

ФОРМИРОВАНИЕ  
ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ  
НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ  
ПОЭТАПНОГО УСВОЕНИЯ  
УМСТВЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

*Под редакцией  
П. Я. Гальперина и Н. Ф. Талызиной*

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1968

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Московского университета

1—5—7  
38—67

## ФОРМИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

### НАБЛЮДЕНИЯ И ОПЫТЫ, ПРИВЕДШИЕ НАС К ВОПРОСУ О ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

Настоящее исследование возникло из намерения дать простое и ясное доказательство того, что настоящие, большие, физические действия могут систематически формироваться без проб и ошибок и на существенно иной основе, чем обычно. К этой задаче каждый из авторов пришел своим путем.

Н. Н. Сачко, работая преподавателем труда в школе, убедился в том, что существующая методика обучения трудовым приемам далеко не совершенна. Каждый учитель труда ведет обучение по-своему, опираясь в основном на личный опыт. Указания, которые он дает ученикам, большей частью имеют неопределенный характер. Так, например, при пилении учитель говорит, что не следует «сильно» нажимать на лучек пилы, что работать надо «ритмично», заготовку для обработки закреплять в задней коробке верстака «без особых усилий» и т. п. Что значит «не сильно», «без особых усилий», как это «ритмично», — на это четких указаний не дается. Нередко даже в печатных инструкциях совсем отсутствуют указания на то, с каким усилием должна закрепляться заготовка, захватываться стойка лучка и выполняться другие действия.

Отсутствие четких показателей, от которых зависит правильное выполнение рабочих операций, приводит к неопределенности представлений учеников об этих операциях, к их неумелому выполнению и к поразительному несоответствию у подавляющего большинства учеников представлений о действиях фактическому выполнению этих действий. Это несоответствие было установлено Н. Н. Сачко в наблюдениях и

экспериментах, которые проводились в школах г. Свердловска и Свердловской области. Вот некоторые из этих данных.

На вопрос, какова частота движений правой руки при пилении древесины вдоль волокон<sup>1</sup>, 8 учеников (взятых без специального подбора из общего количества 25 обследованных) ответили так:

Таблица 1

№ п/п	Ответ ученика (движений в минуту)	Фактическое количество его движений в одну минуту
1	25 . . . . .	320
2	30 . . . . .	310
3	Не знаю . . . . .	200
4	Не знаю . . . . .	270
5	Не знаю . . . . .	305
6	Двигать быстро . . . . .	230
7	Равномерно . . . . .	220
8	Равномерно . . . . .	208

На вопрос, с каким усилием нужно нажимать на лучек пилы при пилении<sup>2</sup>, эти же ученики ответили:

Таблица 2

№ п/п	Ответ	Во сколько раз усилия ученика превышали допустимые
1	Не сильно . . . . .	в 2 раза
2	Не сильно . . . . .	в 2 раза
3	Не знаю . . . . .	в 3 раза
4	Не знаю . . . . .	в 5 раз
5	Не знаю . . . . .	в 2 раза
6	Не знаю . . . . .	в 3 раза
7	Тихонько . . . . .	в 4 раза
8	С большой силой . . . . .	Соответствовал норме

Во всех приемах ученики делали чрезмерные усилия, от которых они преждевременно уставали и которые в то же время приводили к поломке оборудования и порче материала. При этом обучение далеко не всегда достигало даже очень скромных результатов.

<sup>1</sup> Норма движений по В. А. Куксову — 60—70 дв/мин.

<sup>2</sup> За норму принимались усилия учителя.

Основной недостаток методической литературы по обучению труду (деревообработке) состоит в том, что эта литература называет операции, которые должны быть выполнены, намечает их последовательность и качественные требования к изделиям, но собственно методические указания на четкие, количественные показатели рабочих движений и на способы их выполнения или совсем отсутствуют, или даются в самой неопределенной форме (вроде: «не торопиться» при работе, «не сильно нажимать на инструмент» и т. п.).

Стремясь дать ученикам более точные указания, как правильно выполнить те или иные производственные действия, Н. Н. Сачко сконструировал приспособления, которые позволяют ученикам ориентироваться в каждой операции на ясные и четкие внешние показатели и по ним контролировать правильность выполняемых действий. Приспособления эти предупреждали слепые поиски правильных рабочих движений, брак в работе и т. п.

Применение этих приспособлений внесло решительное изменение в обучение труду. Рабочие движения формировались сразу в том виде, который при обычном обучении они приобретают (и то не всегда) лишь после долгой тренировки; соответствующий навык вырабатывался во много раз быстрее обычного.

При таком обучении не было неуспевающих, хотя сохранились некоторые различия в скорости и точности приобретаемых навыков. В очень большой степени возрастал самоконтроль, сознательность в отношении процесса работы, непосредственное увлечение ею и настоящий интерес к ней.

Эти результаты расходились с господствующими представлениями о процессе образования навыков, их механизме и методике их воспитания. Это расхождение и побудило Н. Н. Сачко обратиться к психологии двигательных навыков. Поскольку в практике производственного обучения признаки неизбежности и даже пользы проб и ошибок часто служит оправданием недостатков общепринятой методики, Н. Н. Сачко особенно интересовал вопрос об источниках проб и ошибок и их действительной роли в формировании двигательных навыков.

Приблизительно к тому же времени у П. Я. Гальперина была закончена кандидатская диссертация Н. С. Панфиной о «Зависимости формирования действия от типа ориентировки в задании» (1958). В этой работе, на примере двигательного навыка письма, было показано, что пробы и ошибки возникают там, где ученику недостает ориентиров действия, — когда все необходимые ориентиры восстанавливаются, пробы исчезают и ошибки становятся незначительными и нехарактерными для формирования действия. Исследования З. А. Решетовой и ее сотрудников [56], [57] успешно продол-

жили эту линию и установили те же зависимости для отдельных компонентов ручной подачи суппорта на токарном станке.

Общее значение этих исследований теоретически было достаточно убедительно, однако движения при написании контура букв или сохранения непрерывности и равномерности подачи суппорта довольно сильно отличаются от больших физических движений. Поэтому и перенос объяснения с первых на вторые представляется не всем вполне убедительным. Желательно иметь прямое экспериментальное подтверждение того, что эти теоретические соображения оправдываются и для больших физических движений.

С этой стороны задача состояла в том, чтобы показать, что машина тела подчиняется логике заданного движения как объективного процесса во внешней среде и что овладение этим движением может идти двумя путями: или на основе учета этой логики и рационального планирования, или с помощью слепого прилаживания к частной форме движения, заданной внешними условиями. Второй путь представляет собой только существенно ухудшенное издание первого, но дело в том, что пока он остается практически господствующим, он признается основной закономерностью (со всеми вытекающими отсюда последствиями).

Простые действия начальных операций по деревообработке хорошо подходили для этой цели. Поэтому мы и решили провести «в академических условиях» сравнительное изучение этих двигательных умений: один раз — по обычной методике, а другой раз — по методике, обеспечивающей полный набор ориентиров, необходимых для правильного выполнения нового действия.

## **КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПСИХОЛОГИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ И МЕТОДИКЕ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ**

Знакомство с основной литературой вопроса убедило нас в том, что учение о психологических механизмах двигательных навыков продвинулось дальше всего именно в советской психологии. Поэтому с нее мы и начинаем критическое изложение этой литературы.

После победы Великой Октябрьской революции и устранения «академического» идеализма в советской психологии на передний план выдвинулись различные механистические теории. Их отражением в обучении производственным навыкам был метод, разработанный Центральным институтом труда. Этот метод, получивший в свое время большое распространение, опирался «на чисто механическое понимание

трудо­вой дея­тель­но­сти ра­бо­та­ю­ще­го че­ло­ве­ка» [7, стр. 76]. Ру­ко­во­ди­тель ЦИ­Та А. К. Га­стев ут­вер­ждал: «Нам на­уж­но соз­дать нервно-мышечные автоматизмы, которые мы должны обратить в натуральные трудовые акты» [7, стр. 76]. Сто­ро­ни­ки ме­то­да ЦИ­Та рас­сма­три­ва­ли фор­ми­ро­ва­ние на­вы­ка как биомеханический тренаж. Рабочие действия делили на отдельные приемы и движения, проводили их упорную тренировку.

Положительной стороной этого метода было выделение отдельных частных движений с четкими, объективными и — на первый взгляд — достаточными требованиями к их выполнению. Это обеспечивало ускоренное формирование навыков в отношении отдельных движений.

Однако в указаниях на способ выполнения (как действия в целом, так и каждой из его операций) сохранялось много неопределенного; это относилось, в частности, и к указаниям пиления древесины вдоль волокон [36, стр. 12]. Операции не обеспечивались всеми необходимыми объективными ориентирами, а следовательно, и полной обратной связью. Команды: «К месту!», «Внимание!», «Взять инструмент!», «Правой рукой отвернуть винт!», «Завернуть винт!», «Внимание! Диктовка ритма: раз — два, раз — два» и т. д., не указывали, как взять, как встать, как завернуть, с каким усилием нажать, когда прекратить работу и т. д.; а команда: «Внимание! Раз—два, раз—два» — в каждом отдельном случае означала разную частоту движений; эта частота осваивалась путем непосредственного подстраивания под диктуемый ритм, без опоры на его объективную характеристику. Поэтому и перенос приобретенных умений на новые задания был незначителен, каждое новое действие формировалось, как и предыдущее, по методу проб и ошибок. Объединение отдельных движений в рабочие действия тоже представлялось на усмотрение каждого обучающегося и тоже формировалось методами проб и ошибок. Обучение производилось по принципу — «смотри, слушай и делай так, как делает инструктор».

Конец 20-х и начало 30-х годов в истории советской психологии знаменуются принципиальной критикой рефлексологии, механистических и биологизаторских направлений; одновременно велась критика реактологии, которая, хотя и называла себя «марксистской психологией», на самом деле пыталась эклектически соединить прежнее, субъективно-идеалистическое понимание психики с ложным позитивистским объективизмом, с бихевиористическим подчеркиванием первостепенного значения двигательной реакции. В результате критики этих механистических направлений главной проблемой советской психологии становится общественно-историческая природа человеческого сознания и его роли в поведении человека.

В лекции, посвященной 30-летию советской психологической науки, Б. М. Теплов, говоря о перестройке психологии в 30-е годы на основе углубленного изучения основных философских работ В. И. Ленина, в первую очередь «Материализма и эмпириокритицизма» и «Философских тетрадей», так характеризует основную линию советской психологии в проблеме двигательных навыков: «В связи с выдвиганием на первый план вопроса о сознании, о направляющей и регулирующей роли сознания в поступках человека в корне меняется подход к исследованию большинства психологических проблем. Раньше всего это сказалось в подходе к практически очень важному вопросу — о выработке навыков. С этого времени в советской психологии начинает разрабатываться новая концепция навыков, видящая в образовании их процесс, как правило, сознательный. Какова роль сознания в процессе образования навыка? — так ставится центральный вопрос этой главы психологии» [74, стр. 21].

Л. М. Шварц (1937) подвергнул подробному критическому анализу механистическую концепцию научения и, в частности, теорию формирования навыков по Торндайку [91]. В этой статье Шварц подчеркивает роль мышления в формировании и выполнении навыков, особенно навыков, входящих в интеллектуальные действия (например, решение геометрических задач).

В более поздней работе «Сознание и навык» (1940) Л. М. Шварц подчеркивает, что выражения «механическая» зубрежка, «слепые» повторения и т. п. обозначают не отсутствие сознания в этих действиях, а лишь большее или меньшее его участие и, главное, указание на то, что именно отражает сознание в процессе усвоения [92, стр. 89]. Кратко, но систематически он рассматривает, «что в сущности осознается в процессе приобретения того или иного навыка» [92, стр. 89] из состава задачи, задания, цели, результата каждого действия и самого действия. «Существует множество различных путей, которыми субъект подходит к выполнению действия первый раз. Здесь ... и условно рефлекторный механизм, и показ, и инструктаж со стороны обучающего, и переход от теоретического знания о действии к выполнению этого действия, и самостоятельное открытие нового способа действия и, чаще всего, многообразные сочетания этих моментов» [92, стр. 91—92].

В заключении этой статьи Л. М. Шварц приходит к выводу, что «намечаются два крайних типа развития навыка у человека. Первый сознание человека не обращено на осмысление того, как следует действовать для выполнения данной задачи, и почему именно так, а не иначе. Это обстоятельство и определяет так называемое «механическое» усвоение навыка... Второй тип усвоения навыков, наоборот, харак-



теризуется осознанием причин, почему следует данное действие выполнять именно так, а не иначе». Такое сознательное усвоение идет «от знания к навыку» [92, стр. 92].

В экспериментальном исследовании под названием «К вопросу о навыках и интерференции» Л. М. Шварц среди прочих выводов формулирует и такой: «Чем больше интерферирующие навыки приближаются к системам действий, которыми человек полностью и сознательно владеет, тем легче они могут протекать, не сталкиваясь друг с другом» [93, стр. 192].

В исследовании В. И. Аснина «Своеобразии двигательных навыков в зависимости от условий их образования» [8], выполненном под руководством проф. А. Н. Леонтьева, сравнивались одни и те же навыки, формировавшиеся в разных условиях. Задача состояла в нажимании на клавиши вслед за вспыхиванием электрических лампочек, которые зажигались в определенном порядке. Но в одних группах эти навыки вырабатывались без знания о порядке их зажигания («механические навыки»), а в других — на основе такого знания («сознательные навыки»). Сознательные навыки складывались по меньшей мере в 10 раз скорей, чем механические. Кроме того, механические навыки не могли быть воспроизведены иначе, как в движении, причем порядок отдельных операций так и остался не осознанным; формирование нового навыка, сходного по ряду операций, вело к разрушению предыдущего, — навыки становились интерферирующими и несовместимыми. Сознательно складывавшиеся навыки в тех же условиях несколько не мешали друг другу. Испытуемый легко называл порядок следования отдельных операций без всякой опоры на движение руки (для руки нарочно давалось какое-нибудь другое задание).

Исследование В. И. Аснина до сих пор остается одним из наиболее ярких экспериментальных доказательств преимущества двигательных навыков, сформированных при ведущем участии сознания, и вместе с тем доказательством роли сознания в формировании и дальнейшем применении этих навыков.

В известном исследовании «Роль осознания движений в выработке двигательных навыков» А. Н. Соколов прямо ставит вопрос: «Нужно ли при выработке двигательных навыков обращать внимание на движения или на результат их» [71, стр. 217]. Он указывает, что в литературе на эти вопросы даются прямо противоположные ответы: Торндайк, Селли, Паркер говорят, что нужно обращать внимание только на результат, Сельвидж и Фрикленд и др. — только на самые приемы [71, стр. 218].

Одну группу своих испытуемых А. Н. Соколов тренировал «с установкой на результат», другую «с установкой на осознание движений» (осознание это заключалось в «зна-

нии того, когда в каком направлении, какой величины, с какой координацией должны следовать движения») и в сознательном контроле за ними [71, стр. 221]. Формировались следующие навыки: перемещение с помощью так называемого суппорта Мёде стержня по прорези, имеющей разную форму, игра в бильбоке, зеркальное письмо и рисование, обычное письмо элементов букв. «Первый вывод, к которому мы приходим в результате этого исследования,— говорит А. Н. Соколов,— таков: осознание направлений, силы темпа, последовательности и размера движений всего работающего органа в целом является необходимым моментом выработки навыков; осознание движений отдельных мышечных групп имеет тенденцию тормозить эту выработку» [71, стр. 253]. Второй вывод: «осознание отдельных моментов движения не должно иметь место там, где требуется сохранять сложившиеся автоматизмы, и необходимо тогда, когда почему-либо нужно разрушить их» [71, стр. 255]. И наконец, в общем резюме своего исследования А. Н. Соколов пишет: «4. Причина того факта, что привычные вещи делаются иногда лучше без размышления, чем с размышлением, заключается в том, что всякое сосредоточение нашего внимания на отдельных моментах движения задерживает, замедляет процесс воспроизведения движения в целом, останавливает его на одном каком-либо месте и тем самым разрывает связи между моментами общего движения. В силу этого происходит временный распад привычных движений, деавтоматизация их. 5. Прежняя постановка вопроса о роли сознания в выработке двигательных навыков являлась крайне односторонней либо потому, что навыки рассматривались независимо от их отношения к уже автоматизировавшимся движениям и навыкам, либо потому, что совершенно отрицалась роль сознания в выработке навыков. 6. Действительная связь между сознанием и навыками сложна и противоречива. Огромное большинство навыков складывается под влиянием сознания, но на фоне ранее выработанных движений и навыков. Однако наряду с привычными движениями в навыке всегда бывают и новые движения. Отсюда появляется двойное значение сознания в выработке двигательного навыка: с одной стороны оно может оказаться нежелательным, если будет вмешиваться в работу сложившихся и безусловно нужных движений, с другой стороны, оно будет совершенно необходимо, поскольку некоторые виды движений еще только формируются» [71, стр. 258, 259].

Короче говоря, сознание оказывается полезным, когда с его помощью выделяются и уточняются внешние характеристики движений — их направление, сила, темп, последовательность, размер перемещений органа в целом. Но сознание становится помехой, когда оно направляется: а) на рабо-

ту отдельных мышечных групп или б) на сложившиеся автоматизмы, которые нужно сохранять и использовать как они есть.

