

Б.Ф. Скиннер

НАУКА ОБ УЧЕНИИ И ИСКУССТВО ОБУЧЕНИЯ

Скиннер Б.Ф. Наука об учении и искусство обучения // Программированное обучение за рубежом: Сб. статей / Под ред. И.И.Тихонова М.: Высшая школа, 1968. С.32-46.

За последние годы в области обучения получены новые обнадеживающие результаты. Разработаны специальные приемы, помогающие организовать так называемые «контингента подкреплений», т.е. установить связь между поведением, с одной стороны, и его следствиями, — с другой, благодаря чему можно добиться гораздо более эффективного управления поведением. Утверждение о том, что процесс дрессировки животного (или обучения человека) происходит на основе изменений, производимых им в окружающей среде, уже давно служит предметом обсуждения. Но сами эти изменения были тщательно изучены лишь недавно. При использовании ранее разработанных традиционных устройств для изучения процессов научения (например, стандартных лабиринтов, Т-образных лабиринтов, проблемных клеток или аппаратов для исследования различения и т. п.) многие результаты действий, характеризующие поведение, часто остаются незамеченными по различным случайным причинам. Перефразируя известную английскую поговорку, можно сказать, что многое произойдет, пока животное в лабиринте найдет нужный путь и дойдет до кормушки в его конце. Неудивительно, что технические средства упомянутых типов дают лишь весьма приблизительные сведения, на основе которых достоверная информация, необходимая для экспериментальной науки, может быть получена лишь путем выведения средних данных, приобретенных в результате многочисленных опытов. Ни одно из этих исследований не содержит сведений, которые позволили бы предсказывать поведение какого-то организма более точно, чем со средне-статистической вероятностью. Механизм процессов научения, выяснение которого и является целью такого, рода исследования, может быть установлен лишь в результате анализа целой серии последовательно полученных выводов. Трудности, с которыми сталкивается современная педагогика, отражают настоящее состояние науки в этой области.

При усовершенствовании методов изучения условий, управляющих поведением в процессе научения, можно выделить два основных направления. Первое из них связано с углубленным изучением «закона эффекта». С большой достоверностью было установлено, что эффекты не только действительно имеют место, но и что они имеют место в условиях, оптимальных для возникновения изменений, которые мы называем научением. Поскольку мы уже добились получения определенного результата, называемого подкреплением, наши методы позволяют формировать поведение животного почти произвольно. Стало обычным демонстрировать такого рода формирование поведения на занятиях по элементарной психологии, используя в качестве испытуемых голубей. Простейший пример сводится к следующему: давая голодному голубю пищу в определенное время, можно заставить его выработать три или четыре четко выраженные реакции в течение одного демонстрационного сеанса. Голубя можно обучить поворачиваться кругом, описывать восьмерку, отходить на угол стола и неподвижно стоять там, вытягивать шею или переступать лапами. Сложные формы поведения можно выработать путем постепенного усложнения операций: контингенты подкреплений будут при этом постепенно изменяться в соответствии с задачами формирования требуемого поведения. При этом довольно часто достигаются исключительно важные результаты. В такого рода демонстрационных опытах можно непосредственно видеть результат обучения. Значительные изменения в поведении часто становятся очевидными даже при однократном подкреплении.

Достижения, связанные с другим направлением в разработке методов, позволяют нам **з а к р е п л я т ь** данное поведение на определенном уровне на длительный период времени. Подкрепления, разумеется, и здесь сохраняют свое значение, даже после того, как животное освоило, каким образом выполнять ту или иную операцию, и у него сформировалось требуемое поведение. Подкрепления теперь необходимы для того, чтобы поддерживать и сохранять выработанные навыки.

Особый интерес представляет вопрос относительно эффективности различных вариантов наборов последовательно чередующихся подкреплений. Ч. Ферстер и автор настоящей статьи по заданию Управления научных исследований военно-морского флота США в течение пяти лет проводили исследования этих проблем. В работе, посвященной этим исследованиям,

были изучены важнейшие типы таких наборов и установлено, что эффекты их применения могут быть сформулированы в виде нескольких основных положений. С теоретической стороны мы теперь имеем достаточную ясность в вопросе о том, почему данный набор подкреплений вызывает формирование того или иного поведения. С практической стороны мы теперь знаем способ закрепления и поддержания активности на требуемом уровне при формировании желаемого нам поведения как в течение суток (ограничением является лишь физическая усталость), так и день за днем без существенных изменений в течение всей жизни животного. Многие из этих эффектов можно было бы по привычке отнести к категории мотивированного поведения, хотя основной операцией, благодаря которой достигаются эти эффекты, остается надлежащий набор подкреплений.

