

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА. ВВОДНЫЙ КУРС

Шикин Е.В.

МГУ, Москва, Россия  
shikin@cmc.msk.su

## 1 Изобразительные возможности компьютера

Персональный компьютер, появившийся практически на наших глазах, довольно быстро превратился в эффективный многопрофильный инструмент с постоянно расширяющейся сферой применения.

Дельные и заинтересованные оценки пользователями пределов возможностей, предоставляемых персональными компьютерами, меняются со стремительностью, не уступающей нарастанию объемов и разнообразия предоставляемых ими услуг. Особенно нетривиальны эти оценки там, где речь идет о созидательных возможностях компьютера, о компьютере как эффективном инструменте.

Одной из наиболее ярких инструментальных характеристик персонального компьютера являются его широкие изобразительные возможности, потенциальная готовность к синтезированию различных явлений и сцен, созданию на экране плоских и пространственных динамических изображений.

При обработке информации, связанной с изображением на мониторе, принято выделять три основных направления: распознавание образов, обработку изображений и компьютерную графику.

Основная задача распознавания образов (изображений), или системы технического зрения, *computer vision*, состоит в переводе уже имеющегося изображения на формально понятный язык символов – набор чисел, набор символов или граф. Так поступают, например, при сортировке почты или в медицинской диагностике, где путем анализа томограмм оценивают наличие отклонений от нормы.

Обработка изображений, *image processing*, рассматривает задачи, в которых и входные и выходные данные являются изображениями. Примерами такой обработки могут служить передача изображений вместе с устранением шумов и сжатием данных, контрастирование снимков, синтезирование имеющихся изображений в новые.

Компьютерная (машинная) графика, *computer graphics*, воспроизводит изображение в случае, когда

исходной является информация самой разной, в том числе и неизобразительной, природы. Это статическая и динамическая визуализация экспериментальных данных, синтез сцен для тренажеров, вывод информации на экран в компьютерных играх, компьютерная живопись, компьютерная анимация и многое другое, вплоть до виртуальной реальности. Про компьютерную графику можно сказать, что она рисует, опираясь на формальные правила и имеющийся набор средств.

В самой компьютерной графике различают как бы три направления: иллюстративное, саморазвивающееся и исследовательское.

Иллюстративное направление связано с визуализацией различного рода информации – от результатов эксперимента до рекламных роликов. Саморазвивающееся призвано разрешать в основном внутренние потребности компьютерной графики. Что же касается исследовательского направления, то здесь компьютерографический инструментарий начинает играть роль, во многом подобную той, которую в свое время сыграл микроскоп.

Обычно изобретение инструмента и начало его массового и успешного применения разделены достаточно заметным промежутком времени. Известно, что прибор типа микроскопа был построен около 1590 г. и то, что можно было увидеть за соединенными линзами, привлекало многих любопытствующих. Но только в 1665 г., т.е. через 75 лет, Р.Гук впервые применил микроскоп в научных исследованиях, установив, в частности, что животные и растительные ткани имеют клеточное строение, а немного позже (в 1677 г.) А.Левенгук при помощи микроскопа наблюдал сперматозоидов. Однако веком расцвета микроскопирования принято считать XVIII век, когда потрясенные натуралисты увидели за линзами микроскопов сложнейшие структуры [1].

Микроскоп существенно раздвинул зрительные возможности человека, послужив мощным толчком к развитию изысканий в самых разных естествен-

ных науках. Теперь время бежит быстрее. Потому и временной разрыв между первыми успехами по выводу на экран изображения средствами компьютерной графики и началом эффективного ее использования как инструмента научных исследований оказался уже не столь большим.

Довольно стремительно пройдя иллюстративный отрезок своего развития, компьютерная графика сосредоточилась на двух генеральных направлениях – придании изображению необходимой динамики и необходимой реалистичности. Достигнутое к настоящему времени зачастую еще довольно далеко от естественных требований к изображению (фотографического качества и реального времени), и это несмотря на постоянное совершенствование персональных компьютеров и рабочих станций. Тем не менее, полученные результаты можно расценивать как хорошее начало использования компьютерографического инструментария в научных исследованиях.