В своей основной теоретической работе «Навык и действие» [19] Е. В. Гурьянов устанавливает, что генетически навык—это неавтоматизированное действие, а функционально-автоматизированный способ выполнения действия. Тут же Гурьянов подчеркивает, что автоматизация означает не исключение действия из сознания, а лишь иное осознание частных действий в общей структуре сложного действия, иное по сравнению с осознанием этих частных действий в самом начале упражнения, когда они еще выступают как самостоятельные задачи.

Это изменение в осознании частных действий заключается в схематизации и упрощении их самих и в облегченном узнавании их условий. В результате такой схематизации получается широко обобщенная схема сложного действия и возможность заблаговременного распознавания его меняющихся условий.

Упрощение психологической структуры частных действий позволяет перейти к их объединению в узловые действия, а затем и в группу узловых действий.

Поэтому основная характеристика навыка заключается в объединении частных действий в единый целостный процесс, целостное выполнение сложного действия. Это происходит на основе его общей схемы с предвосхищением каждого последующего частного движения и с превращением их в средства для осуществления общей цели. Сознание этой цели становится, таким образом, доминирующим, ведущим началом навыка.

П. А. Рудик, область специальных исследований которого составляет психология спорта, естественно, уделяет большое внимание двигательным навыкам и в своей «Психологии» [60, гл. XII]. В общем понимании навыка П. А. Рудик целиком присоединяется к Е. В. Гурьянову и даже пользуется некоторыми его терминами («узловые действия»). В изложении П. А. Рудика интересны некоторые указания, касающиеся прежде всего спортивных навыков, но имеющие несомненное общес значение.

На первом этапе, говорит П. А. Рудик, самое важное—это «выработка правильного представления» о новом упражнении. Поскольку инструктор сначала показывает упражнение, в представлении о нем сначала господствуют зрительные компоненты. В дальнейшем они уступают ведущее место двигательным ощущениям, кинестезии.

Зрительные представления ученика сначала диффузны и с большими пробелами. Между тем очень важно создать четкий образ действия, так как главное заключается в том, чтобы движения «выполнялись с самого начала правильно».

Чтобы узнать, что нужно ученику увидеть в движении и чем ему в этом помочь П. А. Рудик советует экспериментатору или преподавателю попробовать самому воспроизвести это движение.

Отсюда следует, что до самостоятельного выполнения показанного движения представление о нем по необходимости оказывается неполным и первые попытки выполнить его неизбежно будут сопровождаться ошибками.

В «Очерках по психологии труда» С. Н. Архангельского [7] есть шестая глава, специально посвященная вопросам «Трудовой деятельности, трудовых действий и навыков».

Главная мысль С. Н. Архангельского заключается в том, что всякое действие представляет собой систему, которая подчиняет себе входящие в нее более простые, частные действия. Сознание, которое представляется Архангельскому как «один из определяющих компонентов» в образовании и выполнении движений, всегда направлено на то, что в данном упражнении составляет самое систему, целое; только во вторую очередь при затруднении или ошибках оно направляется на подчиненные элементы этого целого, так как сознание представляет собой средство устранения трудностей. С. Н. Архангельский не ставит вопроса, почему бы тогда не сделать предметом осознания трудные моменты нового действия еще до того, как они обнаружат себя в ошибках, и в чем заключается система условий, которые могли бы предупредить возникновение этих ошибок. Если ошибки не чрезмерны, С. Н. Архангельский считает их вполне «естественными» на первых этапах формирования новых действий.

В 1959 г. вышли две монографии, в которых психология двигательных навыков занимает центральное место. Это «Очерки психологии спорта» А. Ц. Пуни [55] и «Психология обучения письму» Е. В. Гурьянова [20]. А. Ц. Пуни с самого начала заявляет, что «процесс образования навыков и использования их в действии — от начала до конца сознательный процесс, и навык, как бы глубоко он ни был автоматизирован, всегда остается сознательным (человеческим) действием» [55, стр. 25]. «...На различных фазах формирования навыка (по мере его автоматизации) заучиваемое действие не превращается в бессознательное, а по-инному осознается» [55, стр. 30].

Поэтому «первой задачей на первом этапе обучения технике упражнений в любом виде спорта ... стоит задача создания правильного представления о структуре движений изучаемого упражнения». Но «формирование представления о движениях — фазовый процесс ... в нем две фазы — фаза создания и фаза уточнения двигательных представлений» [55, стр. 39]. «...Процесс формирования представления о дви-

жениях ... идет от первичного, зрительного, весьма схематического образа к все более наполняющему пространственными, временными и силовыми характеристиками зрительно-двигательному образу, а затем к более бедному деталями, но обобщающему и преимущественно двигательному образу».

«Есть достаточно оснований полагать, что после овладения навыком представление о технике выполнения упражнения существует в сознании в двойной форме. Одна из них обобщенный образ, содержащий только основные, существенные моменты и характеристики движений упражнения. Другая — детальный образ, содержащий все моменты и характеристики движений упражнения во всех подробностях» [55, стр. 43].

А. Ц. Пуни подчеркивает, что «представление движений всегда связано с продумыванием их» [55, стр. 54]. Так как «осознается человеком все то, что он может выразить словами», то «формирование представлений происходит на основе их зрительного, а затем двигательного восприятия в единстве с речевой и мыслительной деятельности». «Чрезвычайно важным в этом процессе является перевод чувственных данных восприятия (зрительного и двигательного) в словесное выражение, чем достигается осмысленность сложного образа представления движений во всех его деталях, в их связях в отношениях» [55, стр. 40]. «Словесное описание приемов после их выполнения приводит к более быстрому созданию полного и точного представления». «Установка на словесный отчет повышает отчетливость мышечных ощущений, вследствие чего значительно возрастает точность выполнения заданной амплитуды движений» [55, стр. 71]. «Уяснение, т. е. осмысливание направления, амплитуды и других сторон движения на основе использования такого рода чувственных сигналов, приводило к заметно более быстрому и сознательному овладению упражнениями» [55, стр. 60]. Сюда же относится установленное в опытах «положительное влияние определенного методического приема», который получил название «мысленного проговаривания упражнения». «Оно заключается в том, что гимнаст, воспроизводя последовательно образ каждого элемента гимнастической комбинации, не только называет его соответствующим термином, но и «говорит про себя», что нужно сделать, чтобы успешно его выполнить» [55, стр. 54]. Такое словесное выражение упражнений улучшает показатели навыков почти в два раза, а иногда и больше.

Как указывает А. Ц. Пуни, «еще одна важная роль слова ... выражается в выделении основного, главного для каждой фазы сложного спортивного или гимнастического упражнения, а также для всего упражнения в целом». Слова «играют роль «самоприказов»» [55, стр. 67], «они не просто сопутству-

ющие, а ведущие моменты выполнения... они направляют и регулируют двигательные проявления» [55, стр. 68].

Однако после такого настойчивого, систематического и детализированного разъяснения ведущей роли сознания в овладении такими типичными двигательными навыками, какими являются навыки гимнастические и спортивные, А. Ц. Пуни приводит в качестве «общей характеристики процесса формирования двигательных процессов» так называемые «кривые упражнения» с постепенным падением ошибок [55, стр. 74—77], — иначе говоря, считает пробы и ошибки общей закономерностью в формировании навыков. Переходя к описанию основных этапов формирования двигательных навыков, он выделяет и характеризует их прежде всего с физиологической стороны, как фазы генерализации, дифференциации и стабилизации [55, стр. 81—92]. Правда, внутри этих характеристик, которые он рассматривает как физиологические, получают свое место и психологические характеристики деятельности ученика, но именно внутри и во вторую очередь.

После этого вполне понятно, что у А. Ц. Пуни не возникает сомнений в принципиальной неизбежности проб и ошибок. Более того, поскольку формирование навыков начинается с показа образца и его зрительного восприятия, а мышление и речь служат только средством уточнения этого образца, но никак не могут возместить необходимой и решающей для двигательного навыка «мышечной», кинестезической картины действия, то он естественно приходит к заключению, что отчетливость этой картины «развивается в ходе тренировки» [55, стр. 34], путем проб и ошибок, лишь постепенно, вместе «с формированием двигательного навыка» [55, стр. 36]. В самом деле, этой, по мнению Пуни, решающей для выполнения его кинестезической картины нет в отчетливом виде перед началом обучения — потому-то первая стадия обучения и характеризуется Генерализацией, «иррадиацией возбудительного процесса» [55, стр. 81]; здесь о точном или хотя бы правильном выполнении заданного действия говорить не приходится. Дифференциация происходит только во втором периоде и лишь вместе с ней наступает постепенное устранение ошибок. Таким образом, пробы и ошибки занимают два первых этапа формирования двигательных навыков, исчезая только к концу последнего из них.

Таким образом, согласно А. Ц. Пуни, сознание лишь уменьшает пробы и ошибки, ускоряет и улучшает формирование навыков. Но кинестезическую картину действия оно не может предвосхитить и, вследствие этого, пробы и ошибки остаются неизбежными и даже необходимыми.

Та же мысль является центральной в «Психологии обучения письму» Е. В. Гурьянова [20]. Эта книга представляет

собой итог его многолетних исследований по формированию письма и обучению ему; в подзаголовке значится: «Формирование графических навыков письма».

Рассматривая процесс приобретения первых письменных умений — письма элементов букв, отдельных букв и простейших слов, — Е. В. Гурьянов приводит таблицу задач, которые последовательно решает ученик при написании такой несложной буквы, как Ш, состоящей из трех одинаковых элементов [20, стр. 138]. Таблица очень показательна тем, что в ней не различаются (а даются подряд) и указания на то, как выполнить задание, и обозначение самого задания, без указания на способы его выполнения. Например: «2. начать писать точно от верхней линейки, не поднимаясь выше ее и не оставляя промежутка (просвета) между началом элемента и линейкой» — здесь не только поставлено требование, но четко указано начало элемента этой буквы, а тем самым «способ выполнения этого требования». Но вот ответственный участок контура: «6. закруглять нижнюю часть элемента так же, как в образце, не сужая и не делая закругления слишком широким» — здесь указан образец и запрещается отступать от него, но не даны указания, на что ориентироваться в новом материале и как действовать, чтобы не совершить такого отступления.

Соответственно этому отсутствию указаний на условия правильного выполнения действия центр тяжести в первоначальных упражнениях письма переносится на контроль за уже произведенными результатами: «Важнейшим психологическим условием успешности графических упражнений ученика, — говорит Гурьянов, — является его умение контролировать свое письмо... ученик сам должен хорошо знать, какие требования предъявляются к графике письма, и непрерывно направлять свои усилия на выполнение этих требований. Должен уметь правильно оценивать результаты своих усилий, видеть допускаемые нарушения графических норм и уметь на основе своего анализа самостоятельно ставить перед собой соответствующие графические задачи».

Однако «эти умения у учащихся весьма несовершенны». Лишь «убеждаясь с помощью указанных средств (разъяснения учителя и товарищей, сравнения своих результатов с написаниями «отличников». — С. и Г.) в наличии тех или иных недостатков в своем письме, дети уточняют свои задачи при упражнениях и перестраивают процесс своего письма» [20, стр. 161].

Знание условий действия означает у Е. В. Гурьянова, главным образом, знание состава образца действия и требований к его будущему продукту; указания на условия, обеспечивающие выполнение этих требований, даются несистематически и в целом не полно.

Естественно, что такое знание имеет положительное значение для выделения и характеристики уже сделанных ошибок. Их предупреждения оно не обеспечивает; само умение замечать и оценивать ошибки тоже формируется лишь постепенно [20, стр. 180—181].

При таком понимании условий, в которых происходит формирование двигательных навыков, пробы и ошибки не только неизбежны, но должны считаться полезными, — они поставляют материал для уточнения представлений о задании и о реализующих его движениях.

В 1960 г. вышли еще две большие монографии по теме «двигательные навыки», еще раз подтверждавая указание Б. М. Теплова на большое практическое и теоретическое значение этой темы в советской психологии. Одна из этих монографий прямо называется «Проблема навыка в психологии», другая посвящена вопросу «Развития произвольных движений».

Большая монография З. И. Ходжавы «Проблема навыка в психологии» [80] представляет собой теоретическое исследование умений и навыков, в котором они рассматриваются с разных сторон и во многих отношениях. Нас эта книга интересует прежде всего в связи с вопросом о формировании навыков, о необходимости в этом процессе проб и ошибок.

Позиция З. И. Ходжавы ясна и категорична:

«Пробы и ошибки — единственный и естественный путь учения в случае выработки навыка; на них человек учится. Они имеют положительное значение, и вообще нет другого пути сознательного овладения новым действием. Необходимость проб и ошибок вытекает из самой сущности процесса приобретения навыка, заключающейся в том, что выполнение каждого нового, даже очень простого действия, которое должно стать навыком, не может совершиться сразу как простое повторение образца, если его несколько раз самому не попробовать и в себе же не найти «опорных пунктов» или данных для решения задачи» [80, стр. 28—29].

Основа для такого заключения состоит в следующем: «Новичок должен в самом себе выработать то действие, которое он в виде образца воспринимает в поведении другого субъекта. ... Данные, необходимые для выработки желаемого моторного действия, должны быть найдены, но, как видно, новичок может их найти не простым зрительным восприятием чужих действий, а активным анализирующим наблюдением над своими же собственными моторными актами» [80, стр. 9]. «Субъект пробует не бесцельно: в процессе многократных «проб и ошибок» он старается вникнуть в детали своих двигательных возможностей, он знакомится с собственными моторными актами, наблюдает, анализирует и сравнивает различные двигательные импульсы и в результа-



те такого осмысления своих же кинестетических восприятий доходит до того, когда правильное действие впервые выполняется, т. е. когда моторная задача в основном уже разрешена и дальше дело касается только лишь овладения этим действием... Конечно, при разрешении этой проблемы новичок пользуется и чужим опытом, указаниями инструктора (... и, возможно, пользуется соответствующей литературой), но практически он достигает цели только путем собственных многократных действий, дающих ему возможность наблюдать и анализировать те моторные акты, на основе которых и выкраивается новое двигательное действие» [80, стр. 29].

Как мы видим, причина и польза проб и ошибок, по мнению З. И. Ходжавы, заключается в том, что «при выработке навыка данные, которые необходимы для осуществления правильного действия, пока еще не имеются (не воспринимаются) и разыскивание их создает необходимость предварительных пробований, — хотя фактически и ошибочных, но являющихся единственным путем к правильному действию» [80, стр. 29].

В проблеме «Сознание и двигательные навыки» фундаментальная монография А. В. Запорожца «Развитие произвольных движений» [25] делает принципиальный шаг вперед. Этот шаг заключается в том, что сознание рассматривается не как фактор, который дальше не анализируется, но как ориентированная деятельность, состоящая из более простых реакций, которые могут образовывать разные системы. Ориентировочная деятельность есть ведущая и в этом смысле важнейшая часть механизма действия, другой частью которого является исполняемое движение. Действие теперь не сводится к движению, но охватывает и его, и «работающее на него» сознание.

Для нашей проблемы особенный интерес представляет четвертая глава книги А. В. Запорожца — «Особенности ориентировочно-исследовательской деятельности и ее роль в формировании и осуществлении произвольных движений». На большом и разнообразном материале экспериментальных исследований, проведенных под его руководством, А. В. Запорожец убедительно показывает, что надлежащая организация ориентировки испытуемого в обстановке задания, в его объективных условиях, предваряя исполнение, всегда и закономерно ведет к значительному ускорению формирования нового действия и превращения его в навык. Одновременно происходит значительное улучшение его качественных показателей: грубые ошибки исчезают, навыки становятся более пластичными, легче переносятся в новые условия [25, стр. 228], они становятся доступными в значительно более раннем возрасте [25, стр. 177].

«Изучение образования условных ориентировочных реакций и их систем имеет решающее значение для понимания механизмов предвосхищения ориентировкой условий и путей последующей исполнительской деятельности субъекта» [25, стр. 200]. «Когда ребенок начинает впервые знакомиться с обстоятельствами эксперимента, его ориентировочная деятельность носит хаотический характер, и отдельные исследовательские реакции еще не связаны друг с другом. Однако в дальнейшем происходят существенные сдвиги в ориентировочно-исследовательской деятельности. Во-первых, ориентировочные реакции на ряд несущественных компонентов ситуации быстро угашаются, и внимание ребенка постепенно сосредоточивается на более существенных ее компонентах. Во-вторых, разрозненные ранее ориентировочные реакции, каждая из которых вызывается своим отдельным раздражителем, в ходе опыта начинают связываться друг с другом и образовывать систему, соответствующую системе соотношений предъявляемых раздражителей» [25, стр. 193]. «... Связи, образующиеся и актуализирующиеся в процессе предварительной ориентировки в ситуации, используются при последующем образовании двигательного навыка и играют существенную роль в его формировании» [25, стр. 206].

А. В. Запорожец подчеркивает, что «система ассоциаций, образованных в процессе ориентировочно-исследовательской деятельности, и система связей, лежащих в основе двигательного навыка, ... это не одно и то же, ... эти две системы различны не только по срокам своего возникновения, но и по отражаемому ими содержанию. ... Сфера деятельности, охватываемая ориентировкой, часто оказывается значительно шире, чем сфера применения рабочих движений» [25, стр. 208—209].