Эти новые методы формирования поведения и его закрепления на нужном уровне являются значительным шагом вперед по сравнению со стихийной практикой профессиональных дрессировщиков животных. Поэтому не удивительно, что полученные нашей лабораторией результаты уже применяются для массовой подготовки обученных животных.

В научных кругах наши результаты используются в демонстрационных целях, часто выходящих за рамки обучения. Не так уж трудно, например, составить достаточно сложный набор подкреплений, который мог бы формировать многие типы группового поведения. Примером может служить состязание двух голубей в игре в своеобразный настольный теннис. Голуби клювами отталкивают от себя шарик на небольшом столе. Когда шарик находится у одного из голубей, другому дают пищу. Задача формирования такого рода «взаимоотношений» целиком лежит, видимо, за пределами обычных целей профессиональных дрессировщиков. Решение таких задач требует тщательного продумывания необходимых программ последовательно изменяющихся подкреплений и искусного использования их сочетаний, прочно закрепляющих формируемое поведение. Каждый из голубей отдельно подготавливается к выполняемым им в игре функциям, и их взаимоотношения формируются в игре уже целенаправленно. Последовательность операций, приводящих к такому устойчивому состоянию, дает возможность изучать факторы, играющие важную роль в выработке группового поведения в естественных условиях. Весьма поучительно было бы рассмотреть влияние аналогичных воздействий на человека в ходе эволюции культурной жизни.

Отношения сотрудничества в совместных действиях могут быть достигнуты тем же путем и, вероятно, даже более просто, чем отношения соперничества. Мы обучили двух голубей координировать свое поведение в совместных действиях с точностью не меньшей, чем у двух искусных танцоров.

При выполнении более серьезных задач эти методы позволяют нам исследовать сложные особенности отдельных животных и анализировать, например, такие последовательные или координированные (для нескольких животных) виды поведения, как проявление внимания, решение задач, различные типы самоконтроля, а также изучить вспомогательные группы реакций какого-либо конкретного животного. Примером их могут служить, в частности, так называемые наборы подкреплений, от характера которых зависит скорость возникновения реакции. Изменение этой скорости за данный промежуток времени является характеристикой данного набора подкреплений. Характер изменения может быть совсем простым, например скорость реакции постоянна для данного набора, но может и постепенно возрастать между какими-то крайними точками. Возможен и такой случай, когда наблюдается резкий переход от отсутствия реакций вообще к некоторой устойчивой высокой скорости и т. д. Было показано, что характер поведения при данном наборе подкреплений может быть поставлен под контроль некоторого определенного стимула и что для одного и того же животного каждому случаю поведения может быть сопоставлен свой стимул.

Этот вывод имеет важное значение, поскольку значительно облегчается экстраполяция лабораторных результатов к повседневной жизни. Окружающие нас условия непрерывно изменяются. При этом ежедневно сменяются один за другим и наборы подкрепления, однако динамика управления, осуществляемая подкреплениями, сохраняется в основном без изменений.

Можно также составить очень сложную последовательность наборов подкреплений. Трудно описать их в нескольких словах, но мы все же приведем два-три примера. В одном эксперименте голубь выполнял действия, отвечающие набору подкреплений «А», где подкреплением служит просто предъявление стимула, характерного для набора «Б», на который

голубь затем надлежащим образом и реагировал. При наличии третьего стимула поведение голубя соответствовало набору «В», в котором подкрепления были просто следствием стимула, характерного для набора «Г» (на этот набор голубь затем соответственно и реагировал). В одном особом случае, впервые исследованном Л. Уикофом, животное реагировало на один стимул, для которого подкрепление состояло в определении стимула, управляющего другой реакцией. Первая реакция становилась объективной формой «проявления внимания» ко второму стимулу. Из одного опыта, представляющего собой вариант предыдущего, мы можем сделать вывод, что голубь своим поведением как бы «сообщал» нам, к чему он «проявляет внимание»: к форме светового пятна или к его цвету.

