



---

Л.Б. Переверзев

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ФИЛОСОФИЯ СЕЙМУРА ПАПЕРТА

Статья представляет собой расширенный реферат работ С. Паперта, одного из мировых лидеров информатизации школы. Существенное место в статье занимает обсуждение образовательных методик и ситуаций, использующих в качестве инструмента среду «Лого», дающую возможность для реализации и иллюстрации образовательной философии С. Паперта.

Аннотация

---

В середине 1980-х годов математик, психолог, теоретик искусственного интеллекта и мировой лидер в исследованиях по информатизации образования профессор Массачусетского технологического института (МИТ) Сеймур Паперт впервые приехал в Россию. На встрече с российскими учителями он сказал: «Я надеюсь, что с помощью компьютеров и программ для них нам удастся:

Предисловие

---

Сеймур Паперт:  
ученый, учитель  
и учащийся

---

а) продемонстрировать, что каждый ребенок, имеющий свободный доступ к персональному компьютеру, может без излишнего напряжения несравненно быстрее и полнее развить свои творчески-познавательные способности и научиться гораздо большему за куда меньший срок даже в нынешних школах с их невыносимо перегруженными учебными планами, перенаселенными классами и катастрофическим дефицитом квалифицированных учительских кадров;

б) показать обществу, сколь крупные выгоды оно может для себя извлечь, давая всем детям хорошее образование, и тем побудить его (общество) вкладывать значительно больше денег и сил в повышение качества подготовки учителей и увеличение их количества, а, тогда, быть может, школам не так уж и понадобятся компьютеры».

Получив высшее математическое образование в университетах Йоханнесбурга, Кембриджа и Парижа, С. Паперт был несколько лет аспирантом и потом ассистентом знаменитого швейцарского психолога Жана Пиаже в Женеве. В начале 1960-х годов он получил приглашение в МИТ, где вместе с Марвином Минским возглавил Лабораторию искусственного интеллекта, а затем вместе с Никласом Негропonte создавал знаменитую Медиа Лаб. Тесное переплетение интересов и опыта профессиональной работы сразу в двух этих областях дало замечательные плоды. Эксперименты по моделированию мыслительных процессов с помощью вычислительной техники



привели к идее превратить компьютер в мощнейшее орудие образования как для детей, так и для их учителей, не желающих отставать от учеников.

На протяжении 1970-х годов Паперт ведет напряженные лабораторные исследования и осуществляет ряд смелых поисковых проектов в младших классах нескольких американских школ. Результатом является написанная им книга «Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas» (1980, есть русский перевод: «Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи»). В этой книге мы находим развернутый манифест учебной среды «Лого» и методологию «конструкционизма» (существенно скорректированной доктрины Пиаже), конкретно-практические примеры того, как с помощью компьютера преодолевается мнимая неспособность и традиционная неприязнь большинства к школьной математике (выдающая бессознательный страх перед всяким учением), и настойчивый призыв реформировать образование в свете вышеозначенных принципов и перспектив.

В середине 1980-х годов С. Паперт создает в МИТ Группу Познания и Учения. Заметим, что ранее высказанные им оптимистические надежды сбылись лишь частично и тринадцать лет спустя после публикации «Mindstorms» появилась его вторая книга — «Children's Machine. Rethinking School in the Age of Computer» («Машина детей. Переосмысление школы в век компьютера»), существенно дополняющая и уточняющая первую. В 1996 году вышла третья — «The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap» («Восстановление связи поколений в цифровые времена»).

Обращаясь к аудитории, С. Паперт всегда говорит от своего имени, рассказывает о событиях, свидетелем и участником которых являлся, и нередко приводит внешне мелкие, но ключевые по их последствиям случаи из собственной жизни, начиная с первой влюбленности в дифференциал отцовского автомобиля, пережитой им в возрасте двух лет, и кончая наблюдениями за своими внуками, получившими доступ к компьютерам прямо с пеленок. Характерна для Паперта и его готовность учиться всему, что обогащает его понимание того, как человек учится: еще одному иностранному языку, жонглированию шарами, пилотированию самолета, выпечке круассанов или дрессировке кошек.

Сегодня тысячи школ — от Канады и Коста-Рики до Австралии, Южной Кореи и России — успешно практикуют образовательную философию и технологию Паперта, известную под именем «Лого». Хотя первоначально так был окрещен его любимый язык программирования, суть дела здесь далеко не исчерпывается «компьютерной грамотностью».

С. Паперт провозгласил в 1970-м году тезис, противоположный идее обучающей машины: уже с детского сада ребенок может (и должен всячески поощряться) по собственному почину и с большим удовольствием *обучать компьютер*. Смысл работы с компьютером — не «повышение успеваемости» за счет принудительного



запоминания фактов и правил, а интегральное развитие познавательных и творчески-продуктивных способностей учащихся.

Смысл и содержание концепции «Лого» отнюдь не сводятся исключительно к одному имени и одной фигуре. Помимо огромного влияния уже упомянутого Пиаже, там явно и неявно синтезируются общие идеи, изобретения и открытия таких выдающихся умов XX века, как Л.С. Выготский, Норберт Винер и Грей Уолтер, Марвин Минский, Уолли Фюрциг, Алан Кей и многих других видных психологов, математиков, кибернетиков и творческих инженеров.

С. Паперт — неутомимый миссионер глобального размаха. Его лекции, семинары и мастер-классы — будь то в крошечных деревенских школах горного Таиланда, американских тюрьмах для малолетних правонарушителей, или в старейших европейских университетах, устраивающих международные конференции по «Лого», — неуклонно увеличивают число приверженцев этого движения. Первые попытки использования «Лого» при изучении информатики были предприняты у нас в стране уже в ранних 1980-х годах в стенах двух-трех привилегированных спецшкол.

Лаборатория «Лого», возглавляемая С.Ф. Сопруновым, составила ядро Института новых технологий образования, созданного в 1989 году и сделавшегося форпостом информатизации наших школ.

За минувшие семнадцать лет профессор Паперт еще много раз приезжал в нашу страну, участвовал в ряде важных симпозиумов и совещаний, общался с большим количеством школьных учителей, проводил с ними коллоквиумы и практические занятия.

Российские учителя и учащиеся накопили серьезный опыт использования цифровых инструментов LogoWriter (в русифицированной версии — ЛогоРайтер) и более поздних MicroWorlds (ЛогоМиров) и российской разработки ПервоЛого. В отличие от «закрытых», узко профилированных учебных программ, чаще всего содержащих конечные наборы «экзаменующих» вопросов по какой-то конкретной теме учебника, или упражнений для приобретения какого-то единичного навыка, названные пакеты «Лого» представляют собой универсальные и открытые учебно-развивающие среды. Как указывает С.Ф. Сопрунов: «Можно предположить, что учитель астрономии предложит своим ученикам изобразить движение планет, учитель истории — проиллюстрировать жизнь средневекового замка, а учитель русского языка — формализовать грамматическое правило. Мы надеемся, что Logo Writer может быть использован в школе не только в виде специального “компьютерного курса”» [1].

Использование таких развивающих сред, как «Лого», необыкновенно расширяет горизонты познавательной, проектно-конструкторской и художественной активности детей, но зато и учителю приносит множество совсем новых и невероятно сложных проблем, о чем стоит подумать загодя, чтобы не быть застигнутым ими врасплох. Вот ряд ключевых проблем, выделяемых С. Папертом:

«Лого» — превосходное введение в программирование и информационные технологии, или нечто большее?

Кардинальные вопросы



- Человек рожден безостановочно учиться всю жизнь, учение обогащает и приносит радость. Почему же так много людей им тяготеют и от него отвращаются?
- Из чего складывается и как протекает столь успешный и многогранный «естественный» процесс учения ребенка от рождения до школы?
- В чем причина того, что после поступления в школу тяга и способность к учению у большинства детей резко падает, а подчас даже полностью прекращается?
- Почему уже в школе начинается губительный для учения раскол единой в своей основе культуры на две антагонистические сферы — естественнонаучную и гуманитарную?
- Устранимы ли препятствия, воздвигаемые перед учением нынешней школьной системой, за счет совершенствования ее устройства, и если нет, то что должно прийти ей на смену?
- Какие перспективы коренного обновления образования открылись с появлением цифровых технологий и каковы должны быть шаги к их практической реализации?

#### Учение и школа

#### Матофобия — боязнь учения

Любую общую педагогическую проблему Паперт пытается прежде всего смоделировать и рассмотреть на примере изучения математики — традиционно наиболее трудной, но вместе с тем наиболее универсальной и необходимой школьной дисциплины. Ведь, изучая математику, мы можем научиться оперировать основными категориями мышления: сравнивать, различать и отождествлять, логически рассуждать, делать умозаключения и доказывать истинность или ложность тех или иных высказываний. Однако у многих, особенно у людей, именуемых «гуманитариями», эта наука вызывает острую неприязнь, подчас подлинную «матофобию». Главная вина здесь падает на школу, ибо она, «обрекая детей на ситуацию вынужденного учения, порождает у них ярко выраженное негативное отношение к математике, а зачастую, и к учебе в целом» [3:19].

