



«Прибытие поезда» — так назывался самый первый кинофильм. Сегодняшние тематические материалы посвящены «Кошечке» — одному из первых в истории опытов компьютерной анимации, осуществленному тремя математиками Московского университета почти сорок лет назад. Сюжет прост: за сорок секунд кошка несколько раз проходит по экрану из угла в угол. Гораздо интереснее сюжет, связанный с работой над фильмом, его забвением на много лет и недавним возрождением в цифровой форме. Проследив за этим сюжетом, мы в не совсем привычной перспективе увидим очень интересный эпизод из истории развития информатики в нашей стране. Авторы фильма поставили перед собой и блестяще решили совершенно новаторскую по тем временам задачу. В первом из материалов темы речь идет об основных идеях, лежащих в основе этой работы, во втором — о мотивах авторов и об обстановке, в которой она велась.



Прибытие

Леонид Левкович-Маслюк
[lsvkavl@computerra.ru]

«Кошечки»

Что, как и когда

Впервые я услышал о «Кошечке» еще учась в школе. Идеолог проекта — Николай Константинов, известный всей математической Москве создатель сети математических кружков и школ и сам замечательный математик, — но о нем речь ниже. Так вот, Константинов заглянул к нам в класс и пригласил в актовЫй зал «посмотреть мультфильм, который нарисовала машина». Я не пошел и упустил редчайшую возможность познакомиться с работой, кардинально обогнавшей свое время. Дело было то ли в 1968, то ли в 1969 году, когда Константинов регулярно показывал этот фильм в школах и на математических олимпиадах.

Увидел же я «Кошечку» лишь несколько месяцев назад, в перерыве одного из курируемых Константиновым школьных турниров под названием «Математическая регата». Грязно-серый, слегка дрожащий, как в старинной кинохронике, фон, на котором появились имена авторов, а затем и сама кошечка, составленная из хорошо заметных тусклых квадратиков, все это не предвещало ничего захватывающего. Но кошка сделала шаг, другой — и стало ясно, что перед нами совсем не окаменелость из музея. То, что мы увидели, было живым, нахальным и независимым, и самое приятное — не имело ничего общего ни с диснеевскими, ни с союзмультфильмовскими игрушечными

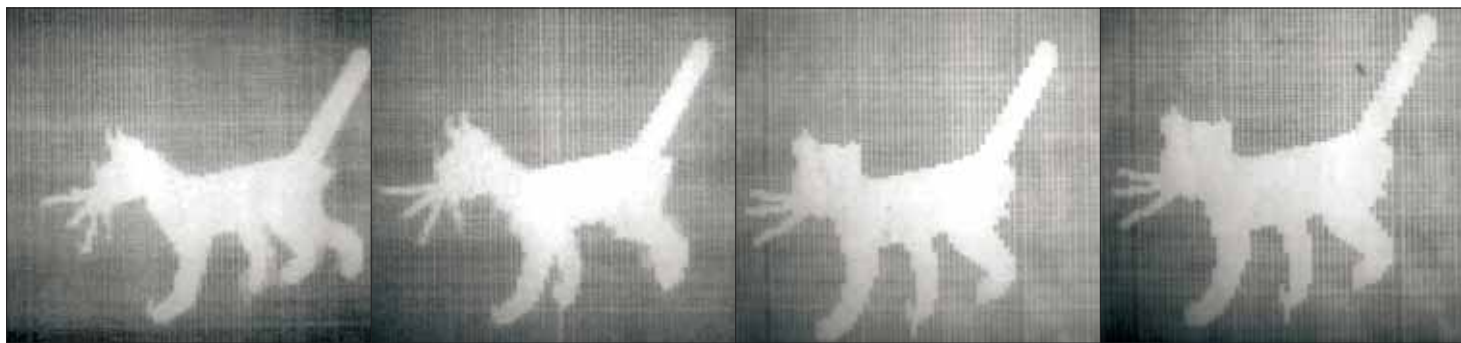
зверьками. Константинов, как всегда, оказался предельно точен в формулировке: это рисовал не человек при помощи машины — рисовала именно машина, обеспечивая не условно мультяшный, а буквальный, повседневный реализм движений.

С недавних пор, благодаря команде сайта «Математические этюды», каждый может самостоятельно оценить «Кошечку», найдя ее на www.etudes.ru. Там же и оригинальная статья о технологии создания фильма, напечатанная в журнале «Проблемы кибернетики» только в 1974 году (www.etudes.ru/ru/mov/kittie/koshechka.djvu). Попробуем уточнить место этой работы на эволюционной шкале компьютерной анимации.

Честно говоря, начиная исследовать историю «Кошечки», я одно время даже думал, не окажется ли она *самым первым* примером компьютерной анимации. Но это, конечно, не так. Например, Юрий Баяковский, один из активных участников «героического периода» становления компьютерной графики, после просмотра «Кошечки» припомнил, что еще во второй половине 50-х в ИПМ имени Келдыша РАН на машине «Стрела» (где память была на электронно-лучевых трубках, единичные биты светились, нулевые — нет) инженеры «делали анимации, заполняя соответствующим образом память ноликами и единичками». Можно предположить, что и на Западе у компьютерной анимации был длительный период «фольклорного» развития. Похоже, что официальной хронологии у компьютерной анимации пока нет, так как временные шкалы, составляемые разными исследователями, не во всем согласуются. В любом случае, «Кошечка» попадает в довольно малонаселенную зону. Компьютерная анимация в конце 60-х еще только готовилась стать индустрией, а работы первых художников, применивших ее в творчестве, иногда сразу оказывались в лучших музеях современного искусства.