<...>

Для всех этих исследований характерно то, что результаты их обнаруживают удивительно малые отклонения для различных видов животных. Правда, все опыты проводились с позвоночными животными, но весьма разнообразными их видами. Сходные результаты были получены с голубями, крысами, собаками, обезьянами, а также с детьми и, наконец, позднее (автором статьи и О. Линдсли) с психически аномальными людьми. Несмотря на огромные филогенетические различия, все эти испытуемые обнаруживали поразительно сходные свойства по отношению к процессам обучения.

Следует подчеркнуть, что эти выводы были сделаны на основе анализа эффектов подкрепления с применением устройств, которые воспроизводили подкрепления с большой точностью. Только таким способом поведение отдельного испытуемого может быть контролировано с необходимой точностью. Важно также отметить, что накопление сведений в изучении сложных связей между реакциями позволяет и при анализе поведения добиться той же степени точности, какую обычно приписывают результатам исследования таких проблем, как восприятие, мышление и индивидуальная динамика.

Трудно перейти от этих увлекательных перспектив развития науки об учении к той области ее приложения, которая непосредственно связана с процессом обучения, а именно, к образованию. Рассмотрим, например, обучение арифметике в младших классах начальной школы. Здесь школа имеет дело с выработкой у ребенка большого числа реакций определенного типа.

Все эти реакции являются словесными. Они состоят в произнесении и написании определенных слов, цифр и знаков, которые имеют отношение к числам и арифметическим действиям. Первая задача сводится к формированию этих реакций. Надо научить ребенка правильно произносить и записывать слова, понятия, действия, но главная задача — поставить данное поведение под контроль различных стимулов. Это происходит в то время, когда ребенок учится считать, учит таблицы сложения и умножения, пересчитывает обладающие определенным признаком предметы в группе, отвечает устно или письменно на вопрос о числах: «нечетное», «четное», «простое» и т. д.

Помимо этих разнообразных действий с числами, значение которых часто отрицается, как простое зазубривание, обучение арифметике ставит также целью овладение тем сложным поведением, которое связано с самостоятельным математическим мышлением. Ученик должен уметь так оперировать числами и дробями, чтобы, изменяя и преобразовывая исходные данные, он мог прийти, в конце концов, к результату, называемому решением.

Каким образом формируется этот исключительно сложный набор навыков, выражаемых в словесной форме? Какие подкрепления здесь используются в первую очередь? Полвека назад ответ на этот вопрос казался вполне очевидным. В то время педагогический контроль носил, так сказать, чисто негативный характер. Ученик произносил и переписывал числа, запоминал таблицы и выполнял действия над числами под угрозой телесных наказаний. Эффект положительных воздействий также иногда отмечался по повышенному уровню усвоения детьми арифметики, и в отдельных случаях автоматические подкрепления возникали в результате обычных действий учителя (при решении задач или при выяснении сложных свойств чисел). Но все же при обучении у ученика преобладало желание избежать наказания. Реформистское движение, известное как «прогрессивная педагогика», стремилось, в частности, к тому, чтобы положительные воздействия были признаны более эффективными. Однако всякий, кто в наше время посетит младшие классы средней школы, заметит, что, хотя эти изменения в методах действительно имели место, сводятся они не к замене негативных методов контроля позитивными, а к замене одних негативных стимулов другими.

Ученик за партой, выполняя какое-то задание, поступает так прежде всего потому, что стремится избежать ряда неприятностей: выговора учителя, критики или насмешек своих одноклассников, проявления неумения перед другими учениками, получения плохих отметок, вызова к директору для «серьезного разговора», сообщения родителям, которые, чего доброго, могут и наказать.

В этом хаосе отрицательных воздействий правильный ответ становится сам по себе незначительным событием, и эффект его теряется среди волнений, скуки, нарушений дисциплины, которые являются неизбежными следствиями такого негативного контроля.

С другой стороны, мы должны выяснить вопрос о том, в какой последовательности располагаются контингенты подкреплений. Когда именно ученик получает уверенность, что проделанная им операция с числами выполнена правильно? В конечном счете ученик, конечно, может сам проверить свои собственные ответы и получить своего рода автоматическое подкрепление, однако на ранних стадиях усвоения подтверждение правильности действий ученика обычно обеспечивается учителем.