Паперт указывает на примечательное лингвистическое родство: слово «математика» происходит из того же корня, что и древнегреческие *mathanein* (учиться), *mathema* (урок), *mathematicos* (расположенный к учебе). Взрослым, кто боится математики, скорее всего просто не хватает решимости сделать над собой усилие, чтобы научиться упорядоченно и связно мыслить. По сути, такими людьми владеет страх перед учением как таковым. Не желая признавать этот уязвляющий их самолюбие факт, они предпочитают самое простое объяснение: отсутствие у них способностей к данному предмету. Сплошь и рядом (правда, по иным мотивам, связанным с нежеланием признавать дефекты своих методов) аналогичный приговор детям выносит и школа.

Но, продолжает Паперт, допустим на минуту (хотя специальные исследования и конкретная практика экспериментальных школ убедительно доказывают обратное), что существует некоторая общая неспособность изучать математику, физику, историю, литературу,



музыку и т.д. Однако в случае с иностранным языком (положение которого в школе обычно столь же плачевно) здесь явно что-то не клеится. Трудно поверить, что поколения американских школьников, уже в раннем детстве беспрепятственно и без всякого специального обучения осваивающих английский язык, почти поголовно от рождения лишены способности к французскому, преподаваемому в школе. Во всяком случае, подобная теория никак не объясняет, почему во Франции школьники, также не испытывающие никакого труда с родным языком, столь же избирательно поражены неспособностью к английскому.

Скорее можно предположить, что школой в принципе не обеспечиваются какие-то фундаментальные условия, необходимые для полноценного усвоения каждым учеником не только математики и иностранных языков, но и всех дисциплин. Поэтому тратить силы на какие-то частичные улучшения традиционной школьной системы не более разумно, чем пытаться усовершенствовать конный транспорт накануне изобретения двигателя внутреннего сгорания. (Другой любимый Папертом пример — завершение американцами строительства самого быстрого в мире трансатлантического лайнера вскоре после того, как начались регулярные пассажирские трансатлантические перевозки.)

Матетикой (ср. вышеприведенные греческие слова, этимологические связанные со словом «математика») С. Паперт называет «совокупность принципов, которым подчиняется учение». Знания о самом учении, т.е. знания о том, как следует учиться, Паперт называет матетическими знаниями. Он утверждает, что как курс искусства учения матетика (под каким бы именем она ни приобрела известность) является для детей еще более важной областью изучения, нежели «математика» [3: 61; 4: 84]. Прохождение такого курса нелишне и для взрослых. Многим из нас оно помогло бы ликвидировать фатальный страх перед учением, рассеять пагубное заблуждение относительно природной способности или неспособности к определенным дисциплинам, увидеть глубинную связь между физико-математическими и гуманитарными науками.

Школа, однако, не спешит с решением этих первоочередных задач современного образования. Как пишет Паперт: «Мы считаем правильным учить людей тому, что для них наиболее важно сейчас, чем они больше всего заняты. Главным занятием детей является учение, думание, игра и тому подобное. Однако как раз о такого рода вещах мы им ничего не говорим. Вместо этого мы рассказываем им о числах, грамматике и Французской революции, смутно надеясь, что из этой мешанины сложится нечто действительно важное как-то само собой. Иногда так получается. Но случаи отчуждения, ухода из школы и подростковой наркомании не менее часты... Так почему же мы не учим их думать, учиться, играть?» [4: 85].

Вторым важнейшим понятием, дополнительно проясняющим смысл матетики, является эвристика — «искусство интеллектуального

Матетика, эвристическая игра и польза ошибочных теорий



открытия», интуитивно-поисковый подход к решению проблем. Оба понятия заключают в себе принципы, «освещающие и облегчающие процесс учения». Процесс этот возникает в любой ситуации приспособления к новому и овладению им; например, «когда кто-то сталкивается с новым устройством, новой танцевальной фигурой, новой идеей или новым словом. Сначала это новое соотносится с тем, что уже освоено или известно. Затем выясняется, в чем же состоит новизна и как с ней обращаться. Например, осваивая новое слово, мы сначала ищем знакомую «основу», а затем практикуемся в его употреблении, сами строим содержащие его предложения» [3: 124].

Вместе с тем «новые знания часто противоречат старым, и эффективное учение предполагает стратегии, учитывающие такое противоречие» [2, 3]. Учащемуся нужно дать возможность играть с простыми и наглядными примерами и получать из опыта игры необходимые ему новые знания. При этом вовсе не обязательно (и даже нежелательно) идти по прямой линии «от одного истинного положения к другому, еще более правильному». Естественный для детей «путь учения» включает «ошибочные теории»: сравнивая «теории» между собой и подвергая их логической и экспериментально-эмпирической проверке, они научаются распознавать истинные и ложные моменты, содержащиеся в любой построенной ими теории.

К сожалению, среда обычного школьного урока, где всегда требуется правильный ответ, наказывает любую ошибку снижением отметки, неудовольствием учителя или насмешками со стороны класса и тем заведомо исключает подобный путь. Нельзя ли исправить столь очевидно контрпродуктивный подход? Почему бы специально не организовать для учащихся «такую интеллектуальную среду, в которой требования правильности, негативное отношение к ошибке не занимали бы доминирующего положения?» [3: 136—137].

Созданию такого рода эвристически-игровой, учебно-развивающей, в буквальном смысле *общеобразовательной* среды и посвящена деятельность С. Паперта на протяжении последней трети XX века.

Естественная  
среда учения

---

Паперт заимствует у Пиаже «образ ребенка как зодчего, возводящего структуры собственного интеллекта».

Едва родившись, ребенок начинает учиться: на втором году жизни он «научается» ходить, к началу третьего — говорить и пользоваться ложкой, в четыре года он уже сам одевается, и т.д. К поступлению в школу у детей обычно накапливается также неплохой запас интуитивных физико-математических знаний, в рациональной форме преподаваемых лишь ученикам средних и старших классов. Дети отлично оценивают размеры и другие количественные соотношения непосредственно окружающих их объектов. Например, они очень быстро и достаточно точно вычисляют расстояния и углы, скорость и ускорение, разложение сил и взаимодействие движущихся масс, когда гоняются друг за другом, играя в пятнашки (салочки, догонялки), забивают футбольные мячи, фехтуют на палках или лавируют между автомобилями, пересекая улицу в часы пик.



Сходными интуитивными знаниями (причем намного большими, чем показывают результаты их школьных тестов по соответствующим дисциплинам) обладают и взрослые домашние хозяйки, «на глазок» комбинирующие в нужных пропорциях ингредиенты и управляющие процессами механической, химической и термической обработки приготавливаемых ими блюд. С. Паперт называет это «кухонной математикой», являющейся «конкретной формой рассуждения», принципиально отличной от изучаемых в школе абстрактных форм, и делает чрезвычайно важный для его концепции вывод. «Центральная математическая мораль такова: люди наглядно демонстрируют, что они могут осваивать математику вне формального процесса обучения, при этом даже в ситуации, когда их раньше учили иначе». Тот факт, что рациональное освоение тех же знаний в школе для многих превращается в непреодолимое препятствие, приводит к еще одному, математически столь же важному, выводу. Есть «форма познания и учения, данная людям как бы от природы, но идущая наперекор всему, происходящему в школе» [4: 115— 116]. Разрешим ли конфликт «естественного» и «школьного» учений и что именно придает последнему столь «противоестественную» направленность?

В своей первой книге С. Паперт утверждает: если за образец «успешного учения брать способ, каким ребенок овладевает речью», то нужно считать «класс искусственной и неэффективной учебной средой, которая была создана обществом, поскольку естественное окружение плохо соответствовало столь важным областям», как «школьное правописание, грамматика или математика». Однако есть шанс преобразовать учебную среду вне класса так, что «многие, если не все, школьные предметы, которым в настоящее время обучают с таким трудом, с такими затратами и с таким ничтожным успехом, будут осваиваться так же, как дети учатся говорить, — легко, успешно и вне формально организованной сферы обучения. Это очевидно означает, что школ в том виде, в каком мы их знаем сейчас, в будущем не будет. Но вопрос о том, будут ли школы сами преобразовывать себя или же они отомрут и будут заменены чем-то иным, остается открытым» [3: 18].

Знакомство со школами разных стран мира привело Паперта к более определенному, и в глазах многих, крайне парадоксальному суждению. Коротко оно звучит так: «Школа, пораженная болезнью прогрессирующей искусственности и техницизации (“отехничивания”), уже давным-давно превратилась в гигантскую машину, основанную на безнадежно устаревших технологических принципах и неуклонно истребляющую в себе все живое; единственным средством успешного излечения школы от этого смертельного недуга может (при известных условиях) стать новая технология» [4: 56].

Вот как раскрывается этот тезис: наиболее естествен «тот вид учения, который имеет место при здоровых взаимоотношениях между матерью и ее ребенком или между двумя знакомящимися

Школа,  
превратившаяся  
в машину

---



друг с другом людьми. Но обучение в школе не является природным актом. Напротив, институт школы с ежедневным расписанием, фиксированным учебным планом, стандартизированными тестами и прочими атрибутами постоянно стремится редуцировать учение к серии технических операций, а учителей — к техникам (т.е. специалистам, имеющим дело только с машиной. — Л. П.). Конечно, это никогда не удастся полностью, ибо учителя противятся навязываемой им роли техников и привносят теплые, естественные человеческие отношения в классные комнаты» [4: 55]. Фактически «учитель занимает ту или иную промежуточную точку оси, на одном конце которой находится техник, а на противоположном тот, кого позволительно называть подлинным учителем» [4: 55]. От того, какой из двух названных ролей и позиций будет отдано решающее предпочтение, зависит исход любой образовательной реформы, и выбирать здесь — учителям.