«В процессе выработки навыка те исполнительские реакции, которые соответствуют отрицательным раздражителям, постепенно тормозятся. В отличие от этого ориентировочные реакции на отрицательно подкрепляемые раздражители в процессе обучения не только не угашаются, но часто ... усиливаются» [25, стр. 210].

«Квалифицируя эти две системы связей в психологическом отношении, мы могли бы сказать, что первая из них (т. е. система ассоциаций, образуемых путем ориентировочно-исследовательской деятельности) составляет основу образа, представления о ситуации и о тех действиях, которые должны быть в ней выполнены, в то время как вторая (т. е. система специальных двигательных условных рефлексов) составляет основу навыка, умения выполнять это действие надлежащим образом» [25, стр. 211].

Исследования А. В. Запорожца убедительно доказывают решающее влияние той или иной организации ориентировоч-

ной деятельности ученика на формирование у него действий и превращение их в навыки. Благодаря этим исследованиям мы получаем возможность как бы непосредственно увидеть — на самом разном материале: двигательных, интеллектуальных и сенсорных действий,— как именно, каким путем организация ориентировочной деятельности обуславливает становление правильного действия, почему резко уменьшается количество и тяжесть ошибок.

Однако другая сторона того же процесса (организации ориентировочной деятельности ученика) — объективная основа этой ориентировки — у А. В. Запорожца остается несколько в тени. Он не ставит вопроса о том, какой должна быть система условий, обеспечивающих успешное выполнение нового действия и превращения его в навык. Конечно, фактически он всегда и в значительной части устанавливает эти условия, но лишь в той мере, в какой этого требует организация ориентировочной деятельности для каждого случая в отдельности и в частности. В общей форме этот вопрос не ставится; поэтому естественно не возникает и задача полного устранения «проб и ошибок», проблема обучения двигательным навыком без ошибок.

В материалах А. В. Запорожца приводятся случаи, когда у старших дошкольников предварительная ориентировка в обстановке вела к безошибочному последующему выполнению действия, в то время как у младших школьников, с недостаточно развитой для этого задания ориентировочно-исследовательской деятельностью, это действие формировалось с пробами и ошибками. На первый взгляд представляется, что эти факты говорят о том, что при определенных условиях новые действия могут выполняться без проб и ошибок. Но А. В. Запорожец не останавливается на этих случаях и делает это с полным основанием. При ближайшем рассмотрении оказывается, что в них имеют место или очень простые движения, не составляющие для ученика новых двигательных задач (например, нажатие на ключ под загорающейся лампочкой), или новым является только путь, проходимый в пространстве (в лабиринте) [25, стр. 207—208], а само движение по этому пути тоже не является ни новым, ни трудным. Иначе говоря, в этих случаях нет проблемы новых движений и новых нервно-мышечных механизмов.

Но, конечно, проблема эта остается. Теперь уже достаточно выяснено, что там, где речь идет о понимании внешних обстоятельств, сознание как ориентировочная деятельность, при надлежащей организации, приносит весьма значительные результаты. Но, по-видимому, также несомненно, что в тех случаях, где требуется формирование новых движений, а для них — новых нервно-мышечных координаций, слепые усилия, слепые пробы вновь становятся необходимы.

Нервно-мышечные механизмы собственного тела для действующего лица не являются объектом его сознания и планомерного воздействия. Такие механизмы могут сложиться поэтому лишь в результате случайного сочетания центральных возбуждений, проверяемых только по результатам вызванных ими движений. Следовательно, лишь после того как полезные движения случайно возникнут, будут отобраны и закреплены, они могут в дальнейшем воспроизводиться по их сенсорной картине, через ее условнорефлекторные связи с нервными механизмами этих движений.

Представление о новых нервно-мышечных координациях как непременно предварительном условии новых движений (нервно-мышечных механизмах, которые первоначально могут сложиться лишь как один из случайных вариантов центральных возбуждений) составляет общую предпосылку всех теорий формирования движений путем проб и ошибок. И оно же составляет основное препятствие для полного обобщения учения об организующей и определяющей роли «сознания» в формировании двигательных навыков. Это ясно выступает и у А. Ц. Пуни, и у З. И. Ходжавы, но особенно развернуто, ярко и с характерным обоснованием излагается у Е. В. Гурьянова. В завершающей работе 1959 г. [20] Е. В. Гурьянов специально останавливается на источниках ошибок. Он отмечает, что ошибки часто появляются от незнания графических правил и неумения замечать их нарушения. Но самое существенное заключается в том, что и впоследствии, когда эти знания и умения приобретаются, они все-таки не спасают ученика от неправильного написания. Его главным источником является трудность управления движениями пишущей руки. Все ее звенья очень подвижны и непрерывно меняют свои соотношения в процессе написания даже отдельной буквы. Подробно излагая исследования А. Н. Бернштейна, Е. В. Гурьянов подчеркивает, что работа этих звеньев является только конечным результатом сложного взаимодействия разных сил — активных, инерционных, реактивных, эластических. Так как активное мышечное сокращение является лишь одним из этих компонентов, оно должно так приспособиться к изменчивому сочетанию остальных, чтобы в общем итоге получился требуемый результат. Это положение Е. В. Гурьянов иллюстрирует схемой А. Н. Бернштейна [20, стр. 173], которая наглядно показывает, что основная часть правильной «кривой действия» осуществляется не активным усилием, а механическими силами. Последние происходят вне прямой произвольной регуляции и начинающему приходится учиться косвенным и в сущности скрытым от нас способом использовать их для получения заданного результата.

«Следовательно, во время письма даже при повторном написании одних и тех знаков, расположенных рядом на одной и той же строчке,—говорит Е. В. Гурьянов,—нервно-мышечные импульсы должны перестраиваться соответственно вновь возникающим условиям. Неумение только что поступившего в школу ученика приспособить свои движения к непрерывно изменяющимся во время письма условиям и является одной из основных причин нарушений хорошо известных ученику графических правил и неумения точно воспроизводить только что написанные им знаки по тем же причинам, по которым плохо справляется со своими движениями начинающий конькобежец и скрипач» [20, стр. 174].

Найти правильное сочетание активного импульса и остальных механических сил, совместно обеспечивающих движение органа, выработать необходимую для этого обратную связь, перекодировку поступающих сигналов и соответствующие коррекции, организовать весь этот сложный нервно-мышечный механизм, находящийся вне сферы прямого сознательного вмешательства, можно первоначально только путем слепых проб с последующей коррекцией замеченных отклонений.

Таково современное, биомеханическое обоснование этой теории,—теории физиологической неизбежности и необходимости слепых проб и ошибок в процессе формирования двигательных навыков. И нужно подчеркнуть, что эта теория по существу не меняется от того, что убеждение большинства ассоциационистов (будто новые действия складываются по частям) заменяется убеждением гештальтистов (что они возникают сразу как единое структурное целое),—сторонники гештальт-теории также признают, что это целое возникает случайно, среди массы слепых попыток как-то выполнить новое задание.

Известные советские исследователи в области психологии труда — К. К. Платонов, В. В. Чебышева, К. М. Милерян — не уделяют специального внимания теоретическому вопросу об источниках проб и ошибок в процессе образования навыков и о возможности полного, в принципе, устранения этих ошибок. Поэтому даже там, где они фактически приближаются к этому вопросу, они решают его без нарушения общепринятой точки зрения. Так, например, В. В. Чебышева в большой и содержательной статье «Самоконтроль в процессе труда и обучения» [86] подчеркивает, что использование приборов и приспособлений в большой степени облегчает задачу самоконтроля и позволяет весьма значительно снизить ошибки как в процессе обучения трудовым операциям, так и в процессе их производственного выполнения. Однако это не заставляет автора поставить вопрос, нельзя ли в таком случае вообще довести количество этих ошибок до нуля, и

автор сохраняет убеждение, что в процессе формирования двигательных навыков какое-то количество ошибок остается неизбежным, необходимым и полезным.

Ту же позицию мы находим у И. Н. Ярового, исследования которого, по своей внешней организации, близко подходят к нашим. И. Н. Яровой тоже обеспечивает обратную связь физических действий (при опиловке) с помощью вспомогательного устройства, которое позволяет ученику сохранять заданное положение инструмента (напильника) [94, стр. 37]. Результатом является быстрое и прочное снижение ошибок, которое сохраняется и с переходом на работу без вспомогательных приспособлений. Но в описании Ярового нет указаний на то, с помощью каких действий ученики должны подводить инструмент к заданному положению; нет и понятия об ориентировочной основе действия, в системе которой заданный показатель составляет лишь конечную точку. Таким образом, в опытах Ярового обратная связь могла быть и неполной. Возможно, что именно поэтому в его экспериментальной группе ошибки снижались быстро, но все-таки постепенно и волнообразно; к сожалению, Яровой не указывает также, отвечают ли достигаемые учениками показатели: точность рабочих движений и качество продукции, — условиям, установленным для мастеров, или все-таки остаются ниже этого уровня.

В других сообщениях [95], [96] И. Н. Яровой рассматривает различные приспособления, предлагаемые педагогами для обучения трудовым операциям, как средства, позволяющие значительно улучшить самоконтроль учащихся и уменьшить их ошибки. Но И. Н. Яровой нигде не ставит вопрос о возможности их полного устранения, об основном источнике ошибок, о механизме образования и выполнения производственных навыков.

Убеждение в том, что новое правильное действие вырабатывается только путем проб и ошибок или — в более деликатном выражении — путем «упражнений», оказывает пагубное влияние на методику обучения производственным навыкам. Оно ведет к неформулированному, но весьма устойчивому мнению, что, несмотря ни на какие разъяснения инструктора, формирование действий происходит благодаря длительным и настойчивым упражнениям, попыткам повторного воспроизведения образца и что, следовательно, разъяснение способа действия отнюдь не имеет решающего значения.

Этим, по-видимому, можно объяснить, что до сих пор, как и прежде, содержание инструкции и способ ее предъявления не придают первостепенного значения и в публикуемых методиках делаются указания, поражающие своей неопределенностью: «держат пилу твердо», «сильно нажимать пилой не следует», «движение пилы должно быть равномер-

ным» [33, стр. 24], «пилить следует свободными движениями» [76, стр. 41], «держат пилу крепко, но не напряженно», «движения при работе должны быть свободными и широкими», «сильный нажим затрудняет пиление» [23, стр. 30]; «пиление производят свободными размашистыми движениями» [6, стр. 49]; «на резец нельзя нажимать чересчур сильно» [46, стр. 39]. Такого рода советы можно цитировать без конца.

Отсутствие четких показателей для каждой операции постоянно ведет к неправильному пользованию станками и инструментами и сопровождается массовой порчей материала, поломкой станков и орудий. Это настоящее бедствие в обучении производственным навыкам. Но вместо того чтобы усовершенствовать методику обучения и устранить аварийные действия учащихся, методисты вносят предложения по укреплению отдельных узлов станков и применению более простых и прочных инструментов [36, стр. 85; 19, стр. 28]. По-видимому, существенное изменение самого способа обучения не представляется им возможностью, заслуживающей серьезного внимания.

Справедливость требует отметить, что многие психологи труда и преподаватели-методисты, стремясь усовершенствовать общепринятую методику обучения производственным навыкам, отмечают пользу введения более четких показателей (для разных параметров движения) и необходимость применения для этого разных вспомогательных приборов. О многих интересных попытках сообщает В. В. Чебышева [88, стр. 56]. Ряд предложений такого рода специально разбирает И. Н. Яровой [94, стр. 25]. П. И. Медвецкий пишет: «Нужно отметить большой недостаток в формировании понятия силы в средней школе. Оно оторвано от практики учащихся. Работая в школьной мастерской, учащиеся не представляют себе, хотя бы приближенно, величины прилагаемых ими усилий во время труда. Как показал опыт нашей работы, динамометрирование ручных операций труда способствует образованию более полных и правильных представлений о величинах действующих сил. Эти представления способствуют закреплению многих физических понятий, которые составляют основы знаний по физике в VI классе» [39, стр. 30]. В. П. Старостин сообщает: предложенная им «ограничительная стойка показывает ученику характер неправильности движений ножовки при распиливании металла. Как показывает наш опыт, операция распиливания при использовании координатора усваивается учащимися на пятый день занятий, тогда как при обычной методике — лишь на 8—9-ый» [73, стр. 39].

Все эти авторы преследуют цель уменьшить количество и тяжесть ошибок в границах того, что они называют сознательным самоконтролем ученика. Но никто из них не ставит

и даже не упоминает о задаче — полностью изгнать ошибки из формирования двигательных навыков. Для характеристики закономерностей этого процесса все они прибегают к «кривым упражнений» и тем самым признают «пробы и ошибки» важнейшим общим проявлением этих закономерностей.

Убеждение в том, что новые действия формируются из беспорядочной массы слепых проб путем отсева бесполезных (и тем более — вредных) движений и закрепления тех, что ведут к полезному результату, убеждение, подкрепляемое общепринятой методикой и повсеместной «практикой», т. е. картиной формирования новых «двигательных навыков» в условиях, которые в принципе являются недостаточными, остается непоколебимым общим мнением.

1926 V Мы уже упоминали, что все исследования ограничивались одной стороной процесса — ролью сознания в формировании двигательных навыков. Но процесс имеет и другую сторону — систему тех объективных условий, которые выделяются из ситуации и становятся условиями успешного выполнения задания. Эта система условий, на которую затем ориентируется исполнение действия, доступна самостоятельной объективной оценке. Она позволяет с новой стороны подойти к характеристике самой ориентировочной деятельности и механизма образования двигательных навыков. С этой стороны подошли к задаче П. Я. Гальперин и его сотрудники, и это позволило им сделать следующий шаг в решении проблемы.

В самом деле, как только мы подходим к вопросу о формировании действий, требующих новых нервно-мышечных координаций, со стороны тех объективных условий, которые позволили бы ученику правильно выполнить эти новые действия, сейчас же обнаруживается, во-первых, недостаточность этих условий в подавляющем большинстве случаев и, во-вторых, прямая зависимость проб и ошибок от величины и характера этой недостаточности: ошибки появляются как раз на тех участках действия, где отсутствуют необходимые показатели, заданные и достигаемые. И наоборот: там, где показатели устанавливаются и ориентировка на них обеспечивается, пробы и ошибки исчезают. Но если таково положение вещей даже при обычном воспитании «двигательных навыков», то естественно возникает мысль: нельзя ли обеспечить необходимыми ориентирами весь путь нового действия и, таким образом, полностью в принципе устранить ошибки из его формирования?

Исходя из этого предположения, П. Я. Гальперин и его сотрудники предлагают изучать не то, как происходит формирование новых действий — в условиях, которые практически всегда оказываются в том или ином отношении недостаточными, — а то, что нужно ученику, чтобы он мог правильно



выполнить новое действие, которое в дальнейшем превращается в навык [14], [15].

Что же представляют собой эти условия? В них входит, во-первых, описание последовательных операций, из которых состоит новое действие; во-вторых, полный набор ориентиров для каждой из этих операций и, в-третьих, система указаний, как и в каком порядке пользоваться этими ориентирами и каким способом выполнять каждую из операций.

Все это должно быть представлено ученику в таком виде, чтобы он, переходя от одного указания к другому, сначала медленно, но с первого же раза правильно мог выполнить каждую операцию и, в конце концов, все действие.

Конечно, каждое новое двигательное задание (впрочем, как и всякое другое) предполагает известные «предварительные знания и умения», наличие которых должно быть проверено до того, как приступают к формированию нового действия. Каждое новое задание должно быть приспособлено к этим «предварительным знаниям и умениям». Это достигается путем разбивания действия на такие части, каждую из которых ученик может правильно выполнить с помощью уже имеющихся у него знаний и умений.

Этим снимается роковое значение вопроса новых нервно-мышечных координаций для образования новых «двигательных навыков»: отдельный отрезок такого задания уже не требует новых нервных механизмов, а сочетание этих отрезков намечает их внешняя организация, внешнее расположение ориентиров.

Система таких ориентиров в их пространственно-временной последовательности составляет стереотип внешних раздражителей; в процессе воспитания этот внешний стереотип превращается в динамический стереотип действия, т. е. в новый физиологический механизм этого действия.

По такого рода схеме исследование физических действий П. Я. Гальперин и Н. С. Пантина провели на материале графического навыка письма [14]. З. А. Решетова перенесла и развила их выводы на материале производственных навыков по обработке металлов на токарном станке [56], а в дальнейшем — и на других станках. Наконец, П. Я. Гальперин и З. А. Решетова дали обобщение своей методики по формированию производственных навыков [17], [57].

На основе этих материалов, а также по материалам формирования других, непроизводственных навыков П. Я. Гальперин вводит основное понятие — «ориентировочной основы действия» [14], [15], [16]. Ориентировочная основа действия может быть полной или неполной. Полная ориентировочная основа действия включает систему ориентиров, учет которых позволяет ученику с первого же раза правильно выполнить

действие, которое он без этой системы выполнить не может.