Впрочем, в полной мере возможности, которые несет в себе компьютерная графика, до конца неясны.

## 2 Обучение компьютерной графике

В последние годы преподавание компьютерной графики составило важную часть университетского образования по специальностям, связанным с информатикой, различными инженерными дисциплинами и искусством. Конечно, исходные точки отсчета преподавания этой дисциплины различаются и по университетам и по странам. Например, началом широкого преподавания компьютерной графики в университетах США считаются 80-е годы [2]. В нашей стране это скорее середина 90-х [3].

Из сказанного выше ясно, что появление в учебных планах некоторых отечественных вузов курсов лекций по компьютерной (машинной) графике – явление, отнюдь неслучайное. Конечно, само наполнение лекционных курсов зависит от многих обстоятельств: контингента слушателей (учащихся) – их уровня и запросов, имеющейся техники, интересов учебного заведения. Методы проведения занятий тоже могут быть разными.

Если учесть многообразие возможностей, которые открываются перед всяким, кто хотя бы и в малой степени ощутил визуальный потенциал современного персонального компьютера, то существующие различия в целях и методиках преподавания компьютерной графики вовсе не покажутся удивительными.

По нашему мнению, основной задачей курса по компьютерной, или машинной, графике является привитие практических навыков создания на экране компьютера относительно простых, но одновременно вполне содержательных динамических сцен и описание основ необходимой теоретической базы.

На факультете вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова соответствующие лекции читаются уже на протяжении нескольких лет, сначала в рамках специальных курсов, а с 1993/94 учебного года обязательный полугодовой курс "Компьютерная графика" слушают на четвертом семестре студенты обоих потоков второго курса. Важно отметить следующее обстоятельство: то, что специальный курс перешел на факультете в разряд обязательных в существенной степени стимулировано именно интересом студентов. Специфика факультета во многом определила и идеологию этого курса. Здесь мы расскажем об опыте преподавания компьютерной графики студентам факультета ВМиК МГУ.

Несмотря на то, что курс имеет в целом вводный характер, идеологически он ориентирован на разработчиков (исследователей). Компьютерная графика рассматривается в нем как рабочий инструмент для изучения самых разнообразных обстоятельств, событий и явлений. Поэтому курс строится таким образом, чтобы каждый студент имел возможность получить достаточно полное представление о том, каковы основные графические характеристики наиболее распространенных типов персональных компьютеров, какими именно средствами можно добиться конкретного изобразительного результата, а также просто попробовать себя в компьютерной графике.

Следует заметить, что даже в рамках одного факультета, при одной и той же программе курса "Компьютерная графика", допустимы различные реализации.

О некоторых особенностях одной из таких реализаций (структуре курса и опыте приема экзаменов) и пойдет речь.

Курс компьютерной графики состоит из двух основных частей – лекционной и практической.

Лекции, в свою очередь, также разделены на две части – относительно простую и более продвинутую.

Относительно простая часть включает в себя короткий рассказ об основных графических возможностях персональных компьютеров, простейших геометрических преобразованиях на плоскости и в пространстве, о растровых алгоритмах, о способах удаления невидимых (скрытых) линий и поверхностей, об освещенности и закрашивании.

Цель первой части – дать студенту алгоритмическое обоснование того, как следует поступать при желании осуществить на экране, например, такое построение: по произвольно выбранным пространственным траекториям перемещаются невыпуклые многогранники, время от времени загораживая друг друга, полностью или частично, меняя освещенность своих граней в зависимости от расположения относительно неподвижного (точечного или бесконечно удаленного) источника света и отбрасывая тени на заданный плоский экран (описана типичная работа 1998 года).

Выделение этой, относительно простой, части в лекциях объясняется тем, что изначальный уровень подготовленности слушателей, равно как и их интересы разнятся довольно сильно. Тем не менее, у студентов предполагается наличие определенных навыков владения одним из языков программирования высокого уровня (Паскаля или C++), чего на четвертом семестре совершенно естественно ожидать. Небезинтересно отметить, что средний уровень работ по компьютерной графике, выполняемых студентами факультета, год от года растет и очень заметно. Так, например, типичной работой 1994 года был куб (тетраэдр или октаэдр) с разноцветными гранями, вращающийся вокруг одной из осей симметрии (и все!).

