компонентов; благодаря своей компактности ИС работает намного быстрее,

чем аналогичная комбинация отдельных деталей, соединенных проводами. ИС можно использовать как для обработки, так и для запоминания двоичной информации. В кадровых буферах на сдвиговых регистрах, применяемых в растровых графических системах, информация о яркости и цвете всех пикселов хранится в сотнях интегральных схем – по одной или более ИС (в зависимости от типа системы) на каждую строку пикселов. Кадровый буфер на сдвиговых регистрах работает на том же принципе, что и вращающийся магнитный барабан, циклически, бит за битом, регенерирующий изображение. Каждый раз, когда на ИС поступает электрический импульс, на выходе регистра появляется бит информации, определяющий яркость пиксела. Затем этот бит электронным путем вводится обратно в начало регистра, при этом все остальные биты сдвигаются на одну позицию. Полный оборот всех битов регистра соответствует регенерацией одной строки пикселов.

имеет смысла летный тренажер, в котором картина перед глазами пилота не меняется мгновенно.

Реальный сдвиг в технологии растровой графики произошел с появлением на рынке в первой половине 70-х годов интегральных схем *запоминающих устройств с произвольным доступом (ЗУПД)*, имеющих большой объем памяти и приемлемую стоимость.

Проблема латентности для систем на ЗУПД намного менее остра, чем для систем с магнитным барабаном или сдвиговыми регистрами.

В 1968 году лучшие ИС ЗУПД имели емкость 256 бит и стоили более 1 долл. за бит. Учитывая, что для хранения информации о пикселах одного кадра черно-белого изображения на мониторе средней разрешающей способности необходимо почти 1000 таких ИС, это было недешево – почти вдвое дороже, чем память на магнитных сердечниках эквивалентного объема. Однако в конце 70-х годов прогресс технологии привел к появлению ЗУПД емкостью 1024 бит (1 Кбит, или просто 1К), причем они могли конкурировать по стоимости с памятью других типов.

Подстегиваемое все возрастающими потребностями в компьютерной памяти, что отчасти было вызвано видеоигровым бумом, производство ИС ЗУПД рванулось вперед. Следующие 15 лет принесли ряд рекордов: 1973 г. – 4К, 1975 г. – 16К, 1980 г. – 64К, 1983 г. – 256К и, наконец, в 1984 г. – поразжающая воображение цифра в 1024К (1 Мбит, или 1М). Стоимость хранения одного бита информации по мере роста емкости ИС неуклонно снижалась.

“...если бы стоимость автомобилей падала так же быстро, как цена ИС памяти, сегодня “роллс-ройс можно было бы купить за доллар”

(Карл Макговер).

В отличие от сдвиговых регистров с последовательным доступом к данным (обращение к каждому пикселу возможно только один раз за цикл) ИС ЗУПД построены так, что процессор в любой момент может обратиться к любому биту. В системах растровой графики на ЗУПД для хранения информации о каждом пикселе выделяется определенная ячейка памяти. Совокупность таких ячеек называется битовой картой; ее содержимое непрерывно меняется по мере поступления новой информации от оператора или управляющей программы. Специальное устройство, называемое контроллером дисплея, преобразует информацию из битовой карты в сигналы управления электронными пучками ЭЛТ. Благодаря тому что компьютер может изменять информацию о битовой карте одновременно с регенерацией изображения, задержка между вводом новой информации и ее появлением на экране практически незаметна.

Благодаря емким и дешевым ИС ЗУПД использование растровых систем отныне не ограничивалось стоимостью памяти; другие успехи технологии середины 70-х годов проложили растровой графике путь в многочисленные области деятельности.

Хотя требования к системам растровой графики меняются в зависимости от области применения, два из них – скорость действия и разрешающая способность – всегда конфликтуют друг с другом. Чем более реалистичное изображение необходимо получить, тем выше должно быть разрешение и тем богаче цветовая палитра. Однако для хранения такого изображения нужен гигантский объем памяти, а каждое его изменение задает компьютеру непосильную работу. При этом реакция системы, не имеющей мощного скоростного процессора, резко замедляется. Поэтому создатели аппаратуры и программ компьютерной графики работают не только над снижением объема памяти, необходимой для построения сложных изображений, но и над способами повышения скорости обработки графических данных.