Сбросить  
скорлупу техни-  
зированнойности

---

Медлить с подобным выбором уже невозможно. Главнейшая характеристика нашей эпохи — стремительно нарастающая скорость и масштабы мегаперемен, затрагивающих буквально все аспекты современной действительности. Считать целью школьного образования механическую передачу детям пресловутой «суммы знаний», устаревающих быстрее, чем переписываются учебники и пересматриваются учебные планы, — абсурдно.

«Инструкционизм», т.е. подход к обучению, ставящий во главу угла рецептурные инструкции по поводу того, что ученику надлежит запоминать, а потом воспроизводить, должен уступить место «конструкционизму» — активному построению, конструированию самим учеником нужных ему понятий и знаний из имеющихся вокруг него элементов учебного содержания.

К тезису Пиаже о том, что каждый ребенок есть «зодчий, возводящий структуры собственного интеллекта», Паперт делает кардинально важное дополнение: одной лишь свободы от внешнего принуждения для подобного рода «зодчества» еще недостаточно. Необходимо также адекватное культурное окружение, в котором ребенку было бы интересно учиться и самостоятельно добывать знания, которые позволяли бы ему справляться с нетривиальными и совершенно новыми проблемами, не имеющими аналогов в прошлом. Это культурное окружение должно быть таким, чтобы ребенок всегда мог найти там живые, яркие, лично близкие ему ассоциации со стоящей перед ним учебной задачей.

Бессмысленно ставить подобную задачу перед внутренне отехниченной школой, где царит «модель механического заучивания, когда материал воспринимается как лишенный смысла; иными словами... модель, лишенная ассоциаций» [3: 56]. Чудовищно инерционная школа, которая упорно противится каким-либо изменениям основ ее машинной структуры, принципиально не способна готовить учеников к полноценной деятельности даже в сегодняшнем, не говоря уж о завтрашнем, мире.





«Основной вопрос о будущем образования — будет ли технология укреплять или подрывать отехниченность того, что стало теоретической моделью и, в очень большой степени, реальностью школы». Придать ей способность не только реагировать на мегаперемены, но и до какой-то степени предопределять их будущий курс, можно лишь одним путем: «используя технические средства для того, чтобы высвободить учение в школе из сковывающей его технической скорлупы» [3: 55, 56].

Тему «машин», возвращающих учению «естественный» характер, С. Паперт начинает с первой же строки «Mindstorms»: «Мне не было двух лет, когда у меня возник интерес к автомобилям. Названия деталей машины составляли существенную часть моего словаря тех лет, и предметом особой гордости было мое знание слова “дифференциал”. Вскоре игра с шестернями стала моим излюбленным занятием. Я был просто влюблен во вращающиеся наподобие шестерней круглые предметы... и из полученного конструктора прежде всего... собрал простейшую зубчатую передачу».

Автомобилями увлекались и продолжают увлекаться миллионы мальчиков, но не каждому из них приходит в голову, как это случилось с юным Сеймуром, «мысленно представлять вращающиеся колесики и выстраивать причинно-следственные цепочки» типа «это колесико вращается так, значит то должно вращаться вот так, а то...». Также не всем подросткам, крутящим шестеренки, «особенно нравится, что в дифференциале нет линейности и детерминированности... Я совершенно ясно помню свое волнение, когда обнаружил, что недетерминированная система может подчиняться определенным законам и быть абсолютно понятной». В результате «увлечение дифференциальными передачами сильнее сказалось на моем математическом развитии, чем то, чему меня учили в начальной школе. Пользуясь в качестве моделей зубчатыми передачами, я совсем иначе постигал многие абстрактные идеи», включая «мое первое решение уравнений с двумя неизвестными», которые тут же «сделались моими добрыми друзьями» [3: 8].

Много лет спустя, читая труды Пиаже, С. Паперт осознал свою увлеченность передаточными механизмами в терминах ассимиляции и констатировал: «Любая вещь дается легко, если вам удастся ассимилировать ее в совокупности собственных моделей. Когда же это не получается, что угодно может оказаться мучительно трудным... Понимание учения должно быть генетическим, т.е. оно должно опираться на генезис (процесс зарождения и становления) знания. Чему может научиться индивид и как он будет учиться, зависит от того, какими моделями он овладел. Следовательно, в “законах учения” должно раскрываться, как интеллектуальные структуры вырастают одна из другой, как в ходе этого процесса они приобретают не только логическую, но и эмоциональную форму» [3: 10].

Возникновение интеллектуальных моделей

От зубчатых колес к абстрактным идеям



Аффективная  
сторона  
и материалы  
интеллектуаль-  
ного зодчества

---

Живое и взволнованное переживание ребенком рождающегося у него знания — таков первый из двух важнейших вкладов С. Паперта в развитие тезиса о «зодчем собственного интеллекта», выдвинутого Пиаже. Последний намеренно, во имя строгой «научности», ограничивался рассмотрением только когнитивной, логически-познавательной стороны учения. Паперт уделяет равное внимание стороне *аффективной*, связанной с переживанием индивидом тех или иных эмоций по поводу предмета и самого процесса учебы: «Мой контакт с шестеренками был наполнен чувством, любовью, а не только пониманием» [3: 10].

Шестеренки служили *объектом перехода* от конкретных телесных манипуляций с осязаемыми вещами многообразного окружающего мира к построению абстрактных логико-математических понятий. Выбор для этой цели именно зубчатых колес был глубоко индивидуален. Было бы бессмысленно тиражировать тот же самый объект перехода, «чтобы каждый ребенок смог приобрести тот же опыт», — «надеяться на это означало бы не понять самой сути моей истории. Ведь я *полюбил* передаточные механизмы! А это невозможно описать в чисто когнитивных терминах. Со мной произошло что-то личное, и нельзя утверждать, что с другими произойдет то же самое» [3: 11].

Следующий вклад С. Паперта состоит в указании на то, что сама способность маленького зодчего возводить интеллектуальные постройки все большей сложности, объема и совершенства, равно как и возраст, в котором эта способность проявляется, существенно зависит от того, какие «строительные материалы» при этом окажутся у него перед глазами и под рукой. Приходят же они из ближайшего культурного окружения, весьма различающегося по составу и объему. «В одних случаях культура поставляет их в изобилии... Сам факт, что многие из предметов обихода (ножи и вилки, мамы и папы, ботинки и носки) соотносятся друг с другом, становятся “материалом” для построения интуитивного понятия о числе».

Но нельзя сказать того же о выработке классификационных понятий, ибо «наша культура относительно бедна на модели операций по систематизации». Поэтому «в большинстве случаев, когда Пиаже объясняет более медленное формирование отдельного понятия его большей сложностью и абстрактностью, я усматриваю решающие факторы в относительно плохой представленности в нашей культуре тех материалов, которые могли бы превратить данное понятие в простое и доступное» [3: 16]. Напомним, что Пиаже проводил свои наблюдения над самостоятельной познавательной активностью детей, давая им (опять-таки ради чистоты полностью контролируемого эксперимента) лишь минимальный набор простейших предметов, вроде элементарных геометрических тел, весов и стаканов с водой. Среди них не было ничего и отдаленно похожего на автомобильный дифференциал с весьма сложной конфигурацией шестерен, способствующий постижению алгоритма решения квадратных уравнений или пониманию нелинейных процессов и недетерминированных систем.



Но тут учитель, уже предупрежденный С. Папертом о бессмысленности тиражирования его любимых передаточных организмов, которые для других детей, вполне вероятно, окажутся ничего не значащим куском железа, спросит: «Какова же тогда практическая ценность выводов, сделанных из события, носящего сугубо индивидуальный и единичный характер?»

В самом деле, культурой накоплено огромное количество вещей: орудий, механизмов, приборов, аппаратов, машин; аграрных, военных, транспортных, промышленных и коммуникационных систем; стихотворений, музыкальных пьес, скульптур, живописных полотен, театральные спектаклей, песен, танцев, гимнастических упражнений, атлетически-цирковых жанров и т.д. Не исключено, что любой артефакт (как, разумеется, и факт природы) может вызвать интерес и любовь у того или иного ребенка и послужить ему «объектом перехода», помогающим овладеть интеллектуальными операциями высокого уровня. Но как это выяснить? Предъявить наглядно и в доступной для манипуляций форме все предметное богатство культуры (а заодно и натуры) каждому двух- трехлетнему малышу или хотя бы первокласснику с тем, чтобы он все самостоятельно перепробовал и выбрал что-нибудь себе по вкусу?

С. Паперт убежден: прогресс информационных и коммуникационных технологий делает подобную идею не столь уж фантастичной. «Что не под силу шестеренкам, с тем может справиться компьютер», этот «технический Протей». Его сущность «в универсальности, способности к моделированию всего, чего угодно. Поскольку он может принимать тысячи ликов и выполнять тысячи функций, он может удовлетворять тысячи вкусов». Благодаря этому «использование компьютеров может изменить современные представления о возрасте, в каком ребенок может нечто понять», и «поставить под сомнение общепринятые постулаты возрастной и дифференциальной психологии, а также наши представления о формировании установок» [3: 13].