Зато вполне возможно, что две базовые для анимационных технологий идеи были впервые реализованы именно в этом фильме, причем задолго до их появления в мейнстриме.

■ *Представление трехмерной пространственной формы в виде иерархической структуры данных. Структура*



напоминала октодерево (octree), задающее любую пространственную форму так: в нулевом приближении это куб, содержащий наш объект, в первом приближении — совокупность кубиков половинного размера, содержащая объект, и так далее. «Кошечка» задавалась более экономичной, адаптивной иерархией «брусков» (усеченных пира-

1 Computer Animation of Human Walking: a Survey (1999), Franck Multon, Laure France, Marie-Paule Cani-Gascuel, Gilles Debunne, citeseer.ifi.unizh.ch/539332.html.

Юрий Баяковский

Когда речь заходит о первых работах по компьютерной графике в нашей стране, сразу же вспоминается имя Юрия Баяковского (в 1990 году на конференции SIGGRAPH ассоциация ACM присвоила ему титул «Computer Graphics Pioneer»). Сейчас Юрий Матвеевич возглавляет в МГУ Лабораторию компьютерной графики и мультимедиа на факультете ВМК (graphics.cs.msu.su), но продолжает работать и в Институте прикладной математики им. Келдыша РАН, где он много лет заведовал отделом компьютерной графики и где еще в 1964 году в соавторстве с физиком Тамарой Сушкевич выполнил первую в СССР работу по «машинной графике». Это была как раз анимация, небольшой фильм об обтекании цилиндра плазмой. В 1971 году в ИПМ был разработан более совершенный софт для создания компьютерных фильмов и установлена камера для съемки кадров с экрана дисплея. При помощи этой системы вскоре были сделаны еще две впечатляющие анимации. Одна визуализировала движение робота, другая — смоделированное «приливное взаимодействие» двух галактик (graphics.cs.msu.ru/publications/text/bayak2005.pdf).

мид), аппроксимирующих ее торс, ноги, усы и т. д.

■ *Задание траекторий движения тела при помощи дифференциальных уравнений.*

Первая из идей, при всей ее важности (Мэттью Уорд даже выделяет октодерево как отдельный этап в истории компьютерной графики, относя его к 1982 году — четырнадцать лет спустя после



Как видим, в нашей стране первые исследования по компьютерной анимации велись в рамках научной визуализации. На мой вопрос о работах, где бы ставились и решались задачи анимации «живых объектов» при помощи нетривиальных математических моделей, Юрий Матвеевич ответил: «Таких работ в России я не знаю. Мой студент Саша Савенко занимался этим, но в Англии, там и защитил диссертацию на эту тему». Таким образом, не исключено, что «практический контекст» для работы Константинова и его соавторов в России все еще не появился.

лей анимации (обзоров, посвященных специально кошкам или другим животным, я не нашел) относят первые работы такого типа — анимацию ходьбы на основе решения уравнений прямой или обратной кинематики и динамики — к началу или середине 80-х. В биомеханике, без всякой связи с компьютерной анимацией, первые попытки (двухмерного!) моделирования движения чело-

Реалистичны не только шаги, но и поворот головы

века на основе задач оптимизации, приводящих к дифференциальным уравнениям, делались в начале 1970-х¹. Вполне возможно, что подобные исследования велись в момент создания «Кошечки» и в робототехнике. Рекорды и приоритеты дело тонкое, и я бы не хотел сейчас всерьез углубляться в эту тему. Но из литературы совершенно очевидно, что вплоть



Рик Парент

Разыскивая обзоры по истории компьютерной анимации, я обнаружил в цифровой библиотеке IEEE доклад профессора Университета Огайо Рика Парента (Rick Parent) «Компьютерная анимация: алгоритмы и технология — исторический обзор» на конференции IEEE Computer Animation 2000» — и тут же сочинил письмо автору с просьбой о консультации. Вот его отзыв о «Кошечке»:

«Для своего времени эта анимация кошки поистине замечательна. Уровень анимации в тот период в США (и во всем мире, насколько могу судить) лучше всего характеризует фильм «Не просто реальность» («Not Just Reality»), сделанный в 1973 году Барри Весслером (Barry Wessler), учившимся тогда в Университете Юты. Для анимации ходящей и говорящей фигуры использовался скриптовый язык. Фильм был снят покaдрово камерой, помещенной перед экраном векторного дисплея. С помощью цветowych фильтров отдельно записывались и потом совмещались красный, зеленый и синий компоненты каждого кадра, а анимация кошки делалась съемкой картинок, напечатанных на бумаге.



Замечательной картину делает не техника записи, а качество передачи движения. Движение ног более плавное и естественное, чем то, которого удавалось достичь компьютерным аниматорам того времени. Очень естественно выглядел и поворот головы в конце двух проходов кошки.

Хотя приводимые в статье уравнения движения и модель четвероногой походки навеяны биомеханикой, тем не менее они были специально разработаны для данного филь-

ма. Моделирование движения использует аналитическую обратную кинематику, дерево решений, управляющее выбором подходящего в данный момент уравнения и механизм обратной связи, синхронизирующий движение ног.