Серьезный успех был достигнут в 1974 г. в процессе работы над проблемой повышения качества изображений, получаемых со спутников, которые ведут наблюдение за сельскохозяйственными и лесными угодьями, минеральными ресурсами и т.п. Поскольку для отображения огромного количества параметров, регистрируемых спутниками, необходимы мириады цветов, конструкторы приняли решение оснастить систему памятью колоссального объема. Переломным здесь оказался момент, когда разработчики поняли, что можно резко снизить требования к памяти, используя для каждого изображения всего лишь несколько сотен цветов: пользователь или программа могут подбирать палитру из списка, содержащего тысячи и даже миллионы вариантов. Это открытие привело к созданию так называемых таблиц выбора цветов, быстро приспособленных для многих областей применения машинной графики.

Основной принцип нового подхода заключается в том, что кадровый буфер хранит не саму информацию о цветах, а указатели на адреса памяти, где она записана. Так, кадровый буфер, в котором каждый пиксел описывается восемью битами, может дать только 256 сочетаний красного, зеленого и синего лучей цветной ЭЛТ. Если эти же восемь битов задают адреса, то цвета можно выбирать из почти неограниченного набора, оттенков, интенсивности и насыщенности. (Использование для описания каждого пиксела 32 бит дает более 4,3 млрд. вариантов.) Более того, таблицу выбора можно перепрограммировать для определенных типов изображений. Если, например, в каком-то случае преобладают синие и зеленые краски, в таблице может храниться лишь небольшое число оттенков красного, а если изображение темное, то можно отказаться от самых ярких тонов. Таким образом, ограниченная палитра позволяет получать плавные тени и хорошо различимые оттенки для каждого изображения.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА И КОМПЬЮТЕРА

По своей сути графические функции имеют математическую природу, и для их разработки требуются как творческие способности, так и умение кропотливо работать с числовой информацией, описывающей изображения.

Джеймс Блинн, специалист по вычислительной технике, который с 1978 года занимается моделированием полетов к Юпитеру, Сатурну и другим планетам, отметил: *«Художники пишут картины, нанося краски на холст. Те, кто связан с компьютерной графикой, создают свои творения, придумывая математические функции, графики которых похожи на реальные предметы».*

Но если ученые, подобные Блинну, чувствуют себя в математических методах компьютерной графики «как дома», большинство других людей предпочло бы строить и преобразовывать изображения, не прибегая к алгебре или тригонометрии. Чтобы открыть этому большинству дорогу к компьютерной графике, необходимо заложить математические функции в программное обеспечение, тогда богатый набор сложных инструкций для компьютера можно привести в действие несколькими простыми командами.

В современном дизайне существует направление, сторонники которого создают свои изобразительные произведения не с помощью графических редакторов и подобных им систем, а с применением программирования. Другими словами изображение строится с помощью математических формул самим дизайнером.

Первой такой программой был «Блокнот» Айвена Сазерленда. В 60-70-е годы разрабатывались все более сложные методы повышения реалистичности компьютерных изображений. Новые приемы стали применять в самых разнообразных областях – от инженерного конструирования до химических исследований, – что одновременно привело к росту потребности в графических системах с богатыми возможностями. Возникло явление, которое иногда называют кремниевым круговоротом: изготовители компьютерных систем обнаружили, что, продавая достаточное количество своей продукции, могут сделать перевод графического программного обеспечения в специализированные интегральные схемы экономически оправданным, а использование новых ИС в свою очередь упрощает эти системы и повышает их быстрдействие. К середине 80-х годов даже дешевые домашние компьютеры начали оснащать интегральными схемами, выполняющими основные графические функции.

На протяжении 70-х и в начале 80-х годов компьютерная графика стала все глубже проникать в повседневную жизнь.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: МАССОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Фирма «Ксерокс» выпустила 2000 компьютеров «Альто» для внутреннего пользования, но не вышла на рынок с новой технологией. Однако эти идеи не остались без внимания.