В более продвинутую часть отнесены материалы, посвященные построению искривленных составных поверхностей при помощи геометрических сплайнов и знакомству с методами создания реалистических изображений – трассировкой лучей и излучательностью. Определенная, с каждым годом увеличивающаяся часть студентов не ограничивается динамическими сценами с многогранниками, а пытается создавать, и довольно успешно, более сложные сцены.

Курс читается в несколько необычной для стационарного обучения, ударной форме – чтение всех лекций проходит на первой неделе весеннего семестра, по две лекции каждый день. Что касается других предметов, то все лекционные курсы читаются, как обычно; на это время отменяются только семинарские занятия. Подобное *погружение* в компьютерную графику к перегрузкам не приводит и воспринимается студентами практически безболезненно.

Наиболее существенной составляющей практической части курса является выполнение каждым студентом конкретной графической задачи, выбираемой им самим. Соблюдение некоторого обязательного набора априорных требований, определяющих как уровень исполнения, так и оформление программного продукта (с ними студенты знакомятся в лекционной части курса), обязательно.

При полной свободе в выборе задания именно уровень сложности используемых графических элементов и качество получаемого изображения в основном и влияют на окончательную оценку работы. Значительное внимание уделяется и оформлению продукта, которое должно отвечать естественным требованиям доступности и удобства в обращении для постоянного пользователя. На выполнение выбранного задания каждому студенту отводится четыре-пять недель с предоставлением места в компьютерном классе и возможностью получения консультации (если необходимо).

По истечении указанного срока дискета с подготовленными файлами передается преподавателям для изучения и оценки (на этом, завершающем этапе к работе привлекаются студенты старших курсов, один-два года назад сдававших подобный экзамен и весьма заинтересованно оценивающих качество представленных материалов).

Работа над конкретным заданием и полученным решением дают студенту нечастую возможность увидеть, чему можно научиться за сравнительно короткий промежуток времени, а также сравнить собственные достижения с результатами других. Итоговая формальная оценка играет в данном случае отнюдь не главную роль, так как, как правило, лишь является количественным подтверждением того впечатления, которое сложилось о сделанном у самого студента.

Особо следует сказать о литературе.

Книг на русском языке, рассчитанных на широкого пользователя, не так много, и это, в основном, книги иностранных авторов. Большинство из них вышло достаточно давно и, к сожалению, содержит довольно много устаревшего материала. Новые книги, выпущенные за рубежом, практически недоступны.

В последние годы появились несколько книг, написанных отечественными авторами. Часть из них опирается на опыт чтения лекций по компьютерной графике на факультете ВМиК МГУ. Нам кажется уместным привести в заключение небольшой список (см. [4] – [9]).

## Литература

- [1] *Медников Б.М.* Аксиомы биологии. *Biologia axiomatika.* – М.: Знание. – 1982.
- [2] *Каннингем С.* ACM SIGGRAPH и обучение машинной графике в Соединенных Штатах // Программирование. 1991. N 4. С. 41–49.
- [3] *Bayakovskiy Yu.M.* Computer Graphics Education Takes off in the 1990th // *Computer Graphics.* 1996. V.

30, N 3. С. 21–22.

[4] *Боресков А.В., Зайцев А.А., Шикин Е.В.* Начала компьютерной графики. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ. – 1993.

[5] *Иванов В.П., Батраков А.С.* Трехмерная компьютерная графика. – М.: Радио и связь. – 1994.

[6] *Боресков А.В., Шикин Е.В.* Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ. – 1995.

[7] *Лапшин Е.* Графика для IBM PC. – М.: Солон. – 1995.

[8] *Боресков А.В., Шикин Е.В., Шикина Г.Е.* Компьютерная графика: первое знакомство. – М.: Финансы и статистика. – 1996.

[9] *Плис А.И., Шикин Е.В.* Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователя. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ. – 1996.