Применив эти методы для анимации, авторы обогнали свое время. Насколько я знаю, это был первый случай использования таких уравнений движения при создании компьютерной анимации.

Часть очарования фильма обусловлена сочетанием примитивных технических средств (видны, например, складки на бумаге) и высокого качества полученного движения. Я благодарен Леониду Левковичу, познакомившему меня с этим замечательным эпизодом истории компьютерной анимации».

Не удержусь от того, чтобы привести первую реакцию Рика на просмотр «Кошечки»: «Это ПРЕКРАСНАЯ анимация! Я от нее в восторге. Если не возражаете, я покажу ее сегодня студентам на занятиях. Использовались ли данные кинематики, записанные с реальной кошки?»

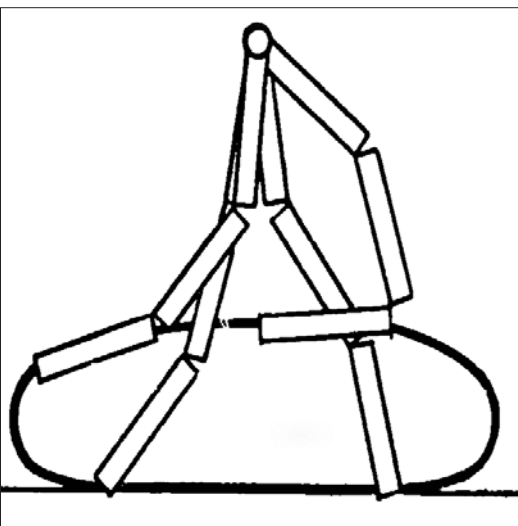
до начала 80-х основной технологией компьютерной анимации оставались те или иные формы интерполяции между кадрами, различные варианты морфинга и т. п. — вещи, принципиально более простые, чем реалистичное матмоделирование живого движения, примененное в «Кошечке».

Отметим, что уравнения «Кошечки» не выводились напрямую из физических моделей мышц и суставов. Они лишь качественно воспроизводят типичные паттерны кошачьей ходьбы (неожиданные подробности читайте в интервью с Константиновым в этом номере). Реализм движений, тем не менее, очевиден. Причем не только мне. Свое мнение во

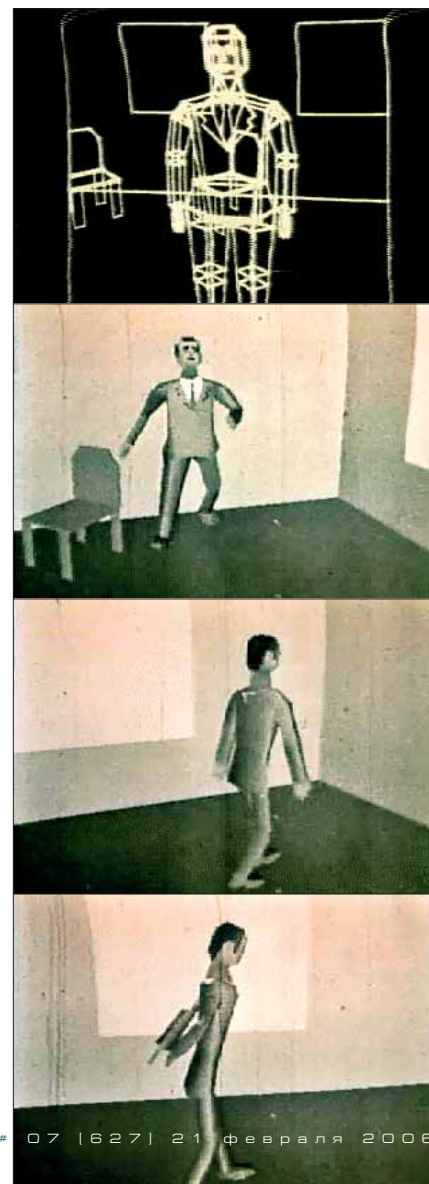
врезке высказывает Рик Парент, профессор Университета Огайо (одной из колыбелей компьютерной графики), автор монографии «Computer Animation: Algorithms and Techniques», специалист по анимации человеческих фигур, а также по истории компьютерной анимации. Благодаря Паренту мы смогли проиллюстрировать этот материал кадрами одного из первых трехмерных компьютерных фильмов «Not Just Reality», сделанного Барри Весслером в Университете Юты в 1973 году.

Кто, зачем и почему

Самое замечательное в истории возникновения «Кошечки» — команда ее создателей и двигавшие ими мотивы. Уже упоминалось, что инициатором проекта и автором ключевых идей был Николай Николаевич Константинов. Если потребуется назвать самого популярного математика в Москве, им окажется, вне всякого сомнения, Константинов. Очень многие нынешние столпы этой науки начинали в его кружках — а сегодня работают в основанном им Независимом Московском университете, новом математическом центре мирового уровня. Константинов — президент



Слева — траектория лап кошки, задаваемая дифференциальными уравнениями; справа — трехмерный человек из фильма «Not Just Reality» демонстрирует варианты своей походки



Турнира городов, крупнейшего математического состязания для школьников на территории бывшего СССР, член правления Международной федерации национальных математических соревнований (World Federation of National Mathematics Competitions), где отвечает, ни много ни мало, за всю Европу. Наконец, Николай Николаевич действительный член (по секции применения математики к биологии) Московского общества испытателей природы, старейшего научного общества России (основанного в 1805 году; среди иностранных членов были Ламарк, Дарвин, Фарадей). Для нашей темы важнее всего, что Константинов уже много лет остается кристаллизующим центром живой, активной, самоорганизующейся среды, которая объединяет как молодых, так и маститых исследователей и преподавателей, как вундеркиндов-олимпиадников, так и просто увлеченных наукой студентов и школьников.