В 1979 году инженеры фирмы «Эпл компьютерс» (Apple computers, далее Apple), основанной всего за три года до этого, стажировались в учебном центре компании «Ксерокс» в области компьютерной графики и других концепций, впервые опробованных на «Альто». После стажировки основатели Apple С.Джобс и С. Возняк, приступили к собственным исследованиям, которые в комплексе с исследованиями «Ксерокс» через 4 года привели к созданию первого предназначенного для серийного выпуска персонального компьютера «Лиза», обладающего широкими графическими возможностями и оснащенного манипулятором «Мышь». Заметим, что права на манипулятор «мышь» принадлежали фирме «Ксерокс», но именно благодаря Apple это замечательное устройство получило широкое распространение и признание. Несколько позже Apple выпустила персональный компьютер «Макинтош» (далее Mac), графическое программное обеспечение которого установило новые стандарты «дружественности» машины по отношению к пользователю.

Компьютеры компании Apple стали первыми персональными компьютерами, обеспечивающими полноценную работу с графикой. Эти компьютеры, хотя и не являются сегодня самыми массовыми, занимают доминирующее положение в среде художников и дизайнеров.

Более распространенные IBM-совместимые компьютеры (PC) только в середине 90-х годов приблизились к графическим возможностям компьютеров Apple.

Компьютеры компании Apple безусловно обладают замечательными графическими возможностями, но цена на них относительно высока. Это компьютеры для профессиональной работы, причем наиболее эффективны они в области графического дизайна и настольных издательских системах.

Первый шаг в популяризации компьютерной графики был сделан именно компанией Apple. Можно сказать, что это была популяризация новых технологий среди профессионалов-дизайнеров.

Приход компьютерной графики в жизнь каждого пользователя связан с развитием графических возможностей самых распространенных IBM-совместимых компьютеров (PC).

В середине 80-х годов в большинстве серийных компьютеров PC, причем особенный упор делается на графический способ общения с пользователем. Появляется оконный графический интерфейс по типу Apple, компьютеры в обязательном порядке оснащаются «мышью», развивается система WYSIWYG (What You See Is What You Get – что ты видишь, то ты и получишь) – картинка

на экране компьютера полностью соответствует тому, что будет выведено на печать с помощью принтера. В это же время (1986 год) создаются первые настольные издательские системы и появляются программы рассчитанные на профессиональных художников и дизайнеров. Эти программы позволяют решать весь спектр задач стоящих перед художниками и дизайнерами, имитировать работу настоящими инструментами на естественной поверхности.

Снижением цены на персональные компьютеры, происходящее одновременно с ростом их возможностей привело к тому, что машинная графика вошла в нашу повседневную жизнь

Современные графические системы открывают широкие возможности не только перед художниками и дизайнерами. Графика становится не только целью, но и средством. Доступность компьютерной графики,

позволяющая пользователям почти интуитивно взаимодействовать со специализированными компьютерами, может помочь новичкам в освоении компьютеров. Возможности компьютерной графики широко применяются при создании обучающих программ и тренажеров, которые во много раз превосходили по возможностям своих предшественников из далеких шестидесятых годов.

Компьютерная графика развивается на трех аппаратных платформах: Apple Macintosh, Silicon Graphics, PC (IBM-совместимые компьютеры).

Компьютеры Apple Macintosh применяются преимущественно художниками и дизайнерами-графиками, а также в полиграфии.

Компьютеры Silicon Graphics являются инструментом профессиональных аниматоров, а также конструкторов-проектировщиков в силу ряда технических характеристик.

Компьютеры PC до последнего времени значительно уступали по своим характеристикам двум другим платформам, хотя находили применение в проектировании, графическом дизайне, полиграфии и даже анимации. Сегодня PC в ряде случаев не уступают компьютерам Apple и Silicon Graphics по техническим характеристикам.

Программное обеспечение всех трех платформ позволяет применять их в самых различных областях дизайна, но у самих профессиональных дизайнеров существуют определенные предпочтения.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В КИНО И НА ТЕЛЕВИДЕНИИ

Роль кинокомпаний и телестудий в развитии и популяризации компьютерной графики чрезвычайно велика.

Телевизионные компании, стремясь повысить популярность своих программ, используют компьютеры для получения цветных, быстро меняющихся изображений. Кинематографисты идут еще дальше, вводя в фильмы

специальные эффекты, переносящие зрителей в такие недоступные места, как глубокий космос или «внутренность» компьютерной видеоигры. А производители игровых автоматов и компьютерных игр вовлекли миллионы людей в мир интерактивной графики, от электронного пинг-понга до автогонок. В 80-е годы компьютерная графика активно развивалась во многом за счет громадных инвестиций кинокомпаний и телестудий.