Однако для этого нужно, прежде всего, радикально изменить исходное понимание роли компьютера в образовании. По широко распространенному мнению, компьютер используется для того, чтобы «обучать ребенка», или даже «программировать ребенка», который при этом трактуется как некий автомат для выполнения заранее предопределенных операций и достижения целей, поставленных ему кем-то другим. Тем самым «продолжается насильственное насаждение трудноусвояемого материала, доставшегося от докомпьютерной эпохи» [3: 62].

Позиция С. Паперта диаметрально противоположна: «Ребенок программирует компьютер и, делая так..., не только овладевает частичкой самой современной техники, но и приобщается к некоторым из самых глубоких идей естествознания, математики, а также к искусству интеллектуального моделирования» [3: 14].

К такого рода взглядам создатель философии «Лого» пришел, по его словам, в стремлении «превратить компьютер в инструмент



Вовлечь  
собственное тело  
в познание  
и рефлексиро-  
вать о нем

настолько гибкий, чтобы многие дети сумели создать для себя нечто похожее на шестеренки моего детства» [3: 11]. Обосновывая эту идею, Паперт описывает ситуацию, когда ребенку предлагают сперва рассмотреть в качестве объекта перехода учения собственное тело, обладающее не только природными, но и до некоторой степени культурными чертами.

Сначала надо «дать детям способ размышлять о себе как о “творящих науку”, когда они занимаются вещами, доставляющими им физическую радость», например, шаганием на ходулях или жонглированием. Это позволит сделать для них очевидным «тот факт, что овладение физическим навыком во многом схоже с построением научной теории».

Как известно, некоторые знаменитые спортивные тренеры «затрачивают немало усилий на анализ и вербализацию движений, которым должны выучиться и которыми овладевают их подопечные» для достижения рекордных результатов. Т. Галлуэй, автор книги «Внутренний теннис», «побуждал своих учеников думать так, как если бы они состояли из двух “я”: одно из них — аналитик, склонный все описывать словами, а другое — более целостная, склонная к интуитивному восприятию натура, причем оба “я” должны контролировать друг друга». Очень важную часть выработки физического навыка составляет при этом «обучение тому, какому из двух “я” отдать предпочтение в тот или иной момент» [3: 104].

Предлагая тот же подход ученику, мы относимся к нему «как к эпистемологу», т.е. исследователю феномена познания: «ребенок поощряется в стремлении стать знатоком в распознавании и выборе различных способов мышления», помогающих приобрести нужный телесный навык. Но необходимость осуществлять подобного рода рефлексии (мыслить о собственном мышлении) порождает специфические проблемы языкового плана. Обыденный «современный язык недостаточно богат, чтобы описать эту область деятельности», поэтому очень кстати оказываются более формализованные и структурированные способы рассуждения, заимствованные из математической логики, алгебры и теории алгоритмов.

Взглянем, не вдаваясь в подробности, на две соответственно построенные стратегии обучения процессу жонглирования, где первая отражает ход мыслительного процесса, характерного для языка «наивного» наблюдателя, а вторая — более вдумчивый и аналитичный рефлексивный метод.

#### *Рефлексивная тренировка в жонглировании*

Первая стратегия. Если просто посмотреть на движение мячей в руках умелого жонглера, то можно составить описание необходимых для тренировки «биомеханических» действий:

1. Начало. Мячи 1 и 2 находятся в левой руке, мяч 3 — в правой.
2. Перебрасываем мяч 1 по крутой параболе в правую руку.
3. Когда мяч 1 достигает вершины параболы, бросаем мяч 3 из левой



руки по крутой параболе так, чтобы траектория мяча 3 проходила под траекторией мяча 1.

4. Когда мяч 1 достигает правой руки, а мяч 3 находится в вершине параболы, перебрасываем мяч 2 по траектории, проходящей ниже траектории мяча 3. И т.д.

Приведенное выше можно было бы кратко записать в виде серии процедур типа БРОСОК ПРАВОЙ, БРОСОК ЛЕВОЙ и т.д. Однако эта примитивно-линейная инструкция, лишенная сколько-нибудь глубокого анализа и обдумывания событий, составляющих суть жонглирования, мало пригодна для овладения навыком (разве что ценой огромного числа попыток с медленным и случайным нащупыванием вслепую правильного пути).

**Вторая стратегия.** По сравнению с первой она предполагает не только наблюдение и подражание, но и размышление над смыслом происходящего с опорой на достаточно развитые аналитико-синтетические процедуры. Принципиально важно то, что с точки зрения описания алгоритма деятельность жонглера перестает быть чисто последовательным процессом смены одной операции другой; теперь она складывается из нескольких параллельных процессов.

Для описания соответствующих процедур используется элемент параллельного программирования: «демон» КОГДА. Функционирует демон просто: он производит определенное действие, всегда, когда наступает некоторое, заранее описанное событие. (Напомним, что в древнегреческой мифологии демон — это божество-оборотень, непрестанно меняющее свой облик. — Л. П.). Метафора «демона» отражает ту идею, что команда на действие подается неким автономным «устройством», а не центральным процессором. «Устройство» может быть специальным навыком, сформированным у человека, или отдельной вспомогательной программой. До поры это устройство бездействует, но в нужный момент оно, подобно демону, бросается выполнять свою функцию.

Вторая стратегия, использующая, по существу, технологию структурного параллельного программирования, отличается от первой очень важными моментами. Она явно выделяет проверку наступления событий, допускает возможность ошибок и предусматривает операции по их исправлению. На практике она позволяет выработать нужный навык гораздо быстрее и экономнее. Но главное, что ребенок учится здесь не жонглированию самому по себе (хотя и оно полезно для развития наблюдательности, координации и ловкости). Участвуя в выработке стратегии тренировки в подбрасывании и ловле шаров и реализуя эту стратегию, он приобретает умение учиться разным вещам, посредством сознательного критически-рефлексивного контроля над действиями своего тела при четком различении и анализе всех значимых особенностей поведения этого «объекта перехода» [3: 111—118].

Оговоримся, что не совсем верно называть «объектом перехода» тело само по себе. В рассмотренном случае речь шла о теле жонглера, но тем же матетическим целям могло бы послужить тело



теннисиста, человека, передвигающегося на ходулях, вообще занимающегося любой предметной деятельностью с использованием любых материалов и орудий. Тело оказывается тем, что в отечественной традиции обучения информатике называется «исполнителем» и занимает в курсе информатической математики почетное место, наряду с Черепашкой, Роботом, Чертежником, Водолеем и другими.

#### *Объект с чертами субъекта*

Тенденция трактовать собственное тело как универсальное моделирующее устройство, помогающее пониманию того, «как люди мыслят и как они учатся этому», проходит красной нитью в книгах С. Паперта. Она прямо вытекает из его детской любви к шестеренкам, с которыми он «телесно» отождествлялся в своем воображении.

«Думая о шестеренках, я мог пользоваться собственным телом. Я мог почувствовать, как они вращаются, воображая, что это вращается мое тело, я как бы вовлек собственное тело в познание того, как размышлять о шестеренках. В какой-то момент шестеренки стали для меня формальной математической системой. Я понял, каким образом шестеренки стали объектом, “с помощью которого думают”. И этот объект помог мне стать математиком. Те же шестеренки оказались объектом, который помог мне думать о том, как учатся дети. Я надеюсь найти другие объекты, которые дети будут использовать для освоения мира».

В поисках «объектов, объединяющих в себе культуру, знание и возможность личностной идентификации», была придумана Черепашка — управляемый посредством компьютера кибернетический механизм, имитирующий (предельно грубо, но максимально наглядно и доходчиво) такие свойства, как подвижность, чувствительность и память.

Но замечательнее всего то, что это искусственное «существо» способно понимать и неукоснительно выполнять определенные поручения, отданные ему в письменном виде на языке «Лого», очень близком к разговорному человеческому языку! Тем самым оно представляет собой не просто еще один объект для манипулирования, хотя бы и пробуждающий множество ассоциаций, полезных в процессе учения, но нечто значительно большее.

В образе черепашки навстречу ребенку выходит соучастник в играх, партнер по диалогу и взаимодействию, «субъект», имеющий имя и лицо, приглашающий увидеть в нем отражение самого себя — свое «второе я».

#### *Черепашка — «существо», которым приятно командовать*

Известны две основные разновидности черепашки — напольная и экранная. Обе выполняют сходные математические функции, но отличаются друг от друга тем, что у первой есть вещественное «тело» из пластмассы и металла, а у второй осязаемого тела нет и она представлена чисто зрительно — фигуркой на экране монитора.



Напольная, как видно из ее названия, передвигается по полу или иной ровной поверхности, под ее сферическим панцирем скрыта тележка с электромоторчиками. Она снабжена пером, пребывающим в двух положениях — поднятом или опущенном. Опущенное перо оставляет за собой след на лежащем на полу листе бумаги и вычерчивает траекторию движения черепашки. Дисплейная же черепашка, выступающая в аналогичной роли чертежника (и могущая по вашему указанию изменять цвет пера), проделывает то же самое на площади экрана, и далее мы будем подразумевать в основном именно ее.