Весьма показательно, что такой замечательный проект возник именно в этом (никак не формализованном) сообществе и исключительно на основе фундаментального, натурфилософского интереса. Главный урок «Кошечки», на мой взгляд, — каким ярким может быть результат, когда талантливые люди берутся за интересную фундаментальную задачу, не ограничивая себя искусственными рамками «программирования», «анимации» и т. п., — и честно решают ее, не оглядываясь ни на карьеру, ни на планы, ни на рынок (иногда — как в данном случае — нечаянно обгоняя этот самый рынок лет на десять-пятнадцать).

Но как быть с тем, что все эти замечательные идеи столько лет не находили отклика — ни в той самой «Константиновской» среде, ни за ее пределами? Это важный вопрос. Он среди прочих обсуждается в беседе с Константиновым на следующих страницах. Могу только добавить, что спустя много лет эта работа возвращается к жизни в той же самой среде: на свет божий (то есть в цифру и в Интернет) фильм вытащил один из соратников Константинова по олимпиадно-кружковой и научно-популярной работе Николай Андреев, а широкого читателя с ним знакомлю, как видите, я — тоже прошедший когда-то через Константиновские матшколы (сначала как ученик, потом как преподаватель).

Ну а теперь пора торжественно сказать «спасибо». Я благодарю:

— создателя сайта образовательных математических анимаций www.etu-

1960	Уильям Феттер (William Fetter), Boeing, вводит термин «компьютерная графика»
1961	Эдвард Заяк (Edward Zajak) из Bell Labs создает первую в истории компьютерную анимацию (показывающую гироскопическую систему управления ориентацией)
1961	Ларри Брид (Larry Breed), Стэнфордский университет, MACS, первый язык для компьютерной анимации
1961	Первый публичный показ компьютерно анимированного фильма (Стэнфордский университет)
1961	Первая видеоигра (Стив Рассел [Steve Russell], MIT)
1963	Айвен Сазерленд, MIT: интерактивная система компьютерной анимации Sketchpad
1964	Уильям Феттер, Boeing: первая компьютерная модель фигуры человека (испытанная для конструирования кабины пилота)
1965	Джек Брезенхэм (Jack Bresenham): алгоритм сканирования прямых
1965	Первое компьютерное арт-шоу (Штутгарт)
1966	Айвен Сазерленд создает первый надеваемый дисплей
1968	
1968	Аппель (Appel): изобретение трассировки лучей (ray-tracing)
1969	Bell Labs: построен первый фрейм-буфер
1973	«Westworld»: первый развлекательный фильм с использованием компьютерной анимации
1982	Мейгер (Meager) использует октодереве для геометрического моделирования
1982	Основана компания Silicon Graphics
1985	Жиро (Girard) и Мачиевски (Maciejewski), Университет Огайо, публикуют описание использования обратной кинематики и динамики для анимации (впервые использована в фильме «Eurythmy»)

WWW.JOSHUAMOSLEY.COM/UPENN/COURSES/ANI/ANIMATIONHISTORY.HTML,
WEB.CS.WPI.EDU/~MATT/COURSES/TALKS/HISTORY.HTML

По материалам Джошуа Мосли (Joshua Mosley) и Мэтью Уорда (Matthew Ward)

des.ru Николая Андреева, который очень помог мне с фото- и видеосъемкой и без которого многие никогда бы не увидели «Кошечку»;

— Юрия Баяковского за ценные консультации и важные ссылки на литературу;

— Николая Константинова за интересную беседу и помощь в работе над материалами;

— Рика Парента за ответы на мои многочисленные вопросы, за профессиональный комментарий к «Кошечке» и за доступ к фильму «Not just reality». 📺





ФОТО НИКОЛАЯ АНДРЕЕВА

Николай Константинов:

«Знает ли кошка, что она не настоящая?»

Леонид Левкович-Маслюк
[levkovl@computerra.ru]

Николай Николаевич, в каком контексте появилась эта необычная по тем временам работа?

— Контекстов было несколько, и на разных уровнях. Во-первых, еще в школе я заинтересовался биологией. В 1948 году занимался в замечательном биологическом кружке в МГУ и, вероятно, стал бы биологом, если бы не печально знаменитая августовская сессия ВАСХНИЛ, в результате которой биофак МГУ претерпел полный разгром. После этого я решил поступать на физфак, позже начал заниматься и чистой математикой, но меня очень интересовали проблемы на стыке математики и биологии. Мне хотелось работать над такими проблемами, появился ряд идей, которые меня увлекли, и после окончания физического факультета и нескольких лет работы там я ушел в аспирантуру на мехмат к Алексею Андреевичу Ляпунову¹. В 1961 году на летней научной

школе под руководством Николая Тимофеева-Ресовского² я сделал доклад о моделировании так называемых экстраполяционных рефлексов у животных. Однако потом все-таки переключился на другую тематику. А в 1968 году я встретился со своим бывшим студентом Валерой Ивановым (он фигурирует в романе Даниила Гранина «Зубр» о Тимофееве-Ресовском под своим тогдашним прозвищем Хромосома). Иванов как раз показывал в МГУ мультфильм: из пластмассы и пластилина он сделал модель молекулы ДНК, последовательно придавал ей разные формы, фотографировал, и в результате получилось изображение движения молекулы. Фильм был неплохой, но я сказал ему, что на компьютере такие вещи можно сделать гораздо лучше. Мы стали думать, как на машине смоделировать шарнирную систему, и тут мне пришло в голову: почему бы для примера не взять

движение кошки? В этот момент и началась работа над фильмом, и в том же году он был закончен.