Подкрепления, осуществляемые таким путем, являются далеко не оптимальными. Легко можно показать, что до тех пор, пока не сформировалось развернутое поведение, опосредствующее подкрепление, даже несколько секунд разрыва между реакцией и подкреплением достаточно большой срок, чтобы в значительной степени ослабить эффект подкрепления. Тем не менее, в обычном классе на это уходит значительно больше времени. Учитель во время выполнения письменного задания может прохаживаться вдоль рядов, останавливаясь то тут, то там, чтобы сказать «правильно» или «неправильно». В этих условиях между реакцией ученика и подкреплением со стороны учителя проходит много секунд и даже минут. А во многих случаях (например, когда тетради берутся для проверки домой) этот интервал может достигать суток. Можно только удивляться, что такая система обучения все же дает какой-то положительный эффект.

Третьим, бросающимся в глаза недостатком, является отсутствие достаточно продуманной программы, последовательные этапы усвоения которой вели бы к формированию требуемого конечного сложного поведения. Чтобы овладеть нужным уровнем математических знаний и навыков, ученик должен последовательно пройти через длинную цепь подкреплений. Учитель редко имеет возможность подкреплять каждый шаг в этой цепи, поскольку он не может наблюдать реакции у каждого ученика в нужный момент. Обычно приходится подкреплять освоение целых групп реакций, как это имеет место при проверке письменных работ. Знания, подлежащие проверке, не обязательно должны быть взаимосвязаны; так, например, ответ одной задачи может и не зависеть от ответа другой. Итак, поставив себе целью добиться формирования некоторого сложного поведения, мы контролируем усвоение лишь на отдельных немногих этапах, что еще более усложняет эту задачу. Даже наиболее современные учебники по элементарной арифметике не могут служить примером полноценной программы для формирования математических навыков.

Возможно, современная школа заслуживает самой серьезной критики за относительно низкое число подкреплений. Поскольку ученик обычно зависит от учителя на этапе проверки правильности его действий и поскольку большое количество учеников обычно зависит от одного и того же учителя, то общее число контингентов подкреплений в течение, скажем, первых четырех лет обучения составляет примерно лишь несколько тысяч. Однако даже грубая оценка показывает, что эффективные математические знания в предусмотренном программой объеме требуют примерно 25 тысяч подкреплений. Можно считать, что даже самому способному учащемуся данный контингент подкреплений должен быть предъявлен несколько раз для формирования устойчивого поведения. Эти элементарные операции не сводятся просто к различным пунктам в таблицах сложения, вычитания, умножения и деления. Нужно также принимать во внимание иные формы изложения каждого пункта. В обучение еще входит такой материал как разложение на множители, определение простых чисел, запоминание серии правил для сокращенных вычислений, конструирование и использование геометрических представлений или числовых таблиц и т. д. Кроме того, все математические навыки должны быть отработаны на конкретных задачах, число которых чрезвычайно велико. По самой скромной оценке, количество элементарных операций составляет около 50 тысяч. В свете этого современное положение с обучением арифметике вызывает озабоченность.

Последствия всего этого, конечно, хорошо известны. Даже наши лучшие школы подвергаются критике за низкую эффективность обучения по таким трудоемким дисциплинам, как арифметика. Что касается условий в школе среднего уровня, то этот волнующий всех вопрос должен разрешаться в общегосударственном масштабе.

Можно утверждать, что в наше время дети изучают арифметику недостаточно быстро и недостаточно хорошо, что также не является просто результатом непонимания несовершенства постанов-

ки обучения. Направления, в которых современные методы проявляют наименьшую эффективность, связаны именно с теми дисциплинами, при изучении которых пробелы образования проявляются в наибольшей степени. Следом за все растущим непониманием появляются беспокойство, чувство неопределенности, претензии, а все это, в свою очередь, ставит перед школой новые проблемы.

Большинство учеников заявляет, что они «не готовы» к усвоению арифметики на данном уровне или, в крайнем случае, не имеют математических способностей. Такие утверждения подхватываются учителями и родителями. Очень немногие ученики вообще достигают такого уровня, при котором автоматические подкрепления становятся естественным следствием уже выработанных математических навыков. Напротив, цифры и математические символы становятся обычными эмоциональными раздражителями. Даже беглый взгляд на столбцы цифр, не говоря уже об алгебраических символах или интегралах, действительно вызывает чувство беспокойства, вины, страха, но никак не математическое поведение.