Как уже было сказано, черепашка «понимает» и «исполняет» обращенные к ней «приказы» или команды, для чего малышам нужно выбирать картинки в меню (в высоко оцененном С. Папертом и получившем международную популярность российском ПервоЛого), а детям постарше — набирать определенные слова и цифры на клавиатуре компьютера. Элементарные команды языка «Лого» передвигают черепашку вперед или назад на заданное число шагов; поворачивают вокруг своей оси вправо или влево на заданное число градусов; поднимают или опускают перо. Цепочка из нескольких элементарных команд задает программу поведения кибернетического механизма. Например:

Команда ВПЕРЕД 100 — продвинуться по прямой на 100 шагов.

Команда НАПРАВО 90 заставляет черепашку развернуться вокруг своей оси на 90 градусов (здесь, и в предыдущей команде, вы можете указать и любое иное число градусов и шагов).

Команда ПЕРО ОПУСТИТЬ заставляет черепашку опустить перо, а ПЕРО ПОДНЯТЬ — поднять его. Кроме того, в «черепашьем языке» имеется команда ПОВТОРИТЬ.

«Поскольку изучение управления черепашкой похоже на изучение родного языка, оно мобилизует эрудицию ребенка, и он получает удовольствие, используя ее. Поскольку командовать приятно, то это мобилизует понимание ребенком команд, и он получает удовольствие от этого. Чтобы заставить черепашку двигаться по квадрату, вы сами проделываете этот путь, а затем описываете на языке управления черепашкой, как это у вас получается» [3: 67].

На первых порах детям легче поступать так: набрать сначала только одну элементарную команду — скажем, для одной стороны квадрата — и посмотреть, что выйдет; увидев отрезок прямой, проведенной черепашкой-чертежником, дать ей команду поворота; опять посмотреть на полученный результат, набрать команду для проведения второй стороны квадрата и т.д. Но вскоре они научаются использовать команду повторения и сразу же составлять цепочку всех команд, нужных для получения квадрата (программу) ПОВТОРИ 4 [ВПЕРЕД 100 НАПРАВО 90] КОНЕЦ.

Далее дети узнают, что уже составленной программе для вычерчивания квадрата можно присвоить имя КВАДРАТ, или КВ, или любое, какое они захотят, как и программе для треугольника, поместить их

Идея  
о плодотворных  
идеях

---



в «память» черепашки и тем «научить» ее рисовать эти фигуры. Оказывается, черепашка похожа на них и умением учиться!

Однажды придуманные и хранящиеся в памяти программы можно использовать как модули для создания более сложных программ, например заставляющих черепашку нарисовать домик, соединив вместе квадрат и треугольник.

Но вот ребенок спрашивает: «Как мне сделать так, чтобы черепашка нарисовала круг, колесо, обруч?» Путь поисков уже известен: попробовать самому совершить требуемые движения, вообразив себя черепашкой, передвигающейся только по прямой. Тут само тело и наблюдение над ним подсказывают решение: один маленький шагок вперед, чуть повернуться направо, еще такой же шагок, опять чуть повернуться, еще шагок и так далее. Пишем две элементарные команды черепашке: ВПЕРЕД 1 НАПРАВО 1. Но программа из нескольких десятков одних и тех же элементарных команд выглядит слишком громоздко, и рано или поздно дети находят более изящное решение: ЭТО КРУГ: ПОВТОРИ 1000 [ВПЕРЕД 1 НАПРАВО 1] КОНЕЦ.

Круг, правда, получается не совсем «круглым», но зато оказывается наглядной конструктивной метафорой дискретизации — важнейшего понятия современной чистой и прикладной математики, информатики и информационной технологии. Он дает повод и еще для одного вида рефлексии — историко-культурной, погружая ребенка в «переживание» задачи о «квадратуре круга», обсуждение метода последовательных приближений, бесконечно малых, представлении окружности в виде многоугольника с числом вершин, стремящихся к бесконечности. Анализ своего движения и движения черепашки приводит и к осознанию теоремы: «Если черепашка продвигается по границе какого-нибудь участка и заканчивает свой путь в том же состоянии, в котором она начала его, то сумма всех ее поворотов составит 360 градусов».

Экспериментально-конструктивное доказательство этого утверждения хотя и не является доказательством в обычном школьном формате, но дает несравненно больше, нежели «инструктивное» заучивание того раздела учебника, где говорится, что «сумма внешних углов многоугольника равна 360 градусам». Во-первых, данная теорема «более плодотворна: ребенок на самом деле может ею воспользоваться в той деятельности, которая его интересует, например, в играх и прогулках». Во-вторых, она более общая: применима не только к многоугольникам, но также и к замкнутым криволинейным фигурам. В-третьих, она более доступна: ее смысл легче ухватить. И наконец, она более личностна: вы можете «прошагать» эту теорему, и этот способ моделирования вырабатывает привычку связывать математику с собственным мышлением. Но самым важным становится понимание того, что «наиболее плодотворной из всех является идея о плодотворных идеях» [3: 85]. В данном случае такими плодотворными идеями являются идея дискретизации и собственного проживания, проделывания, прочувствования и промышления математики.





### 2.5.1. Механизм, подобный организму

К числу плодотворных идей, возникающих при занятиях с черепашкой, принадлежит и мысль о создании автомата, выполняющего заданную команду не «слепо», но варьирующего ее, смотря по обстоятельствам. Такой автомат должен воспринимать изменения окружающих условий, соответственно на них реагировать и так или иначе к ним адаптироваться.

Как придать черепашке хотя бы самое грубое подобие того адаптивного поведения, которое проявляет животное, когда оно пытается выбраться из тупика путем многократных проб и ошибок? Небольшое размышление приводит к ответу: надо предварительно усложнить устройство кибернетического механизма, снабдив его простейшим аналогом органа осязания. У напольной черепашки таким «органом» служит датчик касания с двумя электродами, замыкающимися при столкновении с любой вещественной преградой. Детям очень нравится сочинять программы, выполняя которые, черепашка будет «вести себя» наподобие живой черепахи, оказавшейся в сходной ситуации.

Например, встретив на своем пути шкаф, черепашка отойдет назад, повернется на 90 градусов и начнет движение вдоль его стенки, периодически поворачиваясь к ней «головой» и «пробуя», не исчезло ли это препятствие; обнаружив, что его больше нет, тут же завернет за угол шкафа и будет двигаться опять в первоначальном направлении. Можно задать и такую программу, чтобы черепашка обходила весь шкаф по периметру один раз, многократно или бесконечно (во всяком случае, пока она не сломается и не перестанет поступать питающий ее электрический ток).

Дисплейная черепашка проделывает то же самое, сталкиваясь с изображенным на экране графическим аналогом механической преграды — предварительно нарисованной посредством той же черепашки или прямо рукою учащегося с помощью мыши или как-то еще.

Начальные задания с черепашкой преследуют три цели:

а) «не заучивать правила, а развивать умение постигать способ, каким люди движутся в пространстве»;

б) «обучить ребенка эвристической процедуре», состоящей «в попытках установить связь между движениями собственного тела и формальными знаниями»;

в) подвести учащегося к знакомству «с плодотворными идеями общего характера, такими, как идея иерархической организации (знаний, структур, строения организмов), идея планирования при выполнении программы, идея отладки», т.е. нахождения и исправления ошибок как неотъемлемой и очень важной части процесса учения. [3: 67— 69]

В самом деле, «обучая» черепашку рисовать квадраты и круги по образцу своих собственных движений, ребенок сам для себя открывает, точнее — конструирует и на всю жизнь усваивает ряд

С волнением  
и гордостью

---



фундаментальных понятий геометрии. Одновременно он учится «развивать у себя математическую стратегию: чтобы учиться чему-то, необходимо сначала осмыслить это». Иными словами — чтобы включить изучаемое новое в круг уже имеющихся представлений, найти какие-то значительные параллели и аналогии, чтобы частично связать его с чем-то знакомым и своим. Такой тип учения С. Паперт называет «синтонным», т. е. «созвучным» сразу двум (или большому количеству) на первый взгляд далеких друг от друга сущностей. Так «рисование черепашкой круга синтонно телу», ибо оно осмысливается ребенком через связь со знанием собственного тела. А «синтонное “я” означает созвучность представлений детей о себе, как людях с определенными целями, намерениями, желаниями, симпатиями и антипатиями. Ребенок, рисуя с помощью черепашки круг, делает это с волнением и гордостью» [3: 72].

Именно синтонность такого рода занятий с черепашкой делает их средством изучения множества других вещей, а также развивает способность применять полученные знания на практике. Например, усваиваемая в языке «Лого» математическая идея угла составляет неотъемлемую часть навигации. Однако, в то время как «многие миллионы специалистов водят суда и самолеты, читают карты» и решают другие навигационные задачи, «для большинства из них между их живой практической деятельностью и мертвой школьной математикой лежит непреодолимая пропасть». Использование же черепашки «в качестве метафорического носителя идеи угла связывает эту идею с геометрией тела», а затем и «с навигацией, деятельностью, прочно связываемой многими детьми с внешкольной культурой»; в результате усвоение данного геометрического понятия оказывается как «синтонным телу», так и «синтонным культуре» [3: 78].

Благодаря сочетанию перечисленных моментов «раскрытие возможностей математики становится способом жизни», и «ребенок учится рассуждать на языке математики» так, как если бы это было для него вполне естественным повседневным делом, не омраченным никакими страхами относительно его «математической неспособности». Удастся «показать, как компьютер может сформировать у нас новое отношение к математике» — самого «страшному» из всех учебных предметов, а отсюда появляются «серьезные основания заявлять, что компьютер способен изменить наше отношение к другим видам учения, которых мы можем бояться» [3: 57].