Крупные студии и кинокомпании начали применять компьютерную технику для получения специальных кадров в фантастических фильмах задолго до появления компьютерной графики в ее современном виде. Примерно с начала 70-х годов применяется так называемый компьютерный «motion control», то есть отслеживание движения камеры для многократного повторения одной и той же траектории. При съемке дублей киносцен такое повторение просто необходимо в целом ряде случаев.

Одно из первых хорошо известных применений компьютерной графики – моделирование космических кораблей, планет, военных батальонов в фильме Д.Лукаса «Звездные войны». Правда в то время, такое применение компьютерной графики было скорее уникальным событием, а не правилом.

Широкое использование компьютерной графики и анимации началось в середине 80-х годов 20 века. Именно тогда появились целые сериалы созданные с применением компьютерной генерации изображений. Отдельные же компьютерные спецэффекты применялись и ранее.

Одним из первых широко применить компьютерную графику в телевизионной мультипликации стал Ральф Бакши. В 1986 году он создал телевизионную студию в Лос-Анджелесе, которая открыла эру промышленного применения компьютерной графики. Далеко не все работы студии были удачными, но именно благодаря ей к компьютерной графике в телеиндустрии стали относиться серьезно.

В 1986 году студия Дисней открыла отдел компьютерной генерации изображений (Computer Generated Imagery). В том же году фирма Crystal Graphics представила пакет Topas – первую профессиональную анимационную 3D программу для персонального компьютера IBM PC.

Компьютерная графика, точнее анимация достаточно быстро вышла за рамки кино и видеоиндустрии. Анимацию стали использовать для реконструкции преступлений (в криминалистике, суде).

Развивающие и обучающие программы для детей также создаются с использованием компьютерной графики и анимации. Вообще компьютерные обучающие программы и компьютерные игры сыграли значительную роль в развитии и популяризации компьютерной графики.

Широко известная сегодня фирма Softimage была организована Дэниелом Ланглуа в 1986 году, а в 1988 представила один из лучших пакетов трехмерной графики Softimage.

Вложения миллионов долларов в производство фильмов с использованием компьютерной графики, сделанные крупными киностудиями Disney, Columbia, Universal принесли значительную экономическую выгоду. Например, первый анимационный фильм С.Спилберга – «Американский хвост» принес 50 миллионов долларов прибыли. После перевода на видео этот фильм разошелся тиражом в почти полтора миллиона копий.

Вообще многие специалисты считают 1986 год годом начала широкого, можно даже сказать массового использования компьютерной графики, как в индустрии развлечений и кинопроизводстве, так и в ряде других областей.

Именно в 1986 году произошло выделение некоторых подразделений киностудий, занимавшихся компьютерной графикой в самостоятельные компании. Так, выделившись из Lucasfilm, образовалась студия Pixar. Pixar – создатель языка описания трехмерных сцен – RenderMan, ставшего стандартом профессиональных графических приложений. Первый компьютерный фильм Pixar – Luxo Junior, про маленькую и большую настольные лампы играющие мячиком, известен практически каждому интересующемуся анимацией.

Компания Blue Sky Production – один из лидеров современной анимации – выделилась из студии Диснея.

В 1988 году появился комбинированный анимационно-художественный фильм «Кто подставил кролика Роджера?», живые актеры в нем действуют рядом с мультипликационными персонажами. В том же году на телевидении была представлена так называемая перформанс-анимация – оживление компьютерных персонажей при помощи ввода движения (Motion Capture). Авторами идеи оживляемых цифровых актеров в реальном режиме времени были Д.Хенсон, Б.Деграф, К.Розендал. Этот опыт, пусть не совсем удачный из-за плохого качества текстур и низкой скорости визуализации, дал толчок применению широко распространенных методов съятия движения для оживления компьютерных героев.

Годом позже (в 1989 году) фирма Autodesk представляет анимационный пакет Autodesk Animator – программу для создания рисованной двумерной анимации, которая ввела анимационный формат файла (FLI) и стала первым стандартом для изготовления и проигрывания анимации на ИБМ-совместимых компьютерах (PC). Данная программа работала на машинах, которые теперь считаются малопродуктивными, достаточно эффективно.