В такой ситуации учитель обычно чувствует себя не лучше, чем ученик. Лишенный возможности управления учеником с помощью розги, преподаватель находится в полной растерянности, не зная, как использовать те немногие средства, педагогические приемы, имеющиеся в его распоряжении. Он уделяет слишком мало времени темам, требующим усвоения конкретного содержания, полностью соглашается с теми педагогическими теориями, которые подчеркивают значение материала, сохраняющего непреходящий интерес. Учитель следит за тем, как бы ребенок не выучил чего-либо ненужного. Знания, которые надо передать ученику, сводятся к минимуму самых необходимых. Например, при обучении орфографии масса времени и энергии уходит на отбор тех слов, которые, по мнению учителя, собирается употреблять ученик, как будто трата педагогических усилий на изучение не самых необходимых слов является каким-то преступлением. В конечном счете, слабость методов начинают маскировать рассуждениями о необходимости пересмотра целей образования. Педагогическое мастерство снижается в угоду сомнительным новинкам вроде «демократического образования», «образования ребенка в целом», «образования для жизни» и т. д. На этом все и кончается, поскольку, к сожалению, эти теории, со своей стороны, не содержат каких-либо предложений по совершенствованию методики обучения. Они мало помогают, а то и вовсе ничего не дают для улучшения конкретной практической работы в классе.

Не было бы никакого смысла настаивать на нашей критике, если бы мы не считали невозможным улучшение дела обучения. Но последние успехи в управлении процессом научения позволяют не только поставить вопрос о полном пересмотре практики школьного обучения, но и подсказывают нам, как именно можно осуществить этот пересмотр. Это, разумеется, не первый случай, когда результаты экспериментальной науки получают непосредственное применение для решения практических проблем образования. Однако о практике современной школы нельзя сказать, что она дает много примеров, показывающих, что исследования в области обучения признаются и используются. Несомненно, это положение связано в какой-то мере с ограниченностью результатов, которые были получены ранее в этой области. Именно поэтому возникло слишком поспешное заключение, что лабораторные исследования процесса обучения существенно ограничены, поскольку не учитывают реальных условий школы.

Опираясь на наши все расширяющиеся познания процесса учения, мы можем, в противовес этому заключению, настаивать на воздействии на реальные условия школы и добиваться существенного их изменения. Образование, пожалуй, наиболее важная область научных исследований. Оно оказывает очень сильное влияние на жизнь всех нас. Мы не можем далее позволять случайным обстоятельствам сегодняшнего дня не давать хода выдающимся достижениям, которые мы уже имеем. Существующая практика должна быть изменена.

Имеется еще несколько вопросов, на которые нужно дать ответ, если мы собираемся изучать какой-либо новый организм. Какое поведение мы хотим сформировать? Какие подкрепления имеются в нашем распоряжении? Какие реакции пригодны для осуществления программы, последовательное проведение которой приведет в конечном итоге к формированию требуемого поведения? Как должны распределяться подкрепления для наиболее эффективного закрепления выработанного поведения на должном уровне? Все эти вопросы имеют прямое отношение, например, к вопросу обучения детей в начальной школе.

Во-первых, какие подкрепления имеются в нашем распоряжении? Какими средствами

располагает школа для воздействия на ребенка? Сначала можно рассмотреть то, чему мы собираемся учить, так как подлежащий преподаванию материал может в значительной мере обеспечить автоматическое подкрепление. Дети часами играют с механическими моделями, занимаются рисованием, работают с ножницами и бумагой, развлекаются погремушками, головоломками, короче говоря, они с удовольствием имеют дело почти с любым, имеющимся около них предметом, с помощью которого они могут как-то заметно воздействовать на окружение и который не обладает какими-либо неприятными для них свойствами. Прямое воздействие на предметы и их реакция сами по себе являются подкрепляющими. В современной школе этот эффект не очевиден, так как маскируется эмоциональными реакциями на негативный контроль. Верно, что автоматическое подкрепление некоторого навыка в результате манипуляций с окружающими предметами, видимо, является весьма слабым и требует тщательного управления. Однако, одним из наиболее поразительных результатов последних исследований является то, что конечный объем подкрепления не имеет большого значения. Даже очень слабое подкрепление может оказаться исключительно эффективным, если оно применяется разумно. Если такое естественное подкрепление, обусловленное свойствами предмета, оказывается недостаточным, то следует применить иные средства подкрепления.