Как проходила работа?

— Мы работали троим, я и два моих соавтора, Володя Пономаренко и Виктор Минахин (кажется, они тогда еще были студентами мехмата МГУ). Идейную сторону в основном разработал я: как записать информацию о форме и как моделировать движение. Главная идея моделирования была очень проста и очень естественна для человека, который знает физику. Она состоит в том, что следует использовать дифференциальные уравнения второго порядка, — ведь животное управляет мышцами, то есть его система управления оперирует ускорениями.

¹ Крупный математик, ведущий специалист по кибернетике. — *Здесь и далее прим. Л.Л.-М.*

² Один из крупнейших ученых того времени, выдающийся биолог, генетик.

Уравнения вы заимствовали из работ по биомеханике?

— Нет, мы сами вывели нужные уравнения — это сделал Виктор Минахин. Сначала он пытался написать уравнения, наблюдая за движением кошки. Но кошка же непослушная, она не станет по команде медленно ходить перед вами снова и снова. Поэтому Минахин решил записывать свои собственные движения.

То есть как?

— Очень просто — он ходил по комнате на четвереньках и замечал, какие мышцы когда включаются. Делал шаг, застывал — и думал, тщательно анализировал свою динамику. К счастью, за миллионы лет, что люди ходят на двух ногах, они не забыли, как ходить на четвереньках. Уже потом, после окончания работы над фильмом, я некоторое время посещал семинар на мехмате МГУ, где глубоко исследовалась механика ходьбы. Над этим работали крупные ученые — семинаром руководил Дмитрий Охочимский, очень активно изучал эти вопросы Сергей Фомин. Но нам для фильма было достаточно лишь внешнего правдоподобия. Мы его добились именно за счет использования дифференциальных уравнений при моделировании, хотя уравнения были, конечно, слишком грубыми для более сложных задач, например медицинских. Сейчас Минахин работает в Москве в Научном совете по проблемам кибернетики. Пономаренко увлекся буддизмом и постепенно ушел из «контактной области», никто из моих знакомых не знает, где он и что с ним.

Какова была техническая сторона создания фильма?

— Разработка программы, включая математическую часть, заняла несколько месяцев. Каждый отладочный расчет проходил относительно быстро, за вечер. Между прочим, эта программа послужила своего рода тестом на корректность работы БЭСМ-4. Мы считали на разных экземплярах этой машины, в разных институтах, и оказалось, что некоторые машинные коды на них интерпретируются по-разному. В таких случаях мы просто переписывали куски программы и работали дальше.

А из-за чего приходилось считать в разных местах?

— В тот момент разразилась известная история с «Письмом девяноста девяти» в защиту Александра Есенина-Вольпина³,

³ Математик, поэт, один из самых известных диссидентов советского времени, в марте 1968 года был насильственно помещен в психиатрическую больницу.