В 1990 году Autodesk выпускает в продажу 3D-Studio – нынешнего лидера компьютерной графики на PC (3D Studio MAX). В настоящее время 3D Studio MAX используется профессионалами в области анимации и трехмерного моделирования и может быть назван конкурентом ряда профессиональных пакетов на платформе Silicon Graphics.

В конце 1990 года фирма NewTek представила систему VideoToaster, которая являлась полным набором видеоборудования и программного

обеспечения на платформе Amiga фирмы Commodore. Это решение надолго стало базовым для производства недорогой высококачественной графики и спецэффектов в ряде телекомпаний западных стран. Широко известная программа LightWave 3D, перенесенная несколько лет назад на PC, первоначально входила в программное обеспечение VideoToaster.

В 1991-1992 годах технологии компьютерной графики активно используются в кинопроизводстве, телевидении.

В 1993 году создается Digital Domain – одна из известнейших на сегодняшний день компаний, производящая спецэффекты с применением компьютера. Компания была основана Д.Камероном.

В 1994 году компания Microsoft приобрела Softimage и начала подготовку новой версии этой популярной программы под Windows NT. В этом же году появилась 3D Studio MAX фирмы Autodesk (о ней речь шла выше). Тем самым завершилось формирование профессиональной графической станции на базе компьютеров PC. Здесь целесообразно заметить, что профессиональные крупные студии отдают предпочтение графическим станциям на базе SiliconGraphics и соответствующему программному обеспечению. Небольшие студии и

армия любителей-аниматоров используют более дешевые PC, которые не столь мощны, но вполне справляются с задачами средней сложности. Здесь уместно заметить, что третья платформа компьютерной графики «Макинтош» практически не применяется для создания анимации.

AMIGA – персональная ЭВМ фирмы Commodore, имела 512 Кбайт оперативной памяти и 192 Кбайта постоянной памяти в которой находилась операционная система. Графический адаптер поддерживал несколько графических режимов, в том числе 640 на 400 точек с 16 цветами, которые выбирались из 4096 возможных. Компьютер имел четырехканальный звуковой выход, жесткий диск, «мышь».

Платформа Amiga – была относительно недорогой и широко применялась компьютерными аниматорами, музыкантами и художниками.

К сожалению данная платформа не получила дальнейшего развития.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В РОССИИ

В России компьютерная графика появилась несколько позже, чем на Западе, хотя изображения на экранах осциллографов и картинки, составленные из букв на печатающих устройствах ЭВМ создавались отечественными операторами, программистами и электронщиками. Системы автоматизированного проектирования, редакционно-издательские системы, в том числе разработанные в СССР использовались 70-80-х года, но не слишком широко.

Отчасти это связано с тем, что российские разработчики компьютеров долгое время не относились серьезно к персональным компьютерам, благодаря которым на Западе началось массовое распространение компьютерной графики. Единичные образцы зарубежных графических персональных компьютеров существовавшие в отдельных российских вычислительных центрах естественно не могли оказать существенного влияния на популяризацию компьютерной графики.

Началом массового использования компьютерной графики в России принято считать 1986 год. Тогда после выставки Связь-86 в «Останкино» был передан видеокomпьютер FGS-4000 фирмы Bosch, и многие заставки программ ЦТ стали изготавливаться компьютерным способом. С развитием сети независимых телекомпаний и распространением компьютерной техники в нашей стране электронные заставки и рекламные ролики стали доминировать.

В 1986-1987 годах в России началось оснащение учебных заведений персональными компьютерами, многие из которых имели графические возможности. Таким образом, начало распространению технологий компьютерной графики в России было положено.

Февраль 1991 года. В Москве состоялась конференция Графикон-91, в которой приняли участие многие основатели компьютерной графики. Отечественные специалисты получили возможность увидеть слайды, видеоматериалы с международных конференций SIGGRAPH, послушать лекции зарубежных специалистов в области компьютерной графики. С этого момента можно отсчитывать историю профессионального использования компьютерной графики в нашей стране: компьютерные технологии получают распространение не только на телевидении, но и в полиграфии и издательском деле, графика начинает широко применяться в самых различных сферах деятельности.