Речь идет, конечно, не о компьютере как таковом, но о формировании при его посредстве новой образовательной культуры, максимально благоприятствующей раскрытию всех способностей индивида к освоению любой академической дисциплины. Наименьшей «ячейкой» в этой новой культуре служит «микромир» «Лого», который учащийся сперва задумывает и создает, а затем делает предметом критики и рефлексивного анализа.



«Ребенок (а в действительности и большинство взрослых) живет в мире, в котором все понимается лишь отчасти: достаточно хорошо, но никогда абсолютно полно» [3: 121).

Микромир, где «живет» Черепашка, отличается тем, что все в нем может быть понято с гораздо большей, практически исчерпывающей полнотой. Ведь содержание этого микромира, само его становление и наполнение теми или иными объектами, системами, структурами и процессами целиком определяется действиями Черепашки, а она лишь выполняет программы, составленные ребенком. (Мы отвлекаемся сейчас от анализа того, что происходит внутри компьютеров.)

Инструментарий «Лого» непрерывно расширяется и совершенствуется; новейшие его версии (например «ЛогоМиры») позволяют выпускать на экран до ста отдельных Черепашек, способных вступать в весьма сложные взаимодействия друг с другом. Выполняя составленные для них программы, они принимают любой заранее подготовленный для них облик, гибко трансформируя свою форму, цвет и сопутствующее звучание (в том числе речь и музыку, записанную пользователем через микрофон или скопированную с компакт-диска).

У ребенка есть возможность замышлять и создавать множество различных страниц «Лого», наблюдать происходящие в них события, до малейших деталей исследовать логику их взаимосвязи и управляющие ими законы, равно как и произвольно менять последние. «Дети узнают, на что похоже изучение свойств избранного ими и не обремененного побочными обстоятельствами и нерегулярностями мира. Поступая так, они учатся переносить исследовательские привычки из собственной жизни на построение формальной области научной теории».

Вспомним уже знакомый нам микромир геометрии, осваиваемый ребенком посредством Черепашки-чертежника и состоящий из точек, линий и углов. Добавив туда часы (неотъемлемую часть каждого компьютера) и введя дополнительные правила и команды, устанавливающие зависимость пространственного положения и направления черепашки (теперь уже только дисплейной) от нами же приписанной ей массы, приложенной силы и протекшего времени, мы получаем микромир, позволяющий строить наглядные модели механического движения.

Дисплейную черепашку, принимаемую нами теперь за частицу, обладающую массой и скоростью, именуют Диначерепашкой, и занятия с ней открывают множество новых возможностей для экспериментального постижения детьми теоретических основ физической науки. Общий подход остается прежним: конструктивное изучение сложных, странных и противоречащих повседневной практике научных понятий (скажем, законов небесной механики) начинать с того, что хорошо согласуется с уже имеющимся у ребенка субъективным опытом. Вспомним для сравнения еще раз о том, что обычно имеет место в «инструктивном» преподавании.

Микромиры

Мир,  
необремененный  
побочными  
обстоятельствами



### *Приобщение к размышлениям Ньютона*

Поскольку традиционная педагогика не может «предъявить» ньютоново движение чувственному восприятию учащихся, она вынуждена объяснять его в форме отвлеченно-опосредованного и крайне математизированного описания. «Это движение по большей части изучается через решение уравнений, но не через манипулирование объектами»: ученик сперва должен потратить немало тяжелых часов (если не лет), чтобы научиться работать с самими уравнениями и лишь потом использовать их как модель механической вселенной. Оттого-то данный раздел физики считается доступным лишь школьникам средних классов, прошедшим долгий путь штудирования его формально-алгебраических предпосылок.

При наличии компьютерного микромира физики нет нужды ждать годы, пока ребенок овладеет нужными уравнениями. Ведя диалог и взаимодействуя с Диначерепашкой, даже малыши легко знакомятся с общим характером движения по Ньютону. Конечно, для настоящего его понимания учащемуся не обойтись без главного инструмента концептуализации и теоретического овладения таким микромиром — дифференциального исчисления.

Идя обходным путем (минуя арифметику, алгебру, тригонометрию, математический анализ) к пониманию механики, мы в своем варианте повторяем путь от собственных записей Ньютона к записям, представленным в современных учебниках. А это, в свою очередь, «позволяет учащимся более непосредственно приобщиться к тому, о чем размышлял Ньютон, прежде чем начал записывать свои уравнения».

Ребенок волен задумывать микромир, иллюстрирующий логическую «правильность» не только идей Ньютона, но и многих иных — таких, как исторически и психологически значимые идеи Аристотеля, более сложные идеи Эйнштейна и даже «обобщенный закон движения в мире», в рамках которого действуют бесконечно разнообразные законы движения, которые индивиды могут придумывать для себя. «Располагая подобными микромирами, учащиеся в соответствии со своими желаниями могли бы продвигаться от Аристотеля к Ньютону и дальше к Эйнштейну через множество промежуточных миров» [3: 129].

### *Овладение динамикой*

Задержимся еще немного на микромирах классической механики. Первые два закона Ньютона усваиваются детьми путем создания череды микромиров, где состояние Диначерепашки сначала задается положением и скоростью, а затем специальной командой «изменяем скорость на  $x$ ». Но у школьников больше всего затруднений вызывает Третий закон Ньютона, согласно которому Вселенная трактуется как механизм, движущийся благодаря воздействию частиц друг на друга без какого-либо внешнего вмешательства. Чтобы смоделировать подобную Вселенную в «Лого», нужно иметь уже не одну, а множество Черепашек, взаимодействующих между собой.



«Ни одно из статичных изображений не в состоянии воспроизвести то зрительное возбуждение, которое вызывает этот калейдоскоп динамических изображений, когда светящиеся цветные точки образуют кружащиеся в легком танце пары. Конечный продукт волнует так же, как произведение искусства, но процесс, результатом которого он является, включает умение мыслить в соответствии с действиями и реакциями связанных движущихся объектов» [3: 134].

Применяя команды УСТАНОВИТЬ СКОРОСТЬ и ИЗМЕНИТЬ СКОРОСТЬ, ребенок учится приводить в движение не только самих Черепашек, но и то, что он с их помощью начертил (дисплейные Черепашки в новых версиях «Лого» способны сами принимать облик запрограммированной или нарисованной учащимся, а также переданной им извне фигуры, фотоизображения и т.п.). У него рождается интерес к придумыванию все более сложных заданий по изменению формы и размеров движущихся на экране объектов, ему становится подвластной динамика и открывается множество увлекательных возможностей для ее экспериментального исследования. Все это как небо от земли отличается от происходящего на уроках физики в традиционной школе.

В обычной школьной лаборатории перед детьми ставится задача установить данную учителем истину. В лучшем случае дети осваивают, что «это и есть единственный способ обращения с миром». В динамичных микромирах Черепашки дети приходят к пониманию истины иного рода — почему эти миры работают так, как они работают. Проверая множество различных законов движения, дети обнаруживают, что законы Ньютона действительно наиболее экономичный и элегантный способ описания движущихся вокруг объектов. Построение же множества собственных микро-вселенных «играет роль трамплина, позволяющего совершить прыжок от элементарного понимания ньютоновой механики к пониманию движения планет и принципов разработки космических проектов» [3: 132— 133].

Таким образом, роль микромиров не исчерпывается задачами моделирования одной лишь «внешней» реальности. До сих пор они рассматривались как инструмент, помогающий решать педагогическую проблему предпосылок, возникающую при структурировании нового учебного содержания — абстрактных теоретических понятий из области математики и физики. «Но микромиры являются также способом разрешения другого сорта проблем, относящихся не к системе знаний, а к самому индивиду. Проблема состоит в нахождении контекста для построения “ошибочных” (или, точнее, переходных) теорий. Каждый из нас учится, конструируя и используя мир и строя теорию, но по большей части на такой теории мы лишь оттачиваем свой ум, и как теория она нужна нам лишь для того, чтобы позднее от нее отказаться».

Пиаже особенно настаивал на том, что «необычные теории маленьких детей нельзя характеризовать как недостаток или когнитивный просчет; эти теории служат для наращивания когнитивных

Инкубаторы  
знаний

---



мускулов, для формирования и использования навыков, необходимых для построения более общепринятых теорий» [3: 136]. Микромиры оказываются, тем самым, «инкубаторами знаний», или «местом для выращивания специфического вида плодотворных идей или интеллектуальных структур» [3: 128]. Дети, их создающие, «учатся математике и естественным наукам в среде обучения, в которой истина и ложь не являются решающими критериями. Подобно учебе в хорошей художественной школе, дети осваивают технические знания как средства для получения творческого и лично значимого результата... истинность и ложность теории вторична по сравнению с ее вкладом в учение детей» [3: 136].

К сожалению, высказанные выше идеи все еще довольно медленно завоевывают себе сторонников среди педагогов. Большинство из них просто не имеет соответствующей подготовки и чувствует себя крайне неуверенно при встрече с компьютером, а кое-кто даже считает, что использование последних для целей образования приведут к еще большей «механизации» мышления современного человека. Не превратится ли при этом ребенок в машину?