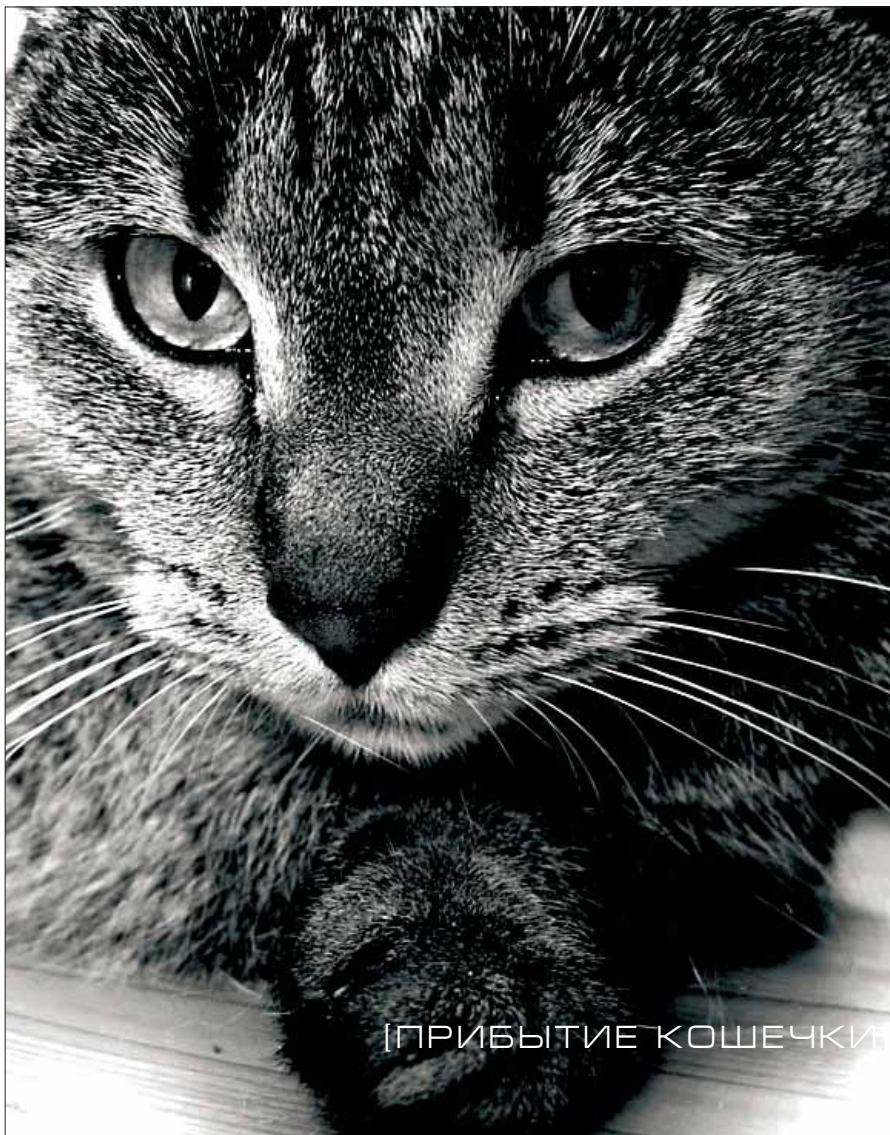
но это совсем другая тема, я не хотел бы ее касаться. На нашей работе это отразилось так: лаборатория Александра Кронрода (подписавшего письмо) в ИТЭФ (Институт теоретической и экспериментальной физики), где я тогда работал, была разогнана, мы на короткое время перешли в ИПУ (Институт проблем управления), но поработать не удалось и там, и мы заканчивали счет уже в Педагогическом институте им. Ленина. Так появился папирфильм, распечатка кадров на бумаге, а уже на кафедре научной кинематографии МГУ из этого папирфильма сделали настоящий мультфильм. С нами работал один художник, большой энтузиаст мультфильмов, который участвовал в создании знаменитой кинокомедии «Веселые ребята» — делал мультэпизод, где черти пляшут вокруг Луны. Он оказался не просто энтузиастом мультипликации, а еще и энтузиастом ко-

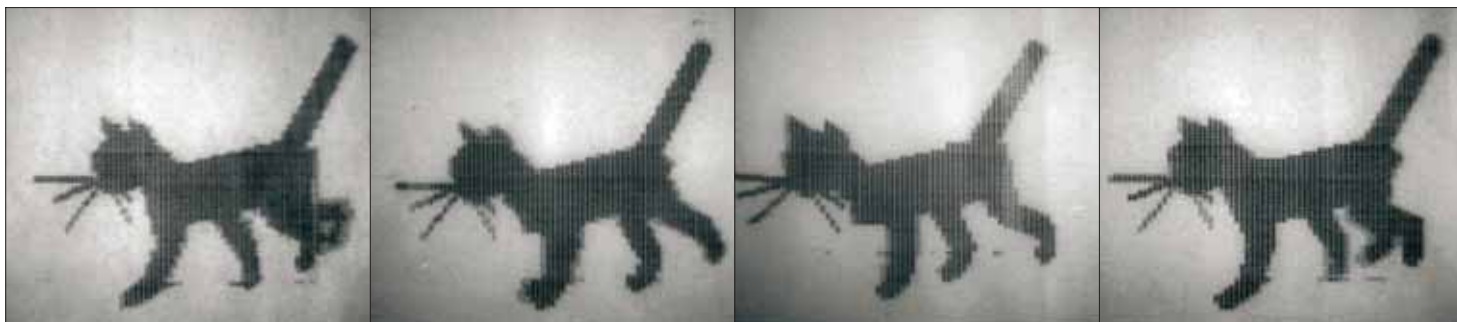
шек. У него дома была огромная выставка с портретами кошек, и из нашего фильма он тоже взял один кадр и повесил у себя. Так вот он сразу «понял», как мы сделали фильм: поначалу был твердо уверен, что кошку сняли на пленку, потом ее движения разложили по кадрам, набили в нужных местах буквы, вот и все! Кстати, в наш фильм он вставил красивую отсебятину — кошка строит рожи и выгибает спину — это не наша работа.

Мне на днях писал Ричард Парент из университета Огайо и спрашивал, не использовали ли вы датчики движения настоящей кошки? Я ответил, что уж чего-чего, а датчиков у вас точно быть не могло.

— (Смеется.) Это верно. Ну а когда фильм был закончен, я сразу начал его показывать. Первый показ был в МГУ. Пришло человек сто, а еще человек сто опоз-

Он ходил по комнате на четвереньках и замечал, **какие мышцы** когда включаются





дало, но опоздание было роковым, так как фильм идет всего несколько секунд — пришлось второй раз запустить. В том же году мы показывали его на Всесоюзной математической олимпиаде в Крыму, потом в «колмогоровском интернате» (сейчас — СУНЦ МГУ им. А. Н. Колмогорова).

Какова же была реакция?

— У математиков — очень хорошая. А вот Тимофеев-Ресовский отнесся к филь-

дей, средства, чтобы разработать и физически изготовить такое устройство — манипулятор. Я разговаривал на эту тему с серьезными, влиятельными учеными из ИПУ — с Игорем Фараджевым, в частности. Получил весьма показательный ответ: идея интересная, но у нас согласны делать только то, что уже делают в Америке. Если в Америке не делают, то никто не даст ни денег, ни разрешения на такую работу.

временный протез, кстати, — только хватательные).

Удивительно... ну а каким же был второй вопрос в интернете?

— Второй вопрос был еще интереснее: знает ли кошка, что она не настоящая? Я, конечно, ответил, что кошка ничего не знает, — но если сделать более богатую модель, то у нее будет и более богатое восприятие. У меня и нескольких коллег тогда был план смоделировать коллективную игру — например, хоккей, — где игрок не просто имел бы представление о положении и действиях других игроков, но и о том, что они думают о нем и его действиях. То есть там существовало бы, кроме индивидуального восприятия каждого участника, еще и коллективное восприятие, когда каждый знает что-то, что знают другие. У каждого есть модель других, включающая модель того, что они знают о нем; рекурсивная система. Много позже я вспомнил

Подобная ситуация типична для нас: раз в Америке не делают, значит, этого сделать нельзя, и точка

му без всякого интереса. Он и смотреть не захотел и даже слушать об этой работе не хотел. Со стороны биологов абсолютно никакой реакции не было — не считая того, что в связи с этой работой два моих ученика стали биологами, Юрий Лысов и Виктор Журкин, оба сейчас крупные ученые с международной известностью. Самая интересная реакция была у слушателей в интернате, там мне задали два удивительных вопроса. Первый: можете ли вы сделать такую систему, чтобы можно было не только посмотреть на эту кошку, но и погладить ее?

Системы с осязательной реакцией (haptic systems) сейчас в большой моде, но их стали разрабатывать совсем недавно!

— Вот видите, а в рукописи нашей статьи о фильме уже тогда было написано про то, как можно было бы сделать такую систему. Но Ляпунов это вычеркнул. Более того, я уже начал искать лю-

В Америке, кстати, компьютерная анимация в то время как раз начинала активно развиваться, причем в большой степени благодаря усилиям художников-авангардистов. Может быть, сославшись на это, можно было добиться чего-нибудь?

— Возможно, но я этим заниматься не хотел. Хочу только отметить, что подобная ситуация типична для нас: раз в Америке не делают, значит, этого сделать нельзя, и точка. Позвольте, я немного отвлекусь: совсем недавно телевидение нам сообщает: сенсация! где-то на Западе создан протез руки, который управляется нервными импульсами пациента. Нам показывают, как человек, лишенный руки, управляет таким протезом. Инвалид берет кружку, подносит ко рту. Но ведь в точности то же самое было сделано у нас в стране в 1956 году! Об этой работе мне давным-давно рассказывал Михаил Цетлин⁴. Для захвата нервных импульсов тогда использовалась радиоаппаратура, занимавшая целую комнату, — но это же было пятьдесят лет назад. И все работало. Точно такая же искусственная рука делала хватательные движения (как и со-



ФОТО НИКОЛАЯ АНДРЕЕВА

⁴ Фронтоник, после войны окончил Физический факультет МГУ. Любимый ученик И. М. Гельфанда, рано ушедший из жизни. Автор ярких работ в области кибернетики, математики и физики, в частности по темам, близким к физиологии.

об этой идее, читая Чарльза Дарвина. У Дарвина в одной из книг обсуждается, почему религиям примитивных народов свойственно одушевлять предметы. Он объясняет это примерно так: представление о каком-либо предмете, возникая у человека впервые, уже включает не только набор материальных характеристик этого предмета, но и всегда как бы автоматически резервирует некоторое представление о «душе» предмета, о его «разуме». Причем это происходит не только у человека. Дарвин пишет о реакции собаки на движение зонтика: когда зонтик двигается (например, от ветра), а рядом человека нет, собака рычит на зонтик, тем самым как бы одушевляя его. А когда человек двигает зонтик — она спокойна, потому что это действие человека. Дарвин был вообще необычайный человек, он из очень слабых, поверхностных впечатлений мог делать далеко идущие выводы.

Можно ли сказать, что был некоторый всплеск интереса, активности в связи с вашим фильмом, а потом все стихло и дальнейшего развития не имело?

— Да, я не нашел сотрудников, и все как-то так и застряло. Мне еще мама тогда говорила: вот ты делал-делал эту кошку, а получился пшик... какая тут игра слов, вы не заметили? Моя мама из Баку, а «пшик» по-азербайджански «кошка».

Какие же выводы из всей этой истории?

— Вывод такой: хочется, чтобы нашлись люди, которым интересно все это продолжать. Может быть, я бы тоже в этом участвовал, если бы что-то подобное началось.

В каком направлении вы сейчас стали бы развивать эту работу?

— В сторону связи речи с формой.

Что это значит?

— Меня всегда занимали вопросы моделирования восприятия. Удивительная вещь: входя в вагон метро, человек мгновенно осознает, где кто из пассажиров сидит, какая рука кому принадлежит и т. п., — но как описать этот процесс восприятия предметов? Как наш мозг анализирует сцену? Другой интригующий вопрос: как правильно записать картинку в цифровом виде? Если записывать значе-

5 Дао, которое может быть выражено словами, не есть постоянное дао.

Имя, которое может быть названо, не есть постоянное имя.

Безымянное есть начало неба и земли, обладающее именем, — мать всех вещей.

Поэтому тот, кто свободен от страстей, видит чудесную тайну (дао), а кто имеет страсти, видит только его в конечной форме.

Безымянное и обладающее именем одного и того же происхождения, но с разными названиями. Вместе они называются глубочайшими. Переход от одного глубочайшего к другому — дверь ко всему чудесному. — Пер. Ян Хин-шуна.

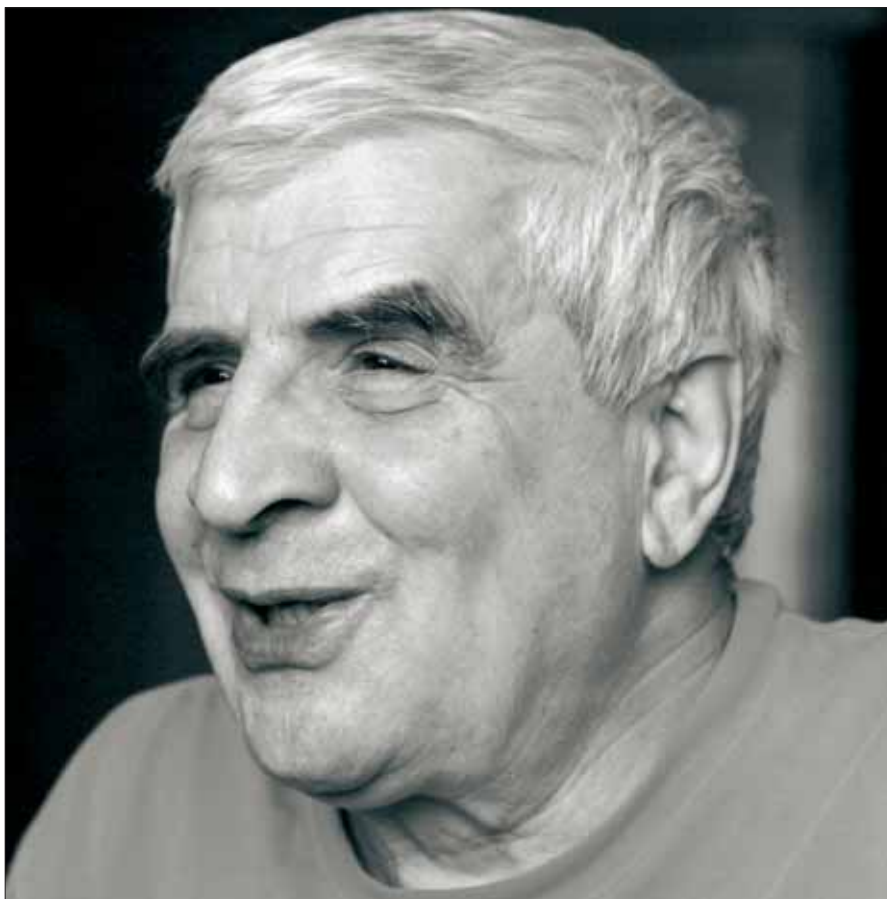


ФОТО НИКОЛАЯ АНДРЕЕВА

ние каждой точки — эта черная, эта белая, — мы не получим ни малейшего представления о том, где и какие предметы изображены. Ответов на эти вопросы до сих пор нет. Обдумывая их, я уже давно пришел к такой идее: нужно, чтобы в описании визуальной формы участвовали те же самые параметры, которые фигурируют в речи. Я думаю, что принципы записи формы и принципы речи очень глубоко связаны. У меня есть другие дела, очень интересные, но я все жду, когда же будет возможность в эту сторону пойти — постараться провести параллели между творением и восприятием речи и творением и восприятием различных описаний пространственных форм.

Эволюция работала полмиллиарда лет, чтобы разработать творение и восприятие форм, а речь она создала в одно мгновение — в какой-нибудь миллион лет! Это было бы чудо, если бы восприятие форм не подготовило все необходимое для речи.

В вашу статью о «Кошечке» эта мысль не попала?

— В рукописи было кое-что, но Ляпунов и это вычеркнул. Он сказал, что никто не поймет, и был прав. Даже когда я среди ближайших коллег все это рассказывал, на семинаре Александра Кронрода, стало ясно, что никто не понимает, о чем речь.

Что называется, почва тогда еще не была готова?

— Вероятно. Хотя позже я говорил об этом с нашим крупнейшим лингвистом Игорем Мельчуком, и мне показалось, что он был воодушевлен. В самых неожиданных местах я иногда нахожу переклички и с нашей работой по анимации, и с моими мыслями о связи речи и формы. Например, известно, что Леонардо да Винчи бродил по городу, запоминал лица, а потом, дома, делал наброски по памяти для своих знаменитых рисунков. Но он не только запоминал лица, он ведь еще и писал какие-то числа, записывал пропорции. Смысл многих из этих чисел до сих пор неясен, но ему они были безусловно необходимы. Как тут не вспомнить, что мы, математики, работая над нашим фильмом, хорошо осознавали, что тот, кто пишет уравнения для таких задач, должен быть и художником тоже. А не так давно я открыл «Дао дэ цзин», трактат Лао-цзы, основателя даосизма, и на первой же странице обнаружил рассуждение о связи двух... ипостасей мира, если угодно, которые соединяет «волшебная дверь» (я по памяти пересказываю)⁵. Я сразу вспомнил свои размышления о связи мира форм и мира слов и подумал: так вот оно что — я, стало быть, хочу войти в эту волшебную дверь... ■