Вопрос об объективной необходимости и пользе проб и ошибок в формировании двигательных навыков теперь решается в зависимости от того, как строится ориентировочная основа действия и как обеспечивается ее соблюдение в период обучения. Если ориентировочная основа нового действия является неполной, то на участках, где отсутствуют необходимые ориентиры, естественно и неизбежно возникают пробы, а с ними и ошибки. Если же ориентировочная основа нового действия является полной и подается в таком виде, что ученик неуклонно следует ее указаниям, то пробы и ошибки в принципе исключаются; практически они становятся редкими, случайными и нехарактерными, так как вызываются не причинами, лежащими в самом процессе, а посторонними влияниями (невнимательностью, отвлечениями, нежеланием следовать указаниям учителя и т. п.).

Важно отметить, что полная система этих ориентиров лишь в редких случаях дается условиями задачи в готовом и открытом виде. В подавляющем большинстве случаев ее приходится специально выделять, устанавливать и даже создавать с помощью специальных приборов и приспособлений. Сплошь и рядом для нее недостаточно наличных объектов и нужны разные вспомогательные построения. В начальном письме букв такими построениями служат линии тетради, дополнительно проводимые линии и опорные точки для отдельных элементов букв; при работе на станках такими линиями служат оси движений суппорта, а опорными точками — риски, которые намечаются на заготовке; в излагаемых ниже опытах такими ориентирами являются, с одной стороны, разметка заготовки, а с другой — показатели приборов.

Нужно подчеркнуть, что построение полной системы ориентиров означает вместе с тем полное обеспечение действия обратной связью. Каждый ориентир является заданным показателем и эту свою роль выполняет потому, что позволяет ученику четко установить, идет ли действие по намеченному пути или отклоняется от него и куда именно. Однако, как мы уже отметили, нередко приходится вводить специальные датчики фактического исполнения, позволяющие следить за тем, насколько действие следует заданному направлению или отклоняется от него; как раз этот случай имеет место в наших опытах.

Эта роль ориентировочной основы действия позволяет охарактеризовать положение с новой и важной стороны. Обычная методика, которая ведет к формированию навыков на неполной ориентировочной основе, является методикой обучения без достаточной обратной связи. А формирование новых действий на полной ориентировочной основе является обучением с обеспеченной обратной связью. Здесь психоло-

гическое исследование двигательных навыков смыкается с общей теорией управления вероятностными процессами.

Полная ориентировочная основа действия обеспечивает его, так сказать штурманской, картой пути. Пользуясь этой картой, ученик может сразу правильно выполнить новое для него задание. Конечно, ученик вначале выполняет действие очень медленно, с большими остановками перед каждым очередным отрезком пути и с развернутой ориентировкой на этом участке. В дальнейшем, по мере освоения условий и приемов исполнения, остановки перед отдельными отрезками пути становятся все короче, а процесс исполнения внутри их совершается все скорее. Вспомогательные средства постепенно (и довольно скоро) убираются из внешнего плана и начинают только «представляться». А затем перестают и представляться и регуляция движений осуществляется в основном по их кинестезической картине. В такой форме процесс ориентировки быстро сокращается и автоматизируется, так что по внешнему виду действие начинает выполняться как бы вовсе без ориентировки, в силу одной условнорефлекторной связи между его отдельными движениями. Таким образом, все эти характерные изменения действия при его становлении и превращении в навык объясняются поэтапным усвоением его ориентировочной основы [16].  
Формирование двигательных навыков оказывается частным случаем общего порядка формирования психологических явлений.

Учение о роли ориентировочной деятельности, вместе с учением о роли полной и неполной ориентировочной основы действия в формировании двигательных навыков, дает принципиальное объяснение условий возникновения проб и ошибок и меры их необходимости в этом процессе. Можно сказать поэтому, что в этих учениях получает известное завершение общая и отличительная линия советской психологии — на определяющую роль сознания в формировании и в дальнейшем применении двигательных навыков.

В зарубежной литературе<sup>1</sup> по формированию двигательных навыков наибольшее место занимают исследования, проводившиеся в США. Но приходится отметить, что после фундаментальных исследований У. Брайана и Н. Хартера (1897 и 1898) и У. Бука (1908), когда впервые были установлены важнейшие факты, относящиеся к роли ориентировочной деятельности в образовании двигательных навыков, так называемое «забегание вперед» (внимание по сравнению с испол-

<sup>1</sup> Ее обзор мы даем по руководствам Р. Вудвордса «Экспериментальная психология». М., ИЛ, 1950; «Экспериментальная психология» под ред. С. С. Стивенса. М., ИЛ, 1963 и по книге Л. И. Анциферовой «О закономерностях элементарной познавательной деятельности». М., Изд-во АН СССР, 1961.

нением) и образование все более «высоких единиц», в исследовании навыков наступил длительный застой. Бихевиоризм восторжествовавший в североамериканской психологии с начала второго десятилетия нашего века, надолго увел исследование двигательных навыков с плодотворного пути. Понимая психику как чисто субъективное явление, недоступное объективному исследованию, бихевиоризм решительно исключил научное изучение роли психики из исследования двигательных навыков. Таким образом, американская психология заняла позицию, прямо противоположную позиции советской психологии.

Исключение психики из научного исследования навыков объективно привело к тому, что хотя формирование двигательных навыков стало главным предметом изучения бихевиористической психологии, но вся эта громадная экспериментальная работа оказалась замкнута кругом явлений одного типа — формированием навыков на неполной ориентировочной основе действия. К тому же этот частный случай (по изложенным выше «физиологическим» «образам» о формировании нервно-мышечных координаций для новых движений) признавался основным и практически всеобщим, а исследование его предполагаемых закономерностей велось с предвзятых, принципиально механистических позиций.

Поворотной точкой к новому подходу в проблеме навыка в американской психологии явилось открытие так называемого «латентного обучения» (Блуджейт, 1929) и введение Э. Толмэнном понятия о «промежуточных переменных» (1932). «Латентное обучение», изучение которого занимает все большее и большее место в американской психологии, означает открытое образование такого знания обстановки, которое затем, когда вводится настоятельное практическое требование, проявляется успешной ориентировкой поведения в этих обстоятельствах. Это, конечно, есть явное свидетельство роли ориентировочной деятельности в формировании двигательных реакций. «Промежуточные переменные» обнаруживаются тем, что поведение животного уже не определяется одним соотношением наличных стимулов и прошлого опыта, как думали представители «классического бихевиоризма», но представляет собой результат актуального приспособления к особенностям наличной обстановки, наступающего скрыто без внешнего выполнения двигательных реакций и внешней, физической их апробации. Все это объективно является началом изучения роли ориентировочной деятельности в формировании двигательных навыков.

Однако приходится отметить, что сознательный переход к такому изучению еще не наступил. Американские психологи по-прежнему испытывают панический страх к изучению «психики», так как по-прежнему не могут представить ее себе ина-

че, как «явления сознания», доступные только самонаблюдению и поэтому принципиально недоступные объективному исследованию.

Существенной помехой служит еще и то обстоятельство, что почти все американские психологи не принимают учения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности. Поэтому для них закрыто представление о том, что стереотип внешних раздражителей превращается в динамический стереотип, а следовательно, и представление о том, как происходит отражение внешней организации раздражителей в центральной нервной системе и как в результате этого образуются новые нервно-мышечные координации для новых движений и их сочетаний.

Все это ведет к тому, что в принципиальном отношении — а именно это имеет для нас основное значение — объяснение процесса формирования действия и его превращения в навык в исследованиях американских психологов значительно отстает от советской психологии и в общем плане не представляет для нас существенного интереса.

На одном вопросе мы все-таки должны остановиться, именно на вопросе об «обучении без ошибок». Этот вопрос получает в американской психологии специальное освещение, правда, разное и в известном смысле взаимно противоположное. Одно из них — это доказательство преимущества обучения с ошибками по сравнению с обучением без ошибок, другое — доказательство преимущества обучения без ошибок по методу Б. Ф. Скиннера.

Первое из них ставит вопрос так: являются ли ошибки только «накладным расходом» в поисках успешных движений или ошибки, а затем их преодоление имеет некое положительное значение, которое сказывается и на качестве навыка? Один из относящихся сюда экспериментов ставился следующим образом: подбирались две (по возможности) одинаковые группы крыс, одна из которых (контрольная группа) обучалась пробегать путь в лабиринте (от пусковой до кормовой камеры) в обычных условиях: с открытыми тупиками и обходами, с лишними ходами; другая группа обучалась пробегать тот же путь в лабиринте, где все тупики и окружные пути были закрыты и свободным оставался только намеченный для освоения «правильный» путь. После того как обе группы научились безошибочно пробегать путь, был поставлен основной опыт: обе группы обучались пробегать путь с новым расположением ходов (при открытых тупиках и обходных, лишние путях). Общие результаты были таковы: в предварительном опыте первая (контрольная) группа выучила «правильный» путь несколько медленней и с значительно большим количеством проб, чем вторая (экспериментальная), зато в основном опыте первая группа значительно

обогнала вторую. Таким образом первая группа училась ошибками, но приобрела умение, которое обнаружило значительный перенос на новое задание, — вторая же группа училась без ошибок, но у нее перенос на новое задание почти отсутствовал. Отсюда — вывод: обучение с ошибками дает значительно более высокое качество навыка, чем обучение без ошибок.

*Вывод*  
Вывод правильный, но только для данного случая, ошибка же заключается в том, что он преподносится как общеправильно. Такое обобщение не правомерно — это становится вполне ясным, если проанализировать причины различий, наблюдавшихся в экспериментальной и контрольной группах. В обычном лабиринте крысы учились различать тупики и не заходить в них, не тратить усилий и времени на обследование частей лабиринта, не имеющих значения для выбора ходов, — словом, учились не только пробегать данный частный путь, но и приемам ориентировки в лабиринте. Всему этому животные другой группы не могли учиться, так как им был предоставлен только один «правильный» путь. Это различие в обучении ориентировке и сказалось потом на умении ориентироваться в основном опыте.

*не*  
Следовательно, дело не в том, что прохождению одного и того же пути (исполнительная деятельность) одни животные учились с ошибками, а другие — без ошибок, дело в том, что первые дополнительно учились ориентироваться в обстоятельствах, а другие этому не учились. Но отсюда не следует никаких заключений относительно того, как лучше учиться самой ориентировке, с ошибками и на ошибках или без них, на основе разумного учета обстоятельств.

*III*  
Б. Ф. Скиннер в 40-е годы ввел метод дрессировки животных, который поражает легкостью и быстротой достижения результата. Скиннер не знал, что в России еще до Октябрьской революции проводился и распространялся В. В. Дуровым в основном тот же метод и что он в настоящее время широко признан у нас в цирковой дрессировке животных. Но Скиннеру бесспорно принадлежит та заслуга, что он «пустил этот метод в науку». Самый метод заключается в том, что с помощью приманки животное наводится на выполнение ближайшего маленького «шага», который тут же подкрепляется; затем таким же способом вызываются и подкрепляются последующие «шаги»; очень быстро животные выучиваются всему намеченному циклу операций, выполняя его все более и более крупными порциями, и, наконец, переходят на выполнение действия в целом, в конце которого они и получают подкрепление.

При такой дрессировке животное почти не делает ошибок, дрессировщик ведет его по намеченному пути маленькими шагами, а каждый шаг так невелик, что животное мо-

жет совершить его легко и только одним способом (который опять-таки намечается экспериментатором). Как в лабиринте с закрытыми тупиками и окольными ходами, так и здесь для животного остается только один путь (который вдобавок не всегда отмечен или не полностью намечен внешними ориентирами), по которому его «тянет за приманку» экспериментатор. Животное осваивает действие, главным образом по его кинестезической картине, как последовательность движений, смысл которых для него состоит только в подкреплении, а не в объективном содержании действия. Задачи активной ориентировки для животного здесь минимальны. Естественно, что действие складывается гораздо скорей, чем в тех случаях, где животное само устанавливает его состав, и что оно быстро превращается в навык. Зато такой навык остается изолированным явлением и переносится на другие действия лишь в той мере, в какой животное все-таки начинает ориентироваться в самом типе подобных ситуаций. Но в дрессировке животных большего и не требуется.

Очевидно, такого рода обучение без ошибок в корне противоположно нашему. В нашей методике решающее значение придается именно ориентировке ученика в той системе объективных условий, от которых зависит успех его действий. Поэтому здесь каждая операция соотносится с ее объективными условиями и по отношению к ним разумна.

Таким образом, как поддержка обучения на ошибках, так и защита обучения без ошибок, которые приводятся американскими авторами, совершенно не подходят к нашему случаю. Однако из приведенных опытов американских авторов можно сделать существенное заключение: слепым и неразумным может быть не только обучение путем «проб и ошибок», но и обучение без ошибок. Следовательно, дело не в самих пробах и ошибках — которые несомненно могут иметь разную природу, — а в том, выполняется ли действие с ориентировкой на все его существенные условия или в значительной мере без такой ориентировки.

С вопросом о роли полной или неполной ориентировочной основы действия в формировании двигательных навыков тесно связан другой вопрос — о том, что выделяется в качестве ориентировочной основы нового действия и как она строится, сообщается ли она учителем в готовом виде или выясняется самим учеником и как именно. Однако это все-таки другой, самостоятельный вопрос. Как бы она ни строилась, главное (в контексте настоящего исследования) заключается в том, что если ученик, приступая к действию, распознает его полной ориентировочной основой и неуклонно следует ее указаниям, то новое действие выполняется с первого же раза (в принципе), без ошибок и вместе с тем разумно.

Вследствие этого оно быстро становится умением и затем превращается в «гибкий» навык.

Итак, основная задача нашего экспериментального исследования состояла в том, чтобы: 1) тщательно и на разных производственных действиях (входящих в простейший вид деревообработки — пиление древесины лучковой пилой вдоль волокон) проследить процесс безошибочного формирования типичных производственных действий на базе их полной ориентировочной основы и, следовательно, с полным обеспечением их обратной связью, и 2) выявить свойства этих действий по сравнению с такими же действиями, формируемыми по общепринятой методике, путем проб и ошибок, т. е. на непонятной ориентировочной основе, без обеспечения всех существенных звеньев необходимой обратной связью.

\* \* \*

\*

### ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ 3

#### *Методика формирования двигательных навыков с обеспеченной обратной связью*

В состав такой методики входят две главные части: составление полной ориентировочной основы каждого движения и обеспечение условий ее усвоения.

В свою очередь ориентировочная основа каждого движения состояла из 2-х частей: а) учебной карты и б) приспособлений, которые обеспечивали показатели фактического положения по каждой операции и каждому действию.

В заголовке каждой учебной карты указывается назначение движения (например, «закрепление заготовки в задней коробке верстака», «сохранение полотна пилы в заданной плоскости распила» и т. д.); обычно назначение действия служило и его названием.

Затем одна под другой «столбиком» последовательно обозначаются все операции, каждая с описанием того, как она должна выполняться; для некоторых приёмов, словесное описание которых сложно, слева на чистом поле карты приводится фото приема или его схематическое изображение.

Для каждой операции указывается четкий внешний показатель, до которого операция должна быть доведена или которому она должна следовать. Так, например, для усилия (при зажиме заготовки в задней коробке верстака, захвате стойки лучка, нажмем на него) указывается отметка на дифферблате прибора (или линия на ленте кимографа, до которой должен подняться писчик), до которой должна подви-



нуться стрелка и которые соответствуют нормам этих усилий.

Тотчас демонстрируются и объясняются приборы, их устройство и действие, а также разметка заготовки (если таковая производится). Например, на заготовке показывается карандашная черта, проходящая на передней и задней поверхностях, намечающая заданную плоскость распила, тут же демонстрируется работа приспособления, которое немедленно сигнализирует отклонения полотна пилы в ту или иную сторону от этой плоскости.

Учебная карта вместе с разметкой материала и приспособлениями для сигнализации о заданных и достигнутых показателях усилий и движений составляет единую систему: первая составляет программу движений и вместе с тем тот образ, с которым сличается его исполнение и, в случае нужды вносятся коррективы; вторые доставляют информацию о ходе процесса. Только вместе они обеспечивают управление действием на основе обратной связи.

Все это составляет полную ориентировочную основу действия и позволяет правильно, разумно выполнить его и по требованию повторить таким же образом. Правильное исполнение действия составляет фундаментальную предпосылку его усвоения, но еще не само усвоение.

Задача усвоения требует обеспечить, во-первых, строгое соблюдение всех требований ориентировочной основы действия и, во-вторых, превращение ее из внешнего плана-задания в собственный, внутренний и, в конце концов, автоматически работающий механизм. Это и ведет к превращению «произвольного движения» в навык.

Поскольку задача состоит в формировании физических действий и теоретические сведения предполагаются известными, обучение ведется по типу «Сообщение готового знания» (которое без заучивания, непосредственно применяется на практике).

В этом случае учебная карта, на которой изложены все указания и описано как их выполнять, вывешивается заранее; рядом стоит верстак с открытыми для обозрения приспособлениями. Правильное разъяснение ориентировочной основы действия заключается в том, что инструктор не рассказывает о ней целиком (а потом целиком ее выполняет), но разъяснив общее назначение действия и его учебную карту, дальше работает по ней, т. е. зачитывает и выполняет последовательно каждую операцию в отдельности.

Строгое соблюдение ориентировочной основы действия обеспечивается тем, что она не заучивается предварительно, а используется в записи на учебной карте. Конечно, ее содержание называется сокращенно, но за этим сокращением тоже нужно следить. Этот контроль вначале обеспечивается

или инструктором, или другим учеником. При такой организации работы каждый ученик попеременно становится то инструктором по отношению к товарищу, то подконтрольным ему исполнителем.

Превращение полной ориентировочной основы из системы внешних ориентиров во внутреннюю организацию действия и его автоматически работающий механизм достигается тем, что ориентировочная основа в процессе работы из области экстероцепции переносится на проприоцептивный (кинестезический) эквивалент, на картину «двигательных ощущений», получаемых от усилий при зажимах и нажимах, от ритма движений в разных фазах пиления, от правильного удержания полотна пилы в плоскости распила. Ученику дается специальное указание — заметить свое усилие (положение и т. д.), когда стрелки приборов говорят о достижении заданного показателя. Качество этой внутренней картины действия проверялось его выполнением без приборов (с закрытыми приборами), и, если это качество оказывалось недостаточным, работа с открытыми приборами повторялась. Прочность кинестезической картины действия проверялась через неделю в течение двух с половиной месяцев в работе на станке с закрытыми приборами.

Для сравнения напомним, что согласно общепринятой методике инструктор на словах объясняет устройство пилы и задней коробки верстака, способы захвата заготовки и пилы, запила и пиления, сопровождая свои объяснения весьма неопределенными, как мы видели выше, характеристиками этих движений и усилий и показом их правильного исполнения.

Получается большое количество словесных обозначений и демонстраций, которые ученик должен сразу запомнить, причем демонстрации уже готового, сложившегося движения. А условия их правильного выполнения отсутствуют — как по той причине, что отсутствуют точно заданные показатели, так и по той причине, что отсутствуют приспособления для немедленной сигнализации о фактически достигнутых показателях. Обратная связь оказывается отсроченной и неполной. Когда ученики приступают к работе и с первых же шагов начинают делать многочисленные ошибки, мастер снова показывает им, «как делать правильно», т. е. опять готовое движение без обеспечивающих его условий, которые по-прежнему остаются скрытыми и от ученика, и от мастера. Самое большее, что может сделать мастер, состоит в том, что он берет в свою руку кисть ученика и, производя вместе с ним зажим, нажим или движение, заставляет его как бы непосредственно почувствовать их кинестезическую картину. Но ученик воспринимает ее лишь пассивно и частично и поэтому, переходя к активным попыткам, снова делает многочисленные ошибки.

## Обучающая установка

Обучающая установка представляет собой ряд приборов-датчиков, связанных с верстаком и рабочим инструментом и указывающих ученикам как заданные, так и фактически достигаемые показатели по каждой операции.

Мы формировали на основе полной обратной связи следующие производственные действия:

1. Закрепление заготовки (в задней коробке верстака).
2. Захват стойки лучка (при запиле и пилении).
3. Нажим на стойку лучка (при запиле и пилении).
4. Ритм движений при запиле и пилении.
5. Сохранение полотна в заданной плоскости распила.

Для всех этих действий нами следующим образом установлены нормативы и допуски к ним.

У трех преподавателей труда в разное время было сделано по 10 замеров. По показаниям этих замеров были определены средние показания и допуски отклонений от них по всем приемам сначала для каждого учителя, а потом и средние для всех учителей (см. табл. 3). Эти последние усредненные показатели и допуски были приняты как ориентиры в действиях обучающихся.

Закрепление заготовки в задней коробке верстака должно производиться с такой силой, чтобы заготовка не сдвигалась при пилении, в то же время эта сила не должна быть чрезмерной, чтобы задняя коробка не ломалась и не изнашивалась преждевременно.

Эта сила давления была определена нами как среднее из многих показателей трех весьма опытных инструкторов по деревообработке и оказалась равной 56 кг с отклонением 5 кг в обе стороны.

Обычно эта величина остается неопределенной, но если бы она и указывалась, то подобное указание оставалось бы без применения, пока отсутствуют приспособления, датчики силы зажима, на которые ученик может ориентироваться при выполнении задания.

Поэтому в общепринятом обучении необходимая и достаточная величина усилия находится лишь «ощупью» с многочисленными ошибками и поправками, с одной стороны, на «недожатие», когда заготовка «ерзает» под пилой, а с другой стороны, на «пережатие», нередко ведущее к поломке верстака. Задача усложняется тем, что между усилием ученика и давлением на заготовку существует не простое отношение: вороток винта представляет одноплечий рычаг и усилие ученика умножается на длину этого плеча, а длина эта может меняться от смещения руки вдоль воротка. Понятно, что для приближения к скрытому нормативу усилия требует-

## Нормы и допустимые отклонения

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Закрепление заготовки в кг		Захват стойки (усилия в кг)			
		среднее усилие за 10 замеров	допустимое отклонение	при запиле		при пилении	
				среднее усилие за 10 замеров	допустимое отклонение	среднее усилие за 10 замеров	допустимое отклонение
1	Коптелев А. Г. . . .	56,5	±5,14	3,6	±1	2,3	±0,26
2	Максаков В. Е. . . .	57	±5,24	3,3	±1	2,1	±0,2
3	Сачко Н. Н. . . . .	55,4	±4,9	3,7	±1	2,2	±0,24
	В среднем . . . .	56	±5	3,5	±1	2	±0,2

ся длительная «практика», тяжелая для ученика, дорогая и малоэффективная для обучения.

В нашей обучающей установке для регистрации фактических усилий в задней коробке верстака устанавливается приемник давления, которое передается воздушным или электрическим путем на регистрирующее устройство. На его шкале выделяется заданный показатель.

Поворачивая вороток винта (задней коробки), ученик следит за тем, как стрелка прибора подходит к этому показателю, и прекращает зажим, когда стрелка его достигает. Задача становится совсем простой.

Такое же приспособление (с небольшими конструктивными изменениями) используется для указания требуемой силы захвата лучка пилы, нажима на него при запиле и пилении; только, разумеется, сами показатели во всех случаях будут разными.

В экспериментальном исследовании нам нужно было не только открыть ученику возможность следить за достижением заданного показателя, но и фиксировать этот процесс. Поэтому мы заменили циферблат манометра лентой кимографа, на которой предварительно наметили линию, соответствующую заданному показателю, и еще две линии, одну сверху, другую снизу от первой, обозначившие границы допустимых отклонений.

Ученик следил за пером, которое постепенно поднималось до заданного усилия (зажима на заготовку) и оставляло за собой след на ленте.

Частота движений пилы при запиле (3 движения в 2 секунды) и пилении (2 движения в 2 секунды) в производ-

при выполнении операций

Нажим на стойку в кг				Кол-во движений в секунду				Кол-во уклон пилы в %	
при запиле		при пилении		при запиле		при пилении			
среднее ус- лие за 10 за- меров	допустимое отклонение	среднее ус- лие за 10 за- меров	допустимое отклонение	среднее ус- лие за 10 за- меров	допустимое отклонение	среднее ус- лие за 10 за- меров	допустимое отклонение	среднее укло- нение пилы за 10 замеров	допустимое уклонение
2,4	±1	5,9	±1	1,5	±0,2	1	±0,2	7	±5,4
2,6	±1	6,2	±1	1,4	±0,31	1,3	±0,4	6,4	±3,87
2,5	±1	6,3	±1	1,6	±0,33	1	±0,3	7,2	±3,2
2,5	±1	6	±1	1,5	±0,3	1	±0,3	7	±4

ственных условиях задавалась у нас ритмом метронома, но в экспериментальной группе для фиксации процесса другим способом: на той же кимографической ленте заранее проводилась линия, на которой поперечными чертами были намечены интервалы в 2 секунды (при той скорости движения ленты, какая была у нашего кимографа); в эти интервалы ученик и должен был уложить при запиле три, а при пилении два движения пилы, что для наших испытуемых уже не составляло трудности.

Для сигнализации об отклонениях полотна пилы от заданной плоскости распила было устроено специальное приспособление. Два металлических стержня с электролампочками на их верхних концах закреплялись так, что плоскость распила проходила между ними. В узкую щель между стержнями пропускалось полотно пилы и, если она отклонялась и касалась стержня, тотчас на его верхушке загоралась лампочка. Получив сигнал об отклонении пилы, ученик выправлял ее, стараясь держать так, чтобы лампочки больше не загорались.

Каждое касание пилы отмечалось пишущим пером на ленте кимографа, для каждого стержня отдельно.

### Экспериментальное обучение

Таким образом, все экспериментально формировавшиеся нами движения и усилия получали четкие внешние показатели. Ученик мог следить за своим приближением к ним (или отклонением от них) и немедленно вносить необходимые поправки. Полная и немедленная обратная связь, а с

в Ошибки!?

ней и регуляция формируемых движений и усилий была обеспечена.

В нашем экспериментальном обучении были две части: первый, основной урок и последующие занятия.

На первом уроке проводились: а) инструктаж по продольному пиленнию — на верстаке с обучающей установкой и б) первые пробы учеников по продольному пиленнию на верстаке с этой же установкой (и открытыми показателями приборов).

На доске на больших листах была вывешена учебная карта для всех перечисленных выше действий и усилий с фотографиями рекомендуемых приемов для выполнения отдельных операций. Каждому ученику (располагавшему отдельным верстаком, но уже без приборов для обратной связи) выдавалась отпечатанная на машинке такая же учебная карта (без фото и рисунков).

Инструктаж проводился следующим образом. После повторения и опроса учеников относительно составных частей верстака, пилы и заготовки учитель переходил к действиям по закреплению заготовки (в задней коробке верстака), захвату лучковой пилы, запилу и пиленнию. Инструктор вызывал одного из учеников и говорил, обращаясь к нему и ко всему классу: «Мы будем работать так: он (вызывает к установке ученика) будет за «учителя», а я стану на место ученика и буду показывать, как ученик должен выполнять указания учителя по этой учебной карте. Вы же все следите за тем, чтобы он (вызванный ученик) правильно — четко, ясно, без пропусков — зачитывал указания по карте, и за тем, как я буду их выполнять.

Работать будем так: он зачитывает первое указание — я его выполняю, а вы все смотрите за тем, правильно ли я это делаю; после этого он (ученик) зачитывает второе указание — я его снова выполняю. Так будем работать до конца учебной карты. Приступим».

Ученик читает: «Закрепление заготовки. Раскрыть просвет задней коробки. Вороток вращать против часовой стрелки! Прием!»

Учитель показывает прием: положение руки на воротке и изменение этого положения при повороте воротка, — обращая внимание учеников на фотографии (по учебной карте) и поясняя их положениями и движениями своей руки и кисти. Выполнив 1—2 поворота, учитель просит зачитать следующую команду.

Ученик читает: «Просвет раскрыть на 1,5 толщины заготовки».

Учитель берет заготовку и сравнивает ее толщину с величиной просвета (задней коробки). Говорит, что просвет соответствует указанию карты (больше или меньше требуе-

мого — и в этом случае соответственно меняет просвет коробки).

Теперь ученик, уяснив, как читать учебную карту, уже не ожидая указания учителя, сам зачитывает следующую команду: «Установка заготовки.левой рукой взять заготовку за левую кромку». Учитель демонстрирует выполнение этого приема.

Так продолжается до выполнения всех команд первого раздела учебной карты («Закрепления заготовки в задней коробке верстака»).

Учитель спрашивает: «Теперь поняли, как надо работать?» И на утвердительный ответ предлагает ученику, читавшему карту, стать на его место у верстака, а сам занимает место контролера.

Теперь ученик сам для себя зачитывает команды учебной карты (как он это делал для учителя) и тут же сам их выполняет под контролем учителя. Если указания учебной карты ученик выполняет верно, то остановки в обучении нет. Если обучающийся допускает искажение указаний, учитель останавливает ученика, требует повторения данного указания карты, добиваясь верного исполнения. Затем учитель уступает место контролера первому ученику, а на его место вызывает второго ученика, который должен выполнить те же указания учебной карты, что и предыдущий.

Ученик-контролер следит за тем, чтобы исполнитель правильно зачитывал указания (каждый раз только одно очередное, полностью и отчетливо), чтобы он правильно выполнял это указание по учебной карте и приборам. Если что-нибудь делается неправильно, контролер должен остановить исполнителя и заставить его перечитать или выполнить действие заново.

Остальные ученики уже не следят за работающими на установке, а заняты своим делом: готовят свои верстаки и пилы к работе, размечают заготовки и т. д.

Учитель следит за работой учеников у верстака с прибором (не оставляя без надзора и класс).

Когда один из учеников «проходит» заданную часть учебной карты, его сменяет другой, а предыдущий переходит на роль контролера.

Обычно уже при втором исполнении операций ученик зачитывал не все указание учебной карты, а только «главные слова», несущие основную смысловую нагрузку команды (предложения); при этом экспериментатор (учитель) указывал контролеру, что так, сокращенно, прочитывать можно, если эти слова зачитываются правильно.

Некоторые указания исполнитель уже не зачитывал по карте, а называл по памяти; экспериментатор указывал, что так тоже можно, если опять-таки это делалось правильно.

При пилении (на глубину 4—5 см) второй (реже), третьей заготовки работающий ученик изредка обращался к карте, а то и вовсе обходился без нее, воспроизводя ее содержание в сокращенном виде по памяти.

Работа контролера очень содействовала усвоению учебной карты и более легкому, тщательному выполнению ее требований. Ученики подходили к действиям как бы со значительными заделами по усвоению указаний и способов их выполнения.

После работы на станке с обучающей установкой ученики переходили на свои рабочие места и работали на верстаках без приспособлений. Здесь они выполняли все работы по распилу двух-трех заготовок каждый.

Все содержание инструктажа было разделено на два занятия (каждое по  $45 \times 2 = 90$  минут). На первом из них ученики знакомились с устройством верстака и пилы, с элементами заготовки (доски) и с первыми двумя разделами учебной карты (закрепление заготовки и захват стойки пилы). На втором занятии ученики прорабатывали остальное содержание учебной карты.

Подробные планы этих основных занятий приводятся в приложении (см. стр. 65).

Поскольку мы располагали только одной обучающей установкой (она же была и экспериментальной), нам пришлось увеличить начальный этап обучения на 2 часа по сравнению с обычным планом. Но эти два дополнительных часа, как мы увидим далее, с лихвой окупилась быстрым ходом самого обучения (пилению).

Уроки труда продолжались в дальнейшем по одному занятию ( $45 \times 2 = 90$  минут) в неделю. На протяжении этих дальнейших занятий ученикам обеих групп приходилось систематически выполнять и пиление древесины как вдоль волокон, так и в других направлениях.

В течение двух с половиной месяцев (приблизительно через каждые 10 дней) в обеих группах производились контрольные замеры всех действий (на обучающей установке с закрытыми приборами). Всего было проведено на каждого ученика: в экспериментальной группе — 8 замеров; в контрольной группе — 7 замеров.

После первого контрольного замера 3 ученика экспериментальной группы обнаружили некоторое ухудшение показателей (с небольшим выходом за границы допусков).

Тогда с ними было проведено дополнительное обучение.

Они снова выполняли продольное пиление с открытыми приборами, ориентируясь на их показатели, фиксируя ощущения положений и усилий, отвечающих заданным показателям. Это было сделано ими по 1—2 раза и только под контролем учителя.



Двоим из них больше не потребовалось работать на установке с открытыми приборами. Приобретенные умения прочно сохранились в границах установленных допусков. Одному после очередной проверки потребовалось еще раз работать на установке с открытыми приборами. Но больше уже никому из учеников экспериментальной группы такой работы не понадобилось.

Нужно отметить, что у этих трех учеников отклонения от заданных показателей хотя и выходили за пределы принятых допусков точности, но оказались незначительными и не шли ни в какое сравнение с ошибками, сохранившимися на всем протяжении обучения у учеников контрольной группы (обучавшейся по общепринятой методике).

Ниже мы покажем это на примере двух учеников: наилучшего ученика контрольной группы и ученика с наихудшими показателями экспериментальной группы.

Наконец, через две недели после окончания контрольных замеров пяти ученикам экспериментальной группы и шести ученикам контрольной группы было дано задание на пиление древесины под углом  $15-20^\circ$  к ходу волокон и на глубину пиления  $16-20$  см.

У всех учеников экспериментальной группы все операции были выполнены правильно и самый пропи́л не выходил за границы допусков. Ученики неоднократно останавливались «на секунду» и проверяли правильность косо́го распила, заглядывая на заднюю сторону заготовки и нижнюю границу распила спереди. Никаких жалоб на утомление руки не было.

У всех учеников контрольной группы распил быстро, уже через  $4-6$  см, уходил в сторону от заданного направления на  $0,5-1,5$  см. Правильность пропила ученики сначала не контролировали и спохватывались лишь тогда, когда пила грубо отклонялась от заданного направления. Тогда они останавливались и начинали думать как выйти из сложившегося положения.

Выполнение операций с самого начала было неправильным, рука быстро, через  $1-2$  минуты, уставала. Тогда ученики начинали пилить двумя руками или прекращали пиление и «делали гимнастику» уставшей руки.

В общем ученики контрольной группы в этом затрудненном задании (косо́го пиления) повторяли в большей степени все недостатки, которые проявлялись у них и в продольном пилении.

Внешне эти опыты походят на пробу на перенос умений на новые задания. Но мы полагаем, что здесь собственно нет проблемы переноса, потому что в новых заданиях нет требования нового способа применения прежних умений. Однако нет сомнений, что здесь требуется большее сопротив-

ление сбивающим влияниям, идущим от структуры материала, и проба эта несомненно является испытанием на четкость и устойчивость применяемых умений.

Эту пробу ученики экспериментальной группы выдержали вполне удовлетворительно.

### Ученики и учителя

В опытах приняли участие ученики пятых классов: два класса (5 «а» и 5 «б» из школы № 672 г. Москвы) составили экспериментальную группу; три класса (5 «а», «б», «в» из школы № 22) составили контрольную группу; всего 100 учеников.

Более тщательно изучению подверглись 50 человек, а весьма трудоемкое изучение индивидуальных материалов было проведено в отношении 26 учеников: 15 человек из контрольной группы и 11 учеников из экспериментальной группы.

Группы были подобраны по возможности одинаковые. Условия жизни, трудовое обучение, учеба и работа в школьных мастерских были тоже примерно одинаковыми; подробные данные о каждом испытуемом заносились в личную карточку, специально нами разработанную.

### Учителя

Это были два опытных мастера столярного дела, оба имели среднее образование, многолетний стаж по профессии (6 лет и 20 лет) и стаж в качестве учителей производственного обучения (3 года и 8 лет).

Экспериментатор сам является опытным преподавателем производственного обучения с 20-летним стажем работы в различных учебных заведениях (техникум, ремесленные училища, средняя школа, педагогический институт).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППАХ

### *Обработка экспериментальных материалов*

При обработке материалов мы прежде всего протарировали (определяли) показатели прибора для всех формируемых нами действий, т. е. перевели данные кривых на цифровые величины по специально установленным шкалам. Затем с помощью этих шкал мы определяли величину каждого показателя на кривой для каждого изучавшегося нами действия:

а — норма усиления при закреплении заготовки в верстаке, равная 56 кг. Допустимое отклонение  $\pm 5$  кг.

- б — нормативное усиление захвата стойки при запиле.
- в — тоже для пиления.
- г — величина усилия нажима на лучек при запиле.
- д — количество движений (3 движения в 2 секунды) при запиле.
- е — количество движений при пилении (2 движения в 2 секунды).
- ж — величина усилия нажима на лучек при пилении.
- з — продолжительность отклонения пилы вправо (в секунду).
- и — продолжительность отклонения пилы влево (в секунду).

На основе этих фактических данных на каждого ученика были составлены таблицы, в которых были выведены также средние из всех замеров.

Для удобства оценки на этих же таблицах для каждого действия приведены его нормативные показатели и его допуски (полученные как средние от трех преподавателей труда, см. стр. 36—37), а также отклонения от этих нормативов и допусков и итоговая оценка данного действия по данному замеру (графы «правильно» + «неправильно»).

Для иллюстрации приводим таблицы по закреплению заготовки двух учеников, одного (Володя И.) с наихудшими показателями по экспериментальной группе и другого (Леня Г.) с наилучшими показателями по контрольной группе (см. таблицы 5 и 6).

#### Две методики — два результата

Общие результаты исследования представлены на диаграммах I и таблице 4.

В них приводятся данные о правильности выполнения приемов (в % к их общему числу).

Таблица 4

Группа	Выполнено		
	правильно	неправильно	не выполнено
Экспериментальная . . . . .	96	4	—
Контрольная . . . . .	35	43	22

Как мы видим, в экспериментальной группе оказалось 4% неправильно выполненных приемов, все остальные были выполнены правильно.

А в контрольной группе неправильно было выполнено около  $\frac{1}{2}$  приемов и около  $\frac{1}{4}$  всех приемов вообще оказались невыполненными.

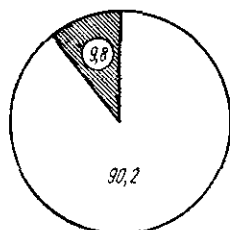
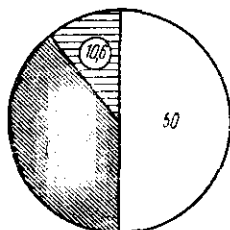
Такое невыполнение некоторых операций при общем выполнении задания было возможно потому, что происходила замена одних приемов другими, именно: запила — пилением (или наоборот), захвата лучка и нажима на него при запиле — захватом и нажимом при пилении (или наоборот). Если только основная операция — сохранение полотна пилы в

Диаграмма 1

Правильность выполнения операций в % по всем замерам  
Обучение без обратной связи      Обучение с обратной связью

уч. Ленья Г

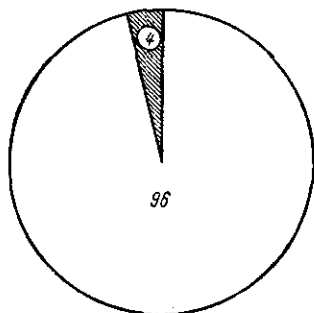
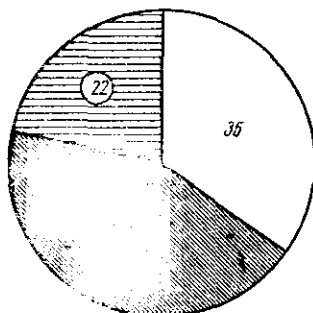
уч. Володя И



В среднем по всем испытуемым

Обучение без обратной связи

Обучение с обратной связью



□ Правильно выполнено      ■ Неправильно      ▨ Не выполнено

плоскости распила — выполнялась правильно, то невыполнение этих операций не отражалось на качестве конечного продукта труда и, следовательно, на общем выполнении задания. Однако самый процесс пиления становился неправильным, и это вело к большому перерасходу сил, к уменьшению общей производительности труда, значительному повышению утомления.

Итак, в экспериментальной группе правильно выполненных операций было почти в 3 раза больше, а неправильно

выполненных почти в 10 раз меньше, чем в контрольной группе. Но и сама характеристика «неправильно выполнено» в обеих группах была существенно разной.

Так, например, неправильное выполнение приемов в контрольной группе состояло в том, что вороток винта ученики поворачивали левой рукой, двумя руками с придержкой ногой верстака; неверной была стойка у верстака, бездействовала левая рука (которая должна была держать заготовку и направляющий брусок); вылет заготовки превышал нормальный в 2—3 раза; лучек захватывался так, что мешал лить; пила настраивалась неправильно (полотно оставалось в плоскости лучка), а зубья были направлены к работающему (правильно — «от себя»); многие брали лучек как ножовку (для резания металла).

Эти и подобные им неправильности у учеников экспериментальной группы совсем не наблюдались.

У учеников экспериментальной группы мы считали некоторые действия неправильными скорее формально, так как расхождения нормативных и фактических показателей были при этом весьма незначительными. Достаточно сказать, что у ученика экспериментальной группы с самыми низкими показателями (Володи И.) из 72 замеров только 7 замеров причислены к неправильным. Но и у него при норме усилий от 3,5 до 6 кг (в приемах захвата стойки и нажима на нее) отклонения исчислялись граммами (100—300 г) (см. табл. 5). У других испытуемых экспериментальной группы различия между нормативными показателями и фактически были еще меньше.

Таблица 5

Обучение с обратной связью

Ученик Володя И. гор. Москва школа № 672 класс 5 «а»

Закрепление заготовки в кг	Д а т а									
	26/IX	26/IX	3/X	24/X	14/XI	21/XI	23/XI	12/XII	19/XII	В сред- нем
Норма . . . . .	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Фактически . . . . .	56	56	56	60	60	56	63	56	56	56,5
Отклонение . . . . .	0	0	0	4	4	0	3	4	0	1,2
Допускаемое отклоне- ние . . . . .	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5
Правильно + . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Неправильно — . . . . .										

В отличие от этого в контрольной группе «неправильное выполнение» почти всегда означало грубое нарушение приемов, усилий и режимов работы. О приемах при закрепле-

нии заготовки мы только что говорили. Что касается требуемого для этого усилия, то даже лучший ученик контрольной группы, *Леня Г.*, на 7 последних замерах ни разу не закрепил заготовку с нужным усилием. В целом по контрольной группе усилия по закреплению заготовки превышали нормативные в 2—3 раза, а у одного — почти в 4 раза (см. табл. 6). Все ученики работали то с большими, то с меньшими усилиями и случайно попадали в норму.

Таблица 6

Обучение без обратной связи

Ученик *Леня Г.* гор. Москва, школа № 22 класс 5 «в»

Закрепление заготовки в кг	Д а т а							в сред- нем
	17/IX	1/X	8/X	29/X	12/XI	26/XI	3/XII	
Норма . . . . .	56	56	56	56	56	56	56	56
Фактически . . . . .	38	112	84	196	140	112	75	168,1
Отклонение . . . . .	18	56	28	140	94	56	19	57,15
Допускаемое отклоне- ние . . . . .	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5
Правильно + . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Неправильно — . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—

У обучающихся контрольной группы почти не формировался навык в распределении усилий и ритма при работе. Ученики работали то слишком быстро, то слишком медленно. Пила, как правило, уходила в сторону от заданной линии распила и ученики не умели вывести пилу на разметочную черту.

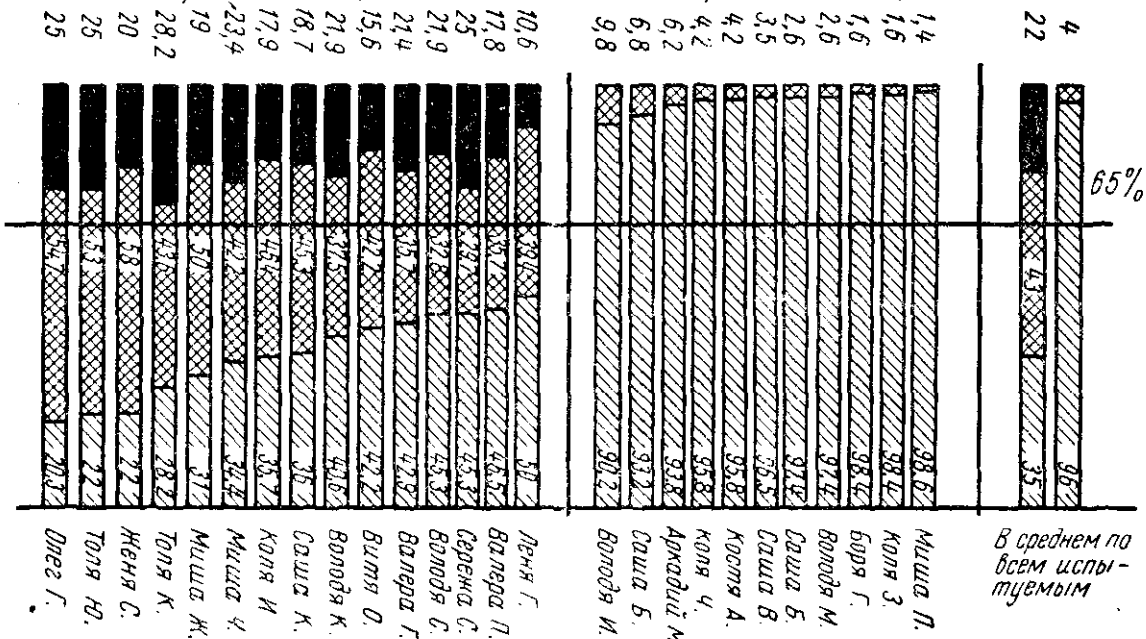
Заданные показатели каждого действия (с его допусками) в экспериментальной группе были достигнуты всеми учениками на первом же занятии при работе на обучающей установке с открытыми приборами; только двум ученикам потребовалась повторная работа на установке для закрепления этих показателей и одному из них — три раза. В контрольной группе такие показатели были достигнуты лишь для некоторых операций (входящих в процесс закрепления заготовки и продольного пиления), после длительного упражнения — в течение двух с половиной месяцев — и с большими индивидуальными различиями.

Об этом убедительно говорит диаграмма 2, на которой показаны проценты успешного выполнения операций каждым учеником обеих групп. На этой диаграмме видно, что ученики контрольной группы обнаруживают большой разброс по графе «правильное выполнение» операций. Самый слабый дает лишь 20,3%, а самый успевающий — 50% правильно

Успешность выполнения операций (в % к их общему числу) для каждого ученика контрольной и экспериментальной группы.

Контрольная группа (обучение без обратной связи)

Экспериментальная группа (обучение с обратной связью)



Правильно выполнено    
 Неправильно    
 Не выполнено

исполнения — в два с половиной раза больше; остальные ученики этой группы довольно равномерно распределяются в промежутке.

По графе «неправильное выполнение» разница гораздо меньше и ограничивается показателями: почти 40% у лучшего и почти 55% — у худшего.

«Невыполнение операций» не обнаруживает ясной зависимости от общей успеваемости в этом обучении, хотя лучший ученик выполняет операций не меньше, чем самый слабый (этот показатель у него более чем в два раза выше), но второй после него не выполняет их столько же (сколько и этот слабый); такие беспорядочные колебания повторяются и с остальными учениками этой группы. Эти индивидуальные различия между учениками контрольной группы объясняются, с одной стороны, тем, насколько каждый из них сумел найти правильное выполнение разных операций, с другой стороны, объективной трудностью найти показатели этих операций. Естественно поэтому, что более всего эти индивидуальные различия сказались на операциях, которые можно было выполнить и неправильно: в тех же операциях, правильное выполнение которых вообще удавалось только случайно, наблюдалось и случайное, беспорядочное распределение учеников.

С точки зрения требований в дополнительных приспособлениях для получения показателей фактического исполнения (движений и усилий) отдельные операции оказались очень разными. Так, например, зажим лучка пилы естественно регулировался тем, что слишком сильный зажим быстро вызывал утомление кисти и ослабление этого зажима; если же он оказывался слишком слабым, то пила при движениях начинала болтаться и даже выпадать из руки, что естественно вызывало усиление зажима. В результате — незначительные колебания между этими довольно четко намеченными и педагогически отстоящими крайностями.

Быстро находилось и «правильное» усилие для захвата стойки пилы при пилении, и кривая этой операции у учеников контрольной группы мало отличалась от такой же кривой учеников экспериментальной группы (см. график 1).

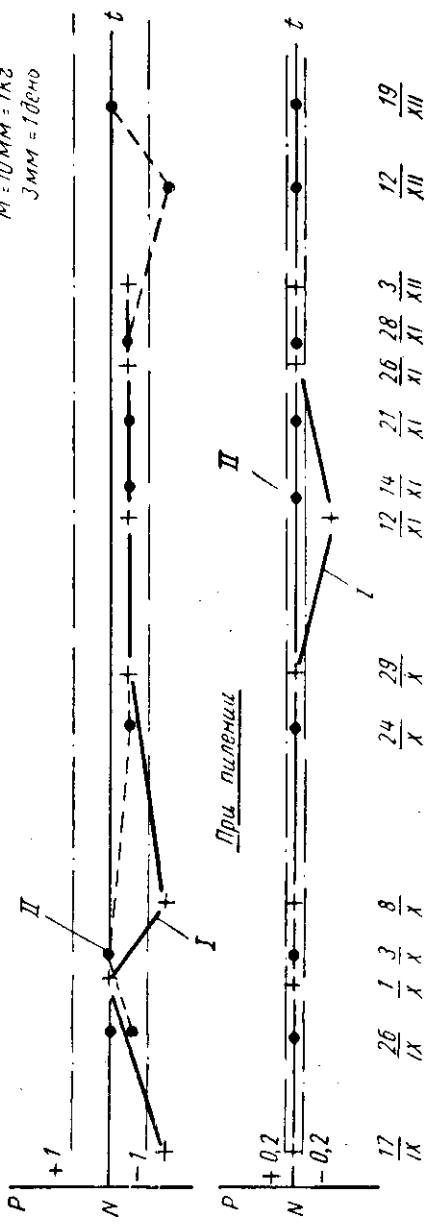
Совсем иначе обстоит дело с операцией зажима заготовки в задней коробке верстака. Недостаточно прочный зажим сразу дает себя знать подвижностью заготовки, и поэтому нижняя граница необходимого усилия здесь намечается довольно скоро. Зато верхняя граница остается неопределенной в очень широком диапазоне — от усилия, вполне достаточного, до такого усилия, при котором ломается задняя коробка верстака. Вот почему, как мы уже говорили, в целом по контрольной группе усилия, применяемые для закрепления заготовки, превышали нормативы в 2—3, а у одного уче-



График I

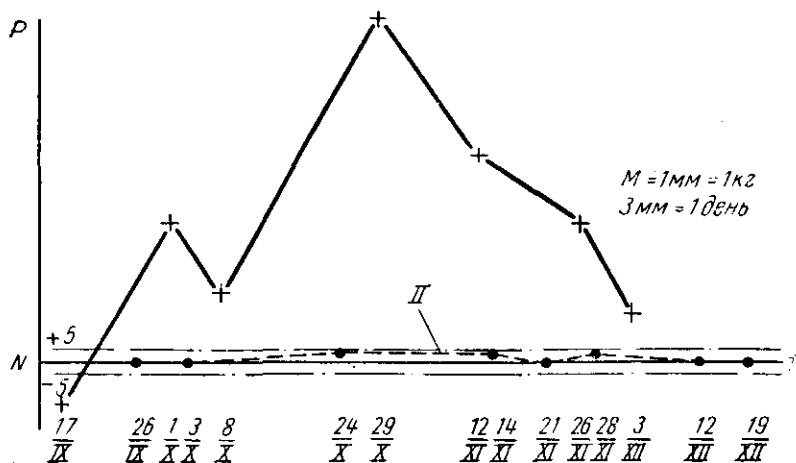
При заливке

$M = 10 \text{ мм} = 1 \text{ кг}$   
 $3 \text{ мм} = 1 \text{ орчо}$



ника — почти в 4 раза. Даже наиболее успевающий ученик этой группы (Леня Г.) в 7 контрольных замерах ни разу не закрепил заготовку с правильным усилием (см. график 2).

График 2



Существенно иную картину мы видим в экспериментальной группе, и понятно, что это различие идет именно за счет выполнения тех операций, заданные и фактически достигаемые показатели которых трудней всего обнаружить без специальных вспомогательных приборов.

Различия в показателях отдельных учеников, разброс по успеваемости здесь значительно меньше — весь диапазон его равен 8% и, что особенно важно, располагается в верхнем десятке процентных показателей — между 90 и 98% выполнения. Это означает решающее приближение слабых учеников этой группы к наиболее сильным — выравнивание успеваемости на высшем уровне.

Если учесть еще то, что невыполнения приемов в этой группе вообще не было, а «неправильное выполнение» (как мы уже сказали выше) означало незначительное количественное нарушение допусков (при отсутствии собственно неправильных приемов), то с этой поправкой можно сказать, что в экспериментальной группе мы получили 100%-ное выполнение трудовых операций. При этом оно складывалось сразу и у подавляющего большинства — у 8 из 11 — оказалось достаточно прочным.

С точки зрения исследования самое ценное заключается в том, что этот поразительный эффект вполне понятен и

своему механизму. Механизм этот оказывается очень простым: для каждого задания — будь то направление, размах, ритм движения или величина усилия — ученик получает, во-первых, внешне представленный заданный показатель и, во-вторых, такой же внешний показатель его фактического достижения. Выполняя операцию, ученик следит за приближением отметки прибора к заданному показателю и, когда они совпадают, замечает кинестезическую картину положения (руки), усилия или ритма операции. Достаточно двух-, трехкратного повторения операции с открытыми приборами, чтобы эта кинестезическая картина оказалась настолько точной и прочной, для обеспечения последующего (в большинстве случаев) безошибочного выполнения этой операции уже без внешних приспособлений.

Система внешних показателей, с одной стороны, заданных, с другой — фактически получаемых и приближающихся к первым, образует систему ориентиров, благодаря которым ученик получает возможность четко управлять исполнением своего движения; поскольку этих ориентиров достаточно для его правильного выполнения, они составляют полную ориентировочную основу действия. Вместе с тем полная ориентировочная основа означает обеспечение действия обратной связью, причем эта обратная связь действует немедленно, по ходу выполнения и обеспечивает управление им со стороны ученика.

Таким образом, различия в ходе и результатах обучения по экспериментальной и обычной методикам обусловлены просто тем, что в экспериментальной группе формирование двигательных умений идет на полной ориентировочной основе действия (и обусловленной ею полной и немедленной обратной связью по ходу исполнения), — а в контрольной группе нет ни полной ориентировочной основы действия, ни полной и тем более немедленной обратной связи, контроль за действием осуществляется лишь по конечному результату, а он обнаруживается лишь через некоторое время, когда нарушения становятся грубыми и трудно исправимыми.

При таком различии обеих методик не приходится долго останавливаться на преимуществах методики с полной ориентировочной основой действия и полной немедленной обратной связью по ходу исполнения. Но есть еще одна сторона этого различия, которая заслуживает внимания. Она выступает при сопоставлении показателей обеих групп со средним показателем выполнения тех же операций продольного пиления у трех опытных мастеров, инструкторов по деревообработке.

Среднее правильное выполнение операций у этих мастеров с большим стажем (у двоих 20-летний и у одного 5-летний) представлено в виде горизонтальной линии на диаграм-

ме 1, что соответствует 65%. У этих мастеров, как и у учащихся контрольной группы, часто отсутствовало различие между операциями зажима лучка и нажима на него, а также ритма движений при запиле и пилении. Процесс пиления выполнялся ими далеко не всегда наилучшим способом. Только две операции они выполняли безупречно: закрепление заготовки и сохранение полотна пилы в заданной плоскости распила. Эти операции решали качество конечного продукта действия, на которое и были направлены все усилия. Таким образом, у этих мастеров длительная практика привела к усовершенствованию двигательных навыков только в границах первоначального типа обучения. Сравнительные показатели с показателями учеников обеих групп, мы прежде всего констатируем: даже лучшие ученики контрольной группы после двух с половиной месяцев обучения заметно отстают от своих инструкторов; для этих учеников эти учителя действительно представляются мастерами (которые, впрочем, очень мало могут им помочь, так как почти ничего не могут посоветовать, кроме «упражняйся» и «старайся»). С другой стороны, показатели всех учеников экспериментальной группы, включая и самого слабого ученика, намного превосходят показатели опытных инструкторов, причем эти показатели ученики приобретают на первом же занятии (и лишь некоторым из учеников требуется потом незначительное «подкрепление» этих умений).

Таким образом, усовершенствованная методика обучения значительно превосходит эффективность «практического опыта», приобретаемого после обучения по обычной методике, даже многолетняя «практика» большей частью не может дать того, что при хорошей методике ученик приобретает в короткий срок.

Объяснение этого мы видим в следующем. При обычной методике обучения состав промежуточных операций очень часто остается невыявленным. В нашем случае это наибольшие усилия при закреплении заготовки, ритм при запиле и пилении, удержание полотна пилы в плоскости распила. Если эти промежуточные операции и указываются, то обычно в такой форме, которая совершенно не учитывает возможности усвоения (например, в виде словесного их перечисления). Поэтому фактически их усвоение происходит в стихийном порядке. В нашей методике применение учебной карты и ее определенное ее использование обеспечивает выполнение и усвоение всех операций действия, только в правильном порядке и только правильным способом.

При обучении по обычной методике для многих операций не указываются даже нормативные показатели. Они находятся лишь ощупью и после длительной практики. Но даже в том случае, когда нормативные показатели указываются, с

сутствуют датчики фактически достигаемых показателей, и, следовательно, возможность контролировать исполнение; «правильный путь» ученики находят вслепую и в результате очень длительного опыта.

Наконец, следует учесть и то обстоятельство, что «практический опыт» может привести, конечно, к поиску новых методов работы, но это означает новые требования к теории. Так оно и получается, когда «практический опыт» начинают изучать с точки зрения новых, повышенных требований общественной практики, которая заставляет обратиться к его «существованию». Но в рамках деятельности отдельного человека «практический опыт» очень часто ведет к установке только на практический полезный, т. е. конечный результат; при этом внутренняя организация деятельности принимается такой, какая обеспечивает среднюю, общественно необходимую производительность и сама обеспечивается средней производительностью сложившейся методики обучения.

Естественно, что эта исторически сложившаяся методика обучения и отвечающая ей организация действий могут быть и не наилучшими с точки зрения их объективных возможностей. Более того, установка только на конечный результат, без достаточного внимания к составу и последовательности операций, их нормативным и фактически достигаемым показателям, к орудиям и вспомогательным приспособлениям этих промежуточных операций, создает психологически неблагоприятные условия для устранения недостатков общепринятой методики обучения.

Мы должны остановиться еще на одном результате нашего исследования. Мы видим (диаграмма 2), что в контрольной группе сохраняется обычный, большой разброс по успеваемости, а в экспериментальной группе этот разброс незначителен. В экспериментальной группе происходит выравнивание учеников по успеваемости и при этом на высших уровнях (90—98,5%); по сути, если не считать незначительных неисправностей в исполнении некоторых операций, мы получили 100% правильного выполнения у всех учеников. Это значит, что различия между сильными и слабыми, ловкими и неловкими, понятливыми и непонятливыми, девочками и мальчиками и т. д. при обучении по общепринятой методике оказывают значительное влияние, а при обучении по нашей методике это отрицательное влияние снимается. Главное заключается в том, что понятно, почему и как это происходит. Формирование нового действия по нашей методике идет на полной ориентировочной основе, а это означает, что ученик на всем пути действия встречает ориентиры, которые говорят ему, куда и как вести действие; эти ориентиры расставлены на таких расстояниях друг от друга, что в промежутках между ними ученик (с помощью умений,

которыми он уже располагает) может уверенно выполнить очередной «шаг». Естественно, такая организация нового задания сводит до минимума различия в успешности обучения между отдельными учениками; не только различия по окончательному результату обучения, но и различия в скорости формирования и прочности новых действий.

Общепринятая методика отличается отсутствием многих существенных ориентиров, необходимых для правильного выполнения действия. Соответствующие звенья этого действия, его отдельные операции ищутся и находятся вслепую, и естественно, что здесь особенно проявляются различия в подготовке, сообразительности, выносливости, ловкости в склонностях к занятию той или иной деятельностью, различия в установках (на результат или процесс) и т. д. и т. п. В этом случае организация обучения оставляет очень много неопределенного и на этой пустой арене начинают действовать многочисленные, разнообразные и в значительной мере случайные влияния.

Если бы мы захотели заострить проблему, то могли бы сказать, что наша методика стирает индивидуальные различия в ходе и в результате формирования трудовых физических действий. Такая формулировка звучит своеобразным обвинением нашей методики — «стирания индивидуальных особенностей!» — и мы должны остановиться и разобраться в этом возможном обвинении. Но для того чтобы оперировать наиболее чистым материалом, предварительно рассмотрим те индивидуальные различия, которые все-таки наблюдались и у испытуемых нашей экспериментальной группы.

Эти различия проявлялись прежде всего в том, как отдельные учащиеся приближались к заданному показателю (усилия или движения), о чем они могли судить по стрелке прибора или псичика на ленте кимографа: одни подходили к этому показателю медленно, равномерно и спокойно; другие сначала делали крутой рывок, а затем очень осторожно доводили пишущее перо до заданного уровня; третьи в результате неосмотрительного усилия сначала перескакивали через этот уровень, затем производили компенсирующее движение в обратном направлении, не столь значительное, но такое же резкое, и в результате снова оказались ниже заданного уровня, снова делали рывок «вперед» и опять перескакивали его, хотя и меньше, чем в первый раз, и так несколько раз. Пока, наконец, после нескольких колебаний оказывались в зоне допусков этого показателя; наблюдались и другие способы подхода к заданному показателю и всякого рода сочетания этих отдельных способов.

Не одинаково успешным было и переключение внимания с достигнутого показателя (на приборе) на соответствующее кинестетическое ощущение, которое тоже было разным для

усилия нажима и зажима, для сохранения определенного положения инструмента в пространстве и для определенного ритма движений. Трудность переключения с экстероцепций на проприорецепции зависела от того, насколько равномерно распределялось внимание между приборами, инструментами и своей рукой, и эта трудность была тем больше, чем больше ученик сосредоточивался на показаниях прибора. Такое переключение требовало с самого начала известного распределения внимания между экстероцептивными и кинестезическими показателями, так как последние относились не только к моменту достижения заданного показателя на приборах, но и к некоторому отрезку усилий и движений перед ним.

Возможно, что и самые кинестезические ощущения, их пороги и яркость были неодинаковыми у отдельных учеников.

Весьма вероятно, что одни и те же внешние показатели сопровождалась у разных учеников кинестезическими ощущениями разной четкости и поэтому одни могли установить их сразу, а другим требовались повторения, чтобы разобраться в них.

Наконец, как мы видим, неодинаково прочной оказалась и память на кинестезические образы (усилий, ритмов и положений руки). Через неделю после первого занятия трем ученикам пришлось повторить работу на станке с открытыми приборами, а одному из них это пришлось сделать и еще раз на третьей неделе. Если к этому добавить, что и на первом занятии одни ученики улавливали нужную кинестезическую картину с одной пробы, а другим для этого требовалось несколько проб, то перед нами выступит довольно широкий диапазон рассеяния учащихся по скорости фиксации кинестезической картины, соответствующей заданным показателям усилий и движений.

Обратим внимание на то, что все эти индивидуальные различия выступали как раз в тех сторонах деятельности, которые мы не регулировали. А не регулировали мы их прежде всего потому, что по-просту не предусмотрели необходимость этого, но некоторые из них и потому, что не смогли бы сделать это, если бы и предусмотрели. Так, например, мы не предусмотрели возможность разного «подхода» к заданному (на приборе) показателю. А между тем несомненно, это можно было бы регламентировать, этому можно учить. Разве трудно указать и показать, что не следует действовать рывками, что нужно равномерно приближаться к заданному показателю и даже чуть замедлить движение в зоне допусков — как раз для того, чтобы не только выполнить задание как можно точнее, но и как можно лучше заметить ощущение в руке. Этот момент можно было бы и специально вы-

делить из остального процесса. Мы этого не сделали просто потому, что не предусмотрели этой «мелочи».

Можно было бы дать и несколько полезных указаний о распределении внимания, обеспечив выполнение этих указаний путем некоторого замедления процесса при приближении к заданным показателям и предупредив о вреде чрезмерного сосредоточения на конечном моменте. Возможно, что уже это сделало бы несколько более отчетливой и устойчивой кинестезическую картину усилий, на которую мы перекладываем ориентировку ученика.

Но почему бы не подумать и о возможности искусственного усиления этой искомой, образцовой кинестезической картины действия, например, электрофизиологическим путем или с помощью каких-нибудь фармакологических препаратов, — об искусственном усилении и фиксации этой картины.

Против разумного использования таких средств можно возразить не больше, чем против чашки кофе перед работой, а здесь еще меньше, так как помощь в таких средствах предусматривается только для начального момента обучения. Беда в том, что такие средства пока остаются за границами наших возможностей, но в принципиальном плане важно, что их применение возможно, а с их помощью возможно и устранение той недостаточности, которая ведет к появлению какой-то части этого рода индивидуальных различий у испытуемых экспериментальной группы.

В общем можно сказать, что в экспериментальной группе индивидуальные особенности оказывали заметное, хотя и незначительное, влияние на те стороны формируемых действий, где не было четких заданных и достигаемых показателей, где отсутствовали четкая обратная связь и управление процессом. Если бы мы сумели обеспечить их и для этого наметили определенный способ приближения к заданному показателю и такой же четкий способ перехода от внешней картины действия к его проприоцептивной картине; если бы мы сумели усилить и сделать отчетливым ее проприоцептивные показатели и их соотнесение с точками внешней траектории движения; если бы смогли определять прочность кинестезических ощущений и доводить ее до надлежащей степени — то вряд ли можно сомневаться, что тогда эти индивидуальные колебания свелись бы к величинам, ограниченным «допусками».

Эти соображения заставляют думать, что даже те незначительные индивидуальные различия, которые проявились у испытуемых нашей экспериментальной группы в ходе обучения и в его результатах, могли быть устранены или сведены к такому незначительному размеру, что о них вообще не пришлось бы говорить, если бы мы заранее подумали об их предупреждении (и отчасти если бы располагали для этого



средствами, которые можно указать вполне отчетливо). Мы считаем нужным еще раз подчеркнуть, что фактически близко подошли к решению такой задачи, потому что «неправильное» выполнение приемов у испытуемых нашей экспериментальной группы большей частью означало лишь незначительный выход за границы допусков и представляло собой «неправильность» лишь с точки зрения очень придирчивой оценки. Практически правильное выполнение в этой группе приближалось к 100%. А ведь это были и девочки, и мальчики (все-таки разной физической силы и ловкости) с разным жизненным опытом в отношении физической работы, с разной успеваемостью по другим школьным и внешкольным предметам. Все эти различия отступили далеко на второй план, все они оказались несущественными перед четкой, полной, объективно представленной и предъявленной ориентировочной основой действия, открывавшейся перед учеником в виде внешних показателей — заданных и фактически достигаемых (и с последующим замещением их такими же четкими «внутренними», кинестезическими показателями).

После этих уточнений мы полагаем, что имеем право повторить и даже подчеркнуть, что методика воспитания физических действий на полной ориентировочной основе не просто значительно снижает так называемые индивидуальные различия в обучении этим действиям, но принципиально нацелена на то, чтобы снять, устранить эти различия и обеспечить стопроцентную успеваемость.

Но о каких индивидуальных различиях идет речь? О количественных различиях в уровне успеваемости, количественного выполнения заданий. Мы не только утверждаем, но показываем и доказываем, что при надлежащей организации обучения такого рода показатели, и при том наивысшие показатели всех этих заданий, могут быть достигнуты всеми нормальными учащимися и что для этого не требуется ни особой силы или ловкости, ни особых способностей ума или «чувства материала», или «чувства движений», знаний или умений. Если при отсутствии этой организации все это действительно требовалось и поэтому степень успеваемости могла служить суммарным выражением способностей и т. д., то при наличии полной ориентировочной основы действия и ее поэтапного усвоения никаких особых способностей не требуется.

Но поэтому, с другой стороны, отсутствие индивидуальных различий в полном усвоении отдельных заданий не может больше рассматриваться как показатель способностей и «индивидуальных различий» в способностях. Таким образом, по существу дела речь идет вовсе не о том, что индивидуальные различия, в частности, по способностям не существуют, или что они не имеют значения, или что их влияние стирает-

ся, речь идет о том, что правильная организация обучения снижает трудность новых знаний и умений ниже того уровня, с которого начинают давать себя знать различия в способностях. Естественно поэтому, что эти различия уже не проявляются в ходе и в результатах обучения, а последние уже не зависят от этих различий. Методика поэтапного формирования действия на полной ориентировочной основе снижает индивидуальные различия в успешном обучении в том смысле, что выводит обучение из-под влияния этих индивидуальных различий и подчиняет ход и результаты обучения общим условиям формирования действий с заданными показателями.

Следовательно, мы вовсе не отрицаем значение индивидуальных особенностей в общем виде. Речь идет только о количественных различиях и только в отношении тех требований к знаниям и умениям (у нас — определенным трудовым действиям), которые предъявляются в массовом обучении. Подчеркиваем — в массовом обучении. Мы утверждаем, что хорошая методика обучения в этом случае тем и отличается от плохой, что обеспечивает наилучшую успеваемость, т. е. хорошую и отличную успеваемость всех учащихся, не зависимо от их индивидуальных особенностей, а также от индивидуальных особенностей учителей (если, конечно, эти особенности не выходят за границы нормы). Как мы видим, наша методика не является вполне хорошей, но она много лучше общепринятой, которая оставляет процесс выполнения и усвоения заданных действий плохо управляемыми; наша же методика делает их в главных чертах управляемыми.

#### *О процессе формирования и психологическом механизме двигательных навыков*

Анализ полученных нами результатов и сравнение их с ходом и результатами обучения по общепринятой методике позволяют нам вернуться к теоретическим вопросам (затронутым во введении) о роли проб и ошибок в формировании «двигательных навыков» и о механизме последних. Как мы отмечали выше, эти вопросы имеют большое практическое значение, так как теоретическое истолкование «двигательных навыков» всегда представляет собой в то же время и защиту определенной линии в методике их обучения.

Остановимся сначала на вопросе о пробах и ошибках. Конечно, они могут иметь разное происхождение и быть разными. Они могут исходить из определенных представлений о свойствах и связях объектов — тогда они представляют собой ряд гипотез, проверяемых действием. В таком случае даже его неудачи увеличивают наше знание и даже ошибки не являются бесполезными. Но пробы и ошибки, с которыми

мы обычно имеем дело при формировании «двигательных навыков», на неполной ориентировочной основе имеют другую природу. Они действительно являются «слепыми», но не вообще, а в отношении состава операций действия и их предметных условий. В этом случае пробы ориентированы главным образом на конечный результат и отбираются только по тому, что достигают его или проходят «мимо».

Правда, и в этом случае, т. е. даже слепые пробы не только неизбежны, но и полезны, поскольку все-таки из нихто и отбираются «правильные» действия; в этом случае полезны и ошибки, поскольку только благодаря им происходит уточнение, дифференцировка сигналов и объектов действия, с одной стороны, и отдельных операций, с другой. Словом, при существенных недостатках в ориентировочной основе действия «слепые пробы и ошибки», действительно, становятся необходимостью.

Но следует еще раз подчеркнуть, что формирование новых действий на неполной ориентировочной основе является во всех отношениях наименее эффективным путем. Во-первых, оно является наиболее расточительным по затратам времени, усилий (учеников и учителей) и материалов. В то же время для большинства учащихся оно является наиболее трудным: оно дает большой разброс успеваемости, причем большая часть учащихся попадает в разряд средней и слабой успеваемости.

Во-вторых, качество тех действий, которые в конце концов складываются, оставляет желать много лучшего: действия могут достигать большой точности, однако остаются весьма неустойчивыми и колеблются от одного исполнения к другому, они очень чувствительны к посторонним влияниям, даже незначительным, очень ограничены в переносе на новые задания.

Все эти свойства объясняются тем, что «правильные действия» отбираются лишь по конечному результату. Действительные отношения отдельных операций к их предметным условиям в подавляющем большинстве случаев так и остаются скрытыми. Ученики не понимают этих отношений и не могут соответствующим образом ориентировать свое действие даже при незначительном изменении условий, не могут учесть и скорректировать этих влияний. Сложившиеся действия оказываются в общем полезными, но не разумными.

Анализ работы наших инструкторов это хорошо показывает. Они научились получать лишь конечный результат труда, в данном случае — правильный распил, но многие действия, которые участвуют в этом процессе, оказались у них далеко не на высоте. Между тем от этих действий зависят затраты энергии и производительность работы. Не удивительно, что такие инструкторы могут показать ученикам

только некоторые приемы, но способ выполнения этих приемов уже не умеют объяснить. Некоторых важных приемов такие инструкторы вообще не знают. Преследуя задачу получить только конечный результат, они склонны вообще не придавать им значение.

Таким образом, в условиях существенной неполноты ориентировочной основы действия «пробы и ошибки» неизбежны, необходимы и даже полезны. Но нельзя забывать и том, что такое значение они имеют только в этих условиях и что приобретенные с их помощью «навыки» в подавляющем большинстве случаев получают те свойства, которые создают навыкам сомнительную репутацию косных и антиинтеллектуальных явлений.

Самое «естественное», но неоправданное и вредное в осмыслении этой проблемы заключается в неправомерном обобщении такого порядка обучения. А такое обобщение постоянно делается на том основании, что обычно формирование физических действий «так всегда и происходит». Оно действительно почти всегда так и происходит, но не по внутренней необходимости, а просто потому, что до сих пор отсутствовало представление о полной ориентировочной основе действия и такая основа складывалась стихийно и лишь в редких случаях. В подавляющем большинстве экспериментальных и жизненных ситуаций, практически почти во всех случаях, действие формировалось на неполной ориентировочной основе. Но это не осознавалось, и такой порядок считался «нормальным». Очевидно, что нормально лишь в том смысле, в каком незнание естественно предшествует знанию.

При наличии полной ориентировочной основы действия ее позитивной отработки «слепые» пробы и ошибки естественно устраняются. Ученик получает, с одной стороны, точные ориентиры, которыми он должен руководствоваться в действии на каждом шагу, а с другой стороны, показатели фактического положения, с помощью которых он контролирует и корректирует течение действия. Ориентировочная основа действия изложена на учебной карте, и ему уже не придется запоминать ее «на слух» по одному разъяснению учителя. Благодаря приборам ход исполнения, тоже внешним образом, выступает перед ним и притом в ясном сопоставлении с заданными показателями. В таких условиях ошибки возникают главным образом вследствие невнимания или случайных помех.

В то же время действия ученика не только «целесообразны» (в том смысле, что приводят к заданному результату), но и разумны, так как их объективные свойства — величина усилий, ритм, форма и размах движений — соотнесены с их предметными условиями. А необходимая дифференцировка объектов действия, его сигналов и его отдельных компонен-

тов, отдельных операций достигается с помощью проверки на практике тех указаний, которые с самого начала объясняются инструктором и излагаются на учебной карте; особенно содействует этому систематический подбор заданий, к которым применяются эти рекомендации.

Естественно, что в таких условиях формирование действия с заданными показателями происходит с громадной экономией времени, сил и материальных средств; при этом лучшие показатели достигаются всеми учащимися.

Сложившиеся действия обнаруживают гораздо большее постоянство отдельных выполнений, гораздо большую устойчивость к изменению условий. Перенос на новые задания уже значителен и колеблется от 20 до 50 и даже 60%.

Сравнение показателей, достигаемых в результате обычного обучения и последующей длительной практики (у мастеров), с показателями выполнения действия учеников нашей экспериментальной группы ясно говорит в пользу именно такого способа выделения состава действия и его существенных условий.

Теперь вполне очевидно, что формирование навыка по рекомендуемой нами методике происходит иначе, чем по общепринятой системе проб и ошибок. Оно идет по заранее определенным, объективно установленным показателям, которые в каждом отдельном действии обеспечивают быстрое, сразу правильное и осознанное его выполнение и этим скорое его образование.

В нашей работе это достигается введением специально сконструированных для каждого действия устройств, а также полных, кратко и четко сформулированных учебных карт.

Введение этих новых средств обеспечивает полную и немедленную обратную связь в процессе обучения. Работая, ученик видит результаты каждого своего движения или усилия, тут же сравнивает их с нормативами и, если они не удовлетворяют заданным показателям, корректирует свои действия, сознательно добиваясь точного их выполнения. В каждом отдельном действии эти требования могут быть разными, но служат они одной цели — они обеспечивают возможность разумного, а не механического выполнения требований. С первых же шагов обучения они разъясняют и показывают ученику, как правильно выполнять заданное действие.

Если по нашей методике каждое действие по каждому существенному показателю обеспечивается немедленной и четкой обратной связью, то в обучении по обычной методике эта связь остается неопределенной и отсроченной. Мы считаем нужным отметить, что в нашей методике обратная связь является результатом полного обеспечения ученика системой

ориентиров, следствием построения полной и правильной ориентировочной основы действия.

Полная ориентировочная основа действия строится с учетом двигательных возможностей ученика: ориентиры расставляются в таких местах и на таком расстоянии друг от друга, что каждый отрезок действия ученик может выполнить с помощью наличных у него умений. Внешняя последовательность сигналов, стереотипно повторяясь, быстро ведет к образованию соответствующего динамического стереотипа. Это значит, что дело обстоит не так, будто случайно найденные нервно-мышечные координации осуществляют действие, которое оказывается правильным, а наоборот: правильно организованное действие ведет к тому, что между его отдельными звеньями (каждое из которых выполняется на основе прежних механизмов) устанавливаются новые связи, что и означает образование новых нервно-мышечных координаций.

В нашем исследовании отчетливо выступило и то обстоятельство, что при формировании правильного действия ученик вначале опирается не на кинестезические ощущения от различных случайных проб, а на последовательный ряд внешних ориентиров действия и восприятие своего действия как объективного процесса. В этот период ученик должен сосредоточиться не на поисках «правильных кинестезий», а на правильном исполнении самого действия. Лишь такое исполнение впервые производит тот кинестезический комплекс, который закрепляется как образ правильного движения и в дальнейшем, уже в отсутствие внешних ориентиров, служит для его воспроизведения. Общеизвестная теория, которая переносит эту более позднюю стадию к самому началу процесса, извращает представление о механизме образования навыка и в большой степени затрудняет его воспитание.

Наконец, мы считаем заслуживающим внимания то обстоятельство, что согласно подтверждаемой нашими опытами концепции, формирование двигательных навыков на полной ориентировочной основе действия составляет частный случай общего порядка формирования новых психологических явлений. Оно подчиняется общим законам обучения и в психологическом отношении ставит двигательные навыки в один ряд с другими учебными заданиями.

#### *Несколько дополнительных замечаний*

Благодаря наличию полной ориентировочной основы ученик «шаг за шагом» спокойно выполняет новое действие. Каждый из этих шагов адаптирован к его возможностям, к умениям и навыкам, которыми он уже располагает. Поэтому действие, которое в целом является для него новым и которое сразу, как единое целое, он выполнить не умеет и

может, он выполняет теперь — на полной ориентировочной основе этого действия — с легкостью, которая нередко удивляет самих учащихся. Как правило, они считают, что для выполнения этих физических действий нужно приложить большие усилия и, когда действуют без полной ориентировочной основы, добросовестно прилагают их, а это лишь катастрофически ухудшает их результаты.

Таким образом, особый урок, который учащиеся получают в результате успешной работы на основе четких внешних показателей, заданных и достигаемых, заключается в том, что и в физическом труде главным является не физическая сила, а умение разобраться в обстоятельствах, правильно рассчитывать действие, обеспечить его четкими ориентирами. Это наглядный и весьма убедительный урок на тему о единстве физического и умственного труда и хорошая демонстрация ведущего значения умственного, ориентировочного начала в труде (разумеется, при его правильном употреблении). При таком (именно при таком) обучении уроки труда получают внутреннюю связь с остальным теоретическим обучением. Эта связь обоюдосторонняя и если на уроках труда освещается значение теоретической деятельности, то и труд, как совокупность умения что-то «практически» делать, становится полноценной составной частью общего образования.

Успешность обучения труду на полной ориентировочной основе действий имеет и другую сторону. В то время как обучение деревообработке по общепринятой методике в общей школе в подавляющем большинстве случаев оказывается мало успешным и быстро вызывает к себе отрицательное отношение учеников, — эффективное обучение по нашей методике, с быстрым приобретением полезных умений, вызывает у всех учеников резко положительное отношение к урокам труда, интерес сначала к правильному выполнению приемов, а затем и к получению определенного продукта. Труд, организованный таким образом, непосредственно оправдывает себя, составляет приятную смену умственным занятиям и в то же время становится полноправным элементом школьного обучения.

Это изменение значения и роли «уроков труда» в общей школе и отношения учеников к «труду», достигаемое благодаря обучению на полной ориентировочной основе (и не достигаемое без нее), является очень существенным преимуществом нашей экспериментальной методики.

\* \* \*

\*

Сказанное выше можно кратко резюмировать следующим образом.

Новое физическое действие формируется по рекомендуемой нами методике существенно иначе, чем по общепринятой методике. Оно складывается без проб и ошибок, по заранее определенным, объективно установленным показателям, которые обеспечивают правильное и сознательное выполнение каждой операции и действия в целом, а в дальнейшем быстрое образование обобщенного навыка; дети, которые обучались только пиленнию вдоль волокон, без затруднений и ошибок переходят к пиленнию под углом в  $10^{\circ}$ — $20^{\circ}$  к направлению волокон.

В нашей работе такие показатели обеспечиваются специальными устройствами, а также коротко и четко сформулированными, исчерпывающими учебными картами.

Введение этих новых средств обеспечивает полную и не медленную обратную связь в процессе обучения. Ученик видит результаты каждого своего усилия, каждого движения; тут же сравнивает их с нормативами, в случае необходимости корректирует их и сознательно добивается точного выполнения. С первых же шагов обучения технические средства показывают ученику, как правильно выполнять заданное действие (прием, операцию). Для разных параметров движения эти показатели могут быть разными, но они служат одной цели — обеспечения сознательного, а не слепого, выполнения требований. В обучении же по обычной методике обратная связь остается неполной, неопределенной и отсроченной.

Обратная связь в наших опытах обеспечивается полной системой ориентиров, построением полной ориентировочной основы действия. Согласно гипотезе о полной ориентировочной основе действия последняя строится с обязательным учетом наличных возможностей ученика: ориентиры расставляются в таких местах траектории движения и на таком расстоянии друг от друга, что ученик может выполнить новое действие с помощью умений, которыми он располагает.

Последовательность этих ориентиров представляет собой стереотип внешних раздражителей. Этот четкий внешний стереотип быстро ведет к образованию соответствующего динамического стереотипа, т. е. нервного механизма нового действия.

Согласно нашим опытам, подтверждающим эту концепцию, формирование двигательных навыков на полной ориентировочной основе действия составляет частный случай общего порядка формирования новых психологических явлений. Оно подчиняется общим законам обучения и в психологическом отношении ставит двигательные навыки в один ряд с другими учебными заданиями.

С другой стороны, формирование трудовых навыков на полной ориентировочной основе позволяет всем учащимся ус-



ленно справиться с этой задачей за то короткое время, которое отведено ей в общеобразовательной школе. А это резко меняет в положительную сторону отношение учеников к обучению труду и значительно повышает его воспитательное значение.

Это позволяет нам сделать следующие практические рекомендации:

1. В начале обучения производственным навыкам главным для ученика должно быть не получение изделия, а правильное выполнение отдельных движений, приемов, действий.

2. Механизм навыка должен складываться по заранее определенным, объективно установленным показателям, которые обеспечивают правильное и сознательное выполнение отдельных движений, приемов и наиболее скорое образование навыка.

3. При формировании действий необходимо использовать учебные карты и технические средства, обеспечивающие каждой операции четкие показатели, а с ними полную и немедленную обратную связь выполняемого действия.

4. Трудовое обучение в школе нужно проводить по новой методике, на основе полной системы объективных ориентиров правильного действия и с обеспечением правильного отражения этих ориентиров в сознании учащегося.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### УЧЕБНАЯ КАРТА

### ПРОДОЛЬНОЕ ПИЛЕНИЕ

#### Закрепление заготовки

1. РАСКРЫТЬ просвет задней коробки:

Вороток ВРАЩАТЬ ПРОТИВ часовой стрелки  
ПРИЕМ!

ПРОСВЕТ раскрыть на 1,5 см толщины заготовки.

2. УСТАНОВИТЬ заготовку:

ЛЕВОЙ рукой взять за ЛЕВУЮ кромку.  
Заготовку установить В ПРОСВЕТ задней коробки.

Правую КРОМКУ — в неподвижный УГОЛ.  
Вылет — НА УРОВНЕ опущенного ЛОКТА.

3. ЗАКРЕПИТЬ заготовку:

Завинтить винт — ПРАВОЙ рукой  
— ПО часовой стрелке ПРИЕМ!

— заметь **УСИЛИЕ**, когда черная линия приблизится к зеленой, и прекрати работу.

### Захват и установка пилы

#### 1. ЗАХВАТ пилы:

Взять **СТОЙКУ** пилы: **КИСТЬ** касается **ШАХОВКИ**

**ПАЛЬЦЫ** — **НА ДАТЧИКЕ** стойки  
заметь **УСИЛИЕ**, когда синяя линия приблизится к красной.

#### 2. УСТАНОВКА ПИЛЫ