Во-вторых, надо выяснить, каким образом эти воздействия приводят к формированию именно требуемого поведения. Здесь имеются два важных обстоятельства. Первое — постепенная выработка некоего даже исключительно сложного поведения и, второе — закрепление этого поведения на достаточно активном уровне для каждого этапа. Весь процесс перехода от незнания к знанию в любой области надо разбить на большое число малых «шагов» и подкрепление для любого из них должно быть направлено на овладение этим шагом. Такое решение проблемы формирования сложного поведения одновременно решает и вторую проблему — закрепление выработанного поведения. Мы можем, конечно, использовать метод распределения подкреплений, разработанный при исследовании других организмов, но судя по тому, что нам известно о сегодняшней практике преподавания, такое распределение наиболее эффективно осуществляется при соответствующем построении учебного материала.

Делая каждый следующий шаг предельно малым, мы можем максимально увеличить частоту подкреплений и при этом снизить до минимума возможные отрицательные последствия допускаемых ошибок. Другие способы расчленения материала приведут нас к иным контингентам подкреплений.

Эти требования не являются чрезмерными, но они, вероятно, несовместимы с современной практикой школьного преподавания. При экспериментальном исследовании процесса учения было установлено, что контингента подкреплений, которые в наибольшей степени соответствуют управлению поведением организма, не могут быть упорядочены путем личного участия экспериментатора. Организм реагирует на такие тонкие детали контингентов, управление которыми лежит за пределами возможностей человека. Для этого нужно использовать определенные механические или электрические устройства. Этого требует также и огромное число подкреплений, которые могут быть эффективно использованы за один экспериментальный урок. Мы зарегистрировали много миллионов реакций одного организма в течение тысяч часов экспериментирования. Предъявление подкреплений и регистрация наблюдений для экспериментатора-человека оказались совершенно невыполнимыми. Человеческий организм является наиболее чувствительным к точности контингентов подкреплений. Поэтому есть все основания ожидать, что наиболее эффективное управление процессом обучения людей потребует применения технических средств. Нет сомнений в том, что использование живого учителя в качестве простого подкрепляющего механизма не выдерживает критики. Это справедливо даже в том случае, когда учитель все свое время отдает одному ученику. Но низкая эффективность живого учителя еще более снижается, когда он выступает в роли «подкрепляющего устройства» по отношению к большому числу учеников сразу. Если учитель хочет использовать последние достижения науки в области обучения, он должен прибегнуть к помощи техники.

Проблема применения необходимых технических средств в процессе обучения не относится к числу особенно трудных. Имеется много способов технического осуществления необходимых операций, причем здесь могут быть применены как механические, так и элект-

трические устройства. Большинство таких устройств отличается тем, что подкрепления на правильный ответ даются немедленно. Сама работа с таким устройством, видимо, обеспечит достаточное подкрепляющее воздействие, и средний ученик каждый день в течение определенного периода будет активно усваивать материал при условии устранения всех следов влияния ранее действовавшего негативного контроля.

Пользуясь такими устройствами, учитель может одновременно контролировать процесс обучения целого класса, причем каждый ученик может усваивать материал в своем собственном темпе, решая столько задач, сколько он успеет в течение урока.

Если ученик вынужден пропустить занятия, он в следующий раз может начать с того места, на котором он ранее остановился. Более способный ребенок будет быстрее продвигаться вперед. Чтобы не получилось слишком большого разрыва по сравнению с остальными, можно либо на время освободить его от занятий арифметикой, либо давать ему специальный набор задач, направляя его активность в область каких-либо близких к основной программе достаточно интересных областей математики.

Устройства такого типа дают возможность подавать тщательно подготовленный материал так, чтобы каждый новый вопрос зависел от ответа на предыдущий и позволял, таким образом, наиболее эффективно добиться в конечном счете усвоения сложного материала. Устройство можно снабдить дополнительным механизмом для регистрации наиболее часто встречающихся ошибок и совершенствовать ленты с вопросами так, как подсказывает опыт. Можно ввести дополнительные шаги на тех этапах, где ученики испытывают затруднения, и в конце концов добиться такого программирования материала, при котором ответы среднего ученика будут почти всегда правильными.