Мышление  
человека и работа  
компьютера

---

«Я вполне осознаю захватывающую власть компьютеров, взаимодействующих с человеком, и влияние этих устройств на наши представления о самих себе, когда мы считаем их нашими моделями», — соглашается С. Паперт. Именно поэтому вся работа по созданию «Лого» есть попытка направить это воздействие в позитивное русло.

Например, очень многих пугает распространившаяся по всему миру эпидемия компьютерных игр. Вместо того чтобы с порога их отвергать как безусловное зло, школа вполне могла бы обратить их себе на пользу. «Работая над “Лого”, мы создавали варианты сред, в которые плодотворные идеи физики, математики или лингвистики включены таким образом, что играющие в них дети усваивают эти идеи наиболее естественным для себя способом, похожим на тот, каким люди учатся говорить. Захватывающая власть компьютера, которой так опасаются критики, превращается в полезное орудие обучения» [3: 36].

Когда ребенок сам «может сконструировать компьютерную анимацию, у него появляются новое, личностное отношение к тому, что он видит на экране телевизора или игрового автомата. Динамические зрительные эффекты, которые мы наблюдаем, смотря телевизор, мультипликационный фильм или стреляя в видеотире, побуждают нас задаться вопросом: “Как это устроено?”» [3: 132]. Поиск ответа ведется на путях эксперимента и рационального исследования, укрепляющего критико-аналитический и конструктивный подход ко всему, подкрепляющему наше любопытство. Предложение «стать в позицию Черепашки» и отождествиться с ней, чтобы найти решение трудной задачи, отнюдь не покушается на «человечность» нашего интеллекта. Совсем наоборот.

Наконец, всячески поощряется тот же исследовательский подход к самому процессу познавательной деятельности. Уже не раз



отмечалось место рефлексии в нем и важность воспитания у ребенка неизменной привычки быть исследователем собственного мышления.

Не только не страшно, но в ряде случаев чрезвычайно кстати сознательно мыслить о своем мышлении по аналогии с компьютером. Во-первых, так обеспечивается прочное закрепление ряда операционально-мыслительных навыков, необходимых при усвоении некоторых важных разделов математики и лингвистики. Во-вторых, «благодаря сознательному умению имитировать механическое мышление учащийся получает возможность отличить механическое мышление от мышления, таковым не являющимся. Упражняясь в различении одного и другого, ребенок разовьет свою способность выбирать тот стиль когнитивного мышления, который наиболее подходит для решения данной проблемы», что ведет «к интеллектуальному совершенствованию на новом уровне» [3: 37].

Антропологизм — философское направление, видящее в человеке микрокосм, малую вселенную и модельный прообраз всего, что можно обнаружить и создать в макрокосме, т. е. Большой Вселенной. Самба — традиционный бразильский танец и музыкальный, существенно импровизационный жанр, возникший из сплава португальских мелодий и африканских ритмов. Что между ними общего?

С. Паперт объединяет их в рабочей метафоре, призванной наглядно иллюстрировать суть образовательной доктрины «Лого». В соответствии с этой доктриной учебная среда возникает как естественное продолжение целостной жизненной практики. Последняя же находит наиболее концентрированное выражение в тех видах художественной активности, которые символизируют социальные и культурные ценности, близкие и дорогие всем членам конкретного человеческого сообщества.

Частичным аналогом такой учебной среды служат бразильские «школы самбы» — множество неформальных клубов, где любительские группы готовятся под руководством квалифицированных специалистов к ежегодному карнавалу в Рио-де-Жанейро. Его сердцем является двенадцатичасовая процессия, в ходе которой десятки и сотни конкурирующих групп выступают с музыкой, песнями, танцами и уличными представлениями на темы национальной истории и фольклора вперемешку с политической сатирой на злобу дня.

В течение года каждая группа самбы, куда входят люди всех возрастов (от внуков и внучек до бабушек и дедушек), определяет тематику своего будущего представления, отбирает ведущих исполнителей, сочиняет тексты, придумывает и шьет костюмы, ставит, разучивает и репетирует инструментальные, вокальные и хореографические номера. То, чему обучают в такой «школе», происходит естественно, но вполне продуманно. Опытные мастера демонстрируют художественные приемы, дети их внимательно наблюдают и разучивают, потом присоединяются к взрослым.

Антропологический принцип и школа «самбы»



Среда «Лого» похожа на школу самбы прежде всего тем, что математика, как деятельность, объединяет там и школьников, и взрослых учителей. «Эта деятельность столь изменчива и столь богата открытиями, что уже в первый день занятий программированием ученик способен сделать нечто новое и поразить учителя» [3: 179]. В соответствии со школьной программой, это может быть изучение треугольников или дробей, но способы, с помощью которых тот или иной ребенок может придти к правильному решению в среде «Лого», могут оказаться совсем различными, а подчас довольно необычными и даже весьма оригинальными.

Различие, которое нужно преодолеть, состоит в том, что школы самбы «корнями уходят в народную культуру» и «осваиваемые там знания неразрывно связаны с ней». Среда «Лого» — это «искусственный оазис, в котором люди сталкиваются со знаниями (математическими и математическими), но они отделены от основного потока окружающей культуры, противоположны ценностям, утверждаемым в такой культуре». Ведь школы самбы не изобретались исследователями и не учреждались по приказу правительства, а все же возникли. Необходимо, чтобы и новые формы учебных ассоциаций, применяющих «Лого», своими корнями уходили в культуру, а не возникали по предписанию чиновников. Обращающийся к «Лого» «педагог обязан придерживаться концепции антропологизма» и «научиться разбираться в том, какие элементы культуры влияют на интеллектуальное развитие».

Особенно важно следить за возникающими в культуре тенденциями, ибо лишь с учетом последних есть шанс реально видоизменить сложившийся образовательный процесс [3: 42]. Все «новаторы в образовании должны осознать, что для успешного осуществления их предложений необходимо, чтобы эти предложения находили отклик в окружающей культуре, и в них следует использовать динамичные тенденции культуры в качестве посредников педагогического вмешательства» [3: 181].

Одна из таких тенденций — массовое проникновение новых технологий во все сферы жизни; вторая — столь же массовое разочарование школой. Обе тенденции можно объединить таким образом, чтобы это принесло пользу детям, родителям и учению. Их слияние дает надежду на возникновение компьютерной учебной среды, которая была бы способна стать альтернативой традиционному классу и обучению и которую заслуженно можно было бы называть «школой самбы по алгоритмизации».

*Тельма, Генри и Брайан: сотрудничество старой и новой технологий*  
В 1981 году школьная учительница Тельма, считавшая себя абсолютно чуждой всякой технологии, но заинтригованная идеей революции в образовании, прошла летний практикум по «Лого» для преподавателей, а осенью получила два компьютера с правом свободно распоряжаться ими на уроках математики в пятом классе.





После долгих размышлений о том, что же ей с ними делать, у нее возникла идея: проверить возможность сосуществования, а при удаче и продуктивного взаимодействия двух образовательных технологий — старой и новой. Ее замысел предполагал, что параллельно с проведением в классе обычного, полностью традиционного урока, небольшой группе учеников из тех, кто того захочет, будет разрешено отдельно от остальных работать за двумя компьютерами.

Показав всем, как управлять Черепашкой, и поместив машины на задних столах, Тельма предложила желающим попробовать самим что-нибудь придумать и сделать в «Лого», после чего вернулась к обычным занятиям у доски и на протяжении нескольких недель в происходящее у компьютеров уже не вмешивалась. Если же кто-нибудь из компьютерной группы обращался к ней с вопросом, она рекомендовала им самим лучше подумать, посоветоваться друг с другом, сообща обсудить проблему или произвести эксперимент и посмотреть, что выйдет.

Желающих войти в компьютерную группу (после того как спало возбуждение, вызванное новинкой) оказалось не так уж много, и в основном, как чаще всего бывает в таких случаях, детям нравилось заставлять Черепашку передвигаться в облике человека или животного. Те же, кого интересовало не столько сюжетно-повествовательное содержание, сколько зрительная выразительность или техника анимации, предпочитали условно-стилизованнные формы и усложненные траектории движения. Тут лидерство принадлежало Генри: самый продвинутый в классе по математике, он ранее остальных постиг принципы программирования и быстро научился тому, какие именно команды и процедуры нужно применить, чтобы создать ту или иную фигуру и заставить ее двигаться по заданному маршруту. Однако движения эти, хотя и все более усложненные, продолжали, вопреки всем стараниям Генри, оставаться очень неуклюжими.

Помощь, на удивление всем, пришла со стороны Брайана — полной противоположности Генри по интересам, темпераменту и характеру, — в математике считавшемуся почти безнадежным, но лучшему в классе танцору. Раньше мальчики, бывшие одноклассниками уже четыре года, совсем не дружили и лишь изредка перебрасывались случайными фразами, но тут их интересы неожиданно совпали: они задумали весьма необычный проект — научить Черепашку танцевать!

Им удалось реализовать свой замысел за счет того, что логико-математические познания одного продуктивно взаимодействовали с телесно-двигательной интуицией и художественным мастерством другого; причем налицо был двусторонний процесс коррекции и встречного научения.