В настоящее время в России проводится целый ряд конкурсов и конференций посвященных вопросам компьютерной графики. Российские специалисты завоевывают призы на международных конкурсах и сегодня ни в чем не уступают своим западным коллегам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение компьютерной графики всегда диктовалось практически потребностями – ускорить конструирование экономичного автомобиля, видоизменить молекулярную структуру экспериментального медицинского препарата, дать врачу возможность увидеть мозг живого человека. Но машинная графика продолжала совершенствоваться, и некоторые программисты не могли устоять перед искушением воспользоваться новыми методами просто для создания произведений искусства. Сейчас к ним примкнули и художники традиционной школы, которые освоили компьютер как очередную новую технику рисования.

Если же заглянуть в будущее, то нетрудно предположить, как рисующий, проектирующий, моделирующий компьютер позволит ученым погрузиться в глубины космоса и микромир биосферы, такие реальные и одновременно такие иллюзорные.

Художники овладеют невиданным средством изображения реальности не на ограниченном пространстве холста, а на необъятной площади, составленной из миллионов изображений, фиксируемых на экране электронной машины.

Возможно, именно на компьютере по воле человека перед людьми возникнет реальность, сформированная новыми знаниями ученых и неограниченной фантазией художников.

ОПОРНЫЕ ТОЧКИ. МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1950-1955 годы: Вывод незатейливых рисунков на печатающие устройства и осциллографы ЭВМ.

1956-1960 годы: Применение компьютерной графики военными для построения траекторий ракет, организации систем слежения ПВО, создания летных и других тренажеров. Создание Айвеном Сазерлендом графической системы «Блокнот» (Sketchpad).

1961-1965 годы: Появление графических систем для инженерного проектирования, пригодных для коммерческого распространения.

1966-1975 годы: Разработка систем растровой графики. Работы над проблемой снижения стоимости графических систем.

1976-1980 годы: Появление дешевых систем растровой графики, распространение компьютерных технологий в индустрии развлечений и кинематографии.

1980-1985 годы: Появление доступных персональных компьютеров с графическими возможностями. Начало массового распространения компьютерной графики.

1986-1990 годы: Разработка графического программного обеспечения для профессионального применения.

1991-....: Повсеместное использование графических возможностей компьютера.

ТЕМЫ ДЛЯ ДОКЛАДОВ

Если вас заинтересовала история компьютерной графики, попробуйте подготовить доклад по одной из ниже приведенных тем.

1. Манипулятор «мышь»: история создания.
2. Первые персональные компьютеры с графическими возможностями.
3. Создание компьютеров «Macintosh».
4. Развитие графического программного обеспечения для художников и дизайнеров.
5. Компьютеры Amiga.
6. Платформа Silicon Graphics и ее применение в искусстве.
7. Развитие компьютерной графики на IBM PC.
8. Компьютерная графика и Internet.

Соберите материал наиболее полно раскрывающий выбранную тему, оформите его. При сборе материала можно воспользоваться рекомендованной литературой, а также базами данных Internet.

Подготовьте небольшое сообщение по теме для выступления на семинарском занятии.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютер обретает разум: Пер. с англ./Под ред. В.Л.Стефанюка, -М., 1990.
2. Современный компьютер, -М., 1986.
3. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики, -М., 1989.
4. Информатика. Энциклопедия для начинающих., М.,1994.
5. Гук М. Аппаратные средства IBM PC, -СПб., 1997.
6. Холидей К.М. Секреты ПК, Киев, 1995.

Журналы: КомпьюАрт, Компьютер Пресс, Курсив, КомпьюТерра, Мир ПК, Adobe Magazin, PC Magazin, Publish.

УДК 681.3.06
ББК 32.973
С60

Соловьева Вера Викторовна – к.п.н., преподаватель Колледжа
дизайна КБГУ.

Черенков Павел Сергеевич – заведующий лабораторией
компьютерной графики и
проектирования Колледжа
дизайна КБГУ

Черкез Галина Борисовна – выпускница Колледжа дизайна
КБГУ (1999/2000 уч.год).

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ХУДОЖНИКОВ И ДИЗАЙНЕРОВ. ИСТОРИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Лицензия

Подписано в печать

Усл.печ.л. 2,2

Тираж 1000 экз.

Формат 60×84^{1/16}

Уч.изд.л. 1,7

Заказ № 102

Макет ИИЦ КД КБГУ

360004, г.Нальчик, ул.Чернышевского, 226.