Если материал сам по себе окажется недостаточно подкрепляющим, учитель (или школа) может использовать другие виды подкрепления, которые будут связаны с работой на обучающих устройствах или решением предлагаемых задач. Эти дополнительные элементы не лишают преимуществ немедленного подкрепления, а также возможности конструирования оптимальных серий шагов, ведущих к наиболее эффективному усвоению сложного комплекса математических знаний.

Не составляет труда заранее предсказать возражения против применения таких устройств в школе. Будут говорить, что при этих способах обучения ребенка считают не более чем животным, что нелепо анализировать важнейшие достижения человеческого разума, исходя из механических критериев и т. д. Математические навыки обычно рассматривают не как набор реакций, включающий в себя определение чисел и операции над ними, а как доказательство математической одаренности или как натренированность умственных способностей.

Верно, что методы, которые разработаны на основе экспериментальных исследований процесса учения, не имеют целью «развивать ум» или способствовать возникновению некоего туманного состояния «понимания» математических соотношений. Наоборот, они предназначены для формирования вполне определенного поведения, которое принимается как свидетельство наличия таких умственных состояний или процессов.

Это лишь частный случай тех общих изменений, которые в настоящее время происходят в подходе к осмысливанию человеческой деятельности. В ходе своего развития наука предлагает новые все более и более обоснованные альтернативные формулировки взамен традиционных. Поведение, в категориях которого должно быть в конце концов определено человеческое мышление, само по себе есть положительная категория, по праву трактуемая как важная цель в образовании.

Конечно, у учителя есть более важные функции, чем определять правильность или ошибочность ответов учащихся. Предлагаемые изменения в способах обучения освободят его для эффективного осуществления этих функций. Оценивать решение задач по арифметике: «да, действительно $9+6=15$ — правильно; $94-7=18$ — неправильно» — это унижает чувство собственного достоинства любого мыслящего человека. Имеется более важная работа, которую надо делать, причем такая, в которой взаимоотношения учителя и ученика не могут быть продублированы механическим устройством. Приборы просто помогли бы улучшить эту работу. Можно сказать, что главная трудность в современной системе обучения в начальной школе состоит в том, что ребенок, очевидно, не уверен в своих знаниях и понимает это, а учитель, сознавая это, не способен ничего поделать. Если последние достижения в

управлении поведением могут обеспечить ребенку действительно уверенное владение навыками чтения, письма, правописания и арифметики, то учитель может начать действовать не как несовершенная машина, а путем установления контактов интеллектуального, культурного и эмоционального характера в соответствии со своими возможностями.

Другое возможное возражение сводится к тому, что механизация обучения означает якобы снижение занятости учителя. Беспокоиться об этом нет нужды. Пока учителей не хватает, и затраты времени и энергии у учителя не идут ни в какое сравнение с соответствующими затратами в других областях деятельности. Механические устройства, конечно, устранят наиболее утомительные процессы, но они вовсе не обязательно сократят время, которое отведено на общение с учениками.

Есть еще одно более практическое возражение. В состоянии ли мы позволить себе оборудовать наши школы нужными устройствами? Ответ на это может быть дан бесспорно положительный. Устройство, которое было описано выше, можно изготовлять за ту же цену, что и небольшой радиоприемник или фонограф. Необходимое число таких устройств значительно меньше, чем число учеников, так как одно устройство может последовательно обслужить большое количество учащихся. Но даже если предположить, что устройство, которое, в конце концов, окажется в высшей степени эффективным, будет стоить несколько сот долларов, и их потребуется много, наша экономика должна быть способной выдержать такую нагрузку. Если уж мы согласились с возможностью и необходимостью механизации обучения в школе, то экономические проблемы можно легко преодолеть.

Остается проделать простую работу, задачу которой можно сформулировать в конкретной форме. Методы ее решения известны. Необходимое оборудование можно легко изготовить. На пути нет никаких препятствий, кроме инерции. Но что является более характерной чертой Америки, чем ее нежелание принимать традиционное как нечто неизбежное? Мы стоим на пороге волнующего и революционного периода, когда научные исследования человека будут поставлены на службу его высшим интересам. В этом деле образование должно сыграть свою роль. Нужно проникнуться сознанием того, что немедленный пересмотр всей практики в системе образования является не только возможным, но и неизбежным. Когда это будет сделано, мы сможем смотреть на нашу систему школьного образования с уверенностью, что она отвечает своим задачам, надежна по своим методам и щедро поддерживается осведомленными и активными гражданами, образование которых она же и будет осуществлять.