Резюмируя относящуюся к «Лого» часть, можно сказать, что достигнутые на сегодня положительные результаты применения «Лого» в школе многочисленны, но довольно мозаичны. Они не составляют, да и по самому замыслу С. Паперта не должны составлять



единой системы. Им, однако, присущи иные, не менее значимые достоинства. В них уже проступают зримые черты реформированного образования будущего. Прежде всего — вера в неисчерпаемость потенциальных задатков каждого ребенка и стремление вручить ему адекватные средства для их всестороннего раскрытия. Отсюда реабилитация игры, приобщающей малышей к серьезной и ответственной работе и жизни взрослых. Нечувствительно преодолеваются и другие понятийные и организационные барьеры, наглухо разгораживающие в официальной школьной педагогике исходно сопряженные сферы человеческой активности.

Уроки  
информатизации  
школы

---

Удивление  
путешественника  
во времени

---

Возвещая в конце 1970-х годов о необозримых перспективах учения, открывающихся с появлением электронно-вычислительных цифровых машин (тогда доступных лишь двум-трем «подшефным» школам при крупнейших университетах), С. Паперт, подчеркивал: «Сам по себе компьютер не может изменить официально принятых взглядов, настаивающих на отделении ученого от педагога, естествоведника от гуманитария. Не изменит он и неопределенности во взглядах на то, что же надлежит большинству людей видеть в науке — уже упакованный и доставляемый в готовом виде продукт, или же заслуживающую должного внимания область серьезной деятельности. Всем этим можно и нужно было заниматься, когда компьютеров еще не существовало. Но этого не случилось. Компьютер повысил ставки, как нашего бездействия, так и наших действий. Для тех, кто хотел бы увидеть изменения, ценой за бездействие будет то, что наименее желательные черты status quo окажутся многократно увеличенными и еще более глубоко укорененными. С другой стороны, тот факт, что мы вступаем в период убыстряющегося развития, создает опору для таких институциональных изменений, которые были бы невозможны в более стабильную эпоху» [3: 188].

За четверть века эти предвидения во многом сбылись — как в негативной, так и в положительной своей части. Информационные и коммуникационные технологии внесли головокружительные изменения в промышленность, торговлю и финансы, транспорт и телекоммуникации, здравоохранение охрану порядка, развлечения и повседневную жизнь США и других индустриальных стран. Едва ли не единственной областью, где, по мнению С. Паперта, эта тенденция встретила упорное и глубоко эшелонированное сопротивление, стало образование. Главными ее противниками были отнюдь не «рядовые» учителя, но их начальство и университетские профессора, руководящие профессиональным обучением педагогов. Несмотря на неоднократные декларации о необходимости реформирования школы, «образовательный истеблишмент, включая большинство своего научно-исследовательского сообщества, остается в основном привержен педагогической философии конца XIX — начала XX века. До сих пор никому из тех, кто бросал вызов их священным традициям, не удавалось ослабить всевластие этого истеблишмента в вопросе о том, как надлежит учить детей» [4: 3].



Возникает все тот же вопрос: почему же столь большое количество школ, оснащаемых ныне компьютерами, отнюдь не спешат использовать столь мощное орудие собственной трансформации?

Вот что видно снаружи.

Соотношение числа компьютеров в школах и числа учащихся еще очень далеко от критической величины, способной запустить необратимый процесс качественных сдвигов в образовании. Скажем, миллион компьютеров на пятьдесят миллионов школьников может показаться внушительной цифрой, но ведь при этом на одного школьника приходится только 1/50 компьютера! Ожидать ли быстрого распространения грамотности, если бы каждый из обучающихся чтению и письму получал лишь одну пятидесятую долю букваря и одну пятидесятую пера или карандаша?

Пусть у школьника есть возможность проводить за школьным компьютером в среднем один час в неделю. И время, и место, отводимое этому часу, диктуется расписанием уроков, а отнюдь не познавательными или творческими потребностями учащегося. А если он захочет обратиться к компьютеру для получения нужной справки, экспериментальной проверки выдвинутой гипотезы, или визуализации блестящей мысли, внезапно осенившей его на уроке математики, физики, языка, биологии или истории? Подождать до наступления заветного часа? Увы, даже тогда его желания и замыслы останутся втуне, ибо тематико-содержательное наполнение данного часа также жестко predetermined и методически унифицировано.

Ведь в подавляющем большинстве школ компьютеры служат изолированным объектом специализированного изучения, а не универсальным инструментом и средством, провоцирующим самостоятельное исследование и познание материала всех без изъятия школьных дисциплин. Их «материальным» и «функциональным» распределением ведают не учителя, стремящиеся индивидуализировать и разнообразить учебный процесс, но администраторы, озабоченные совсем иными проблемами.

По иронии судьбы «в годы, когда немногим школам удавалось приобрести по несколько компьютеров, начальство спокойно оставляло их учителям-энтузиастам, видевшим в них подлинное орудие изменения. Но по мере того как их число росло и компьютеры превращались в символ статуса, бразды правления забирала администрация. С ее точки зрения, правильней было сгрудить все машины в одной комнате, безосновательно именуемой «компьютерной лабораторией» и отданной во власть специального учителя по компьютерам. Теперь все дети могли собираться вместе и изучать компьютер один час в неделю. По той же неукоснительной логике следующим шагом было введение особого компьютерного курса. Так мало-помалу провоцирующие свойства компьютера подвергались эрозии и начисто выветривались. Вместо интегрирующего, «поперечного» движения сквозь все предметы, бросающего вызов традиционным границам между ними, сам компьютер становился

Эрозия  
провоцирующих  
свойств



отдельным новым предметом; вместо того чтобы поощрять переход от безличного прохождения курса к живым открытиям, совершаемым учащимися, он теперь используется для укрепления старых методов школы»[4: 59].

Даже «Лого» стали изучать в «компьютерных кабинетах» в обязательном порядке — как еще один «язык программирования», т.е. абсолютно формально и вне каких-либо целевых, смысловых и ценностных установок, вдохновлявших его создателей.

От ассимиляции  
к аккомодации

---

Глупо выискивать здесь чью-то злую волю или обвинять кого-либо в невежестве и бюрократизме. Лучше извлечь из произошедшего полезный урок, а для этого — взглянуть изнутри на описанную ситуацию с точки зрения Пиаже, выделявшего в мыслительных операциях две грани, или фазы: ассимиляцию и аккомодацию. На первой вы стремитесь соотнести свое впечатление, новую информации с уже имеющимися у вас представлениями и способом мышления. На второй — изменяете способы вашего мышления так, чтобы они более соответствовали тому, что вы воспринимаете.

Образовательный истеблишмент успешно ассимилировал компьютеры, теперь ему осталось созреть для надлежащей аккомодации к ним. «Школа не поддалась изменению под влиянием нового устройства; она увидела компьютер через ментальную призму ее собственных способов мышления и действия. Для консервативных систем характерно, что аккомодация наступает у них лишь после того, как возможности ассимиляции оказываются исчерпанными до конца. В переходном же периоде можно наблюдать интересные подсюжеты в истории их развития, когда система демонстрирует свою способность блокировать наступающие аккомодации» [4: 41].

Подобное блокирование все же неабсолютно, и первые признаки успешных аккомодаций уже налицо. Ширится (пусть в очень скромных масштабах) круг школ, где компьютер постепенно превращается в универсальный инструмент, служащий как индивидуально-дифференцированному развитию учащихся, так и установлению интегративных межпредметных связей. Замечательно, что инициаторами такого использования компьютеров выступают как учителя, так и сами учащиеся. Не будет преувеличением сказать, что большая часть вдохновляющих импульсов исходит скорее от детей, нежели от университетских профессоров и фирм, разрабатывающих новые аппаратные и программные средства. Стоит приглядеться к этому «низовому» опыту, оценить его перспективность и попытаться извлечь из него соображения общего порядка.

Сами же педагоги становятся не только проектировщиками-разработчиками собственной деятельности, но и соисследователями в тех областях знания, знакомство с которыми необходимо любому школьнику. Благодаря этому растворяется узкопрофессиональная замкнутость естественнонаучного, инженерно-технического гуманитарно-художественного и собственно педагогического подходов. Восстанавливается плодотворное взаимодействие телесного и



духовного, объективного и субъективного, абстрактного и конкретного начал познания, культуры и творчества.

Дело за тем, чтобы обеспечить доступ к занятиям в такой среде каждому ученику в каждом классе каждой школы. Совсем иной вопрос, когда это станет практически осуществимым, но тут речь идет уже об ответственности, здравом смысле и воле тех, кто определяет сегодня судьбы образования в каждой конкретной стране. От них зависит то будущее, которое они готовят своим народам, а в итоге — всему человечеству.

Этими обобщениями можно завершить обзор взглядов и результатов С. Паперта, еще раз упомянув, что они нашли воплощение в образовательных программах и практиках десятков стран мира, и, в соответствии с его планами и предсказаниями меняют образовательный ландшафт Земли.

1. *Сопрунов С.Ф.* LogoWriter. Пособие для учителей. М.: Институт новых технологий, 1991. С. 6.
2. *Papert S.* Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Books Inc., Publishers, 1980; 2nd ed., 1993.
3. *Паперт С.* Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи. М.: Педагогика, 1989 (русский перевод книги [2]).
4. *Papert S.* Children`s Machine. Rethinking School in the Age of Computer. New York: Basic Books Inc., Publishers, 1993.
5. *Papert S.* The Connected Family Bridging the Digital Generation Gap. Foreword by *Nicholas Negroponte*, Longstreet Press, 1996, with CD-ROM, ISBN 1-56352-335-3, [www.ConnectedFamily.com](http://www.ConnectedFamily.com)

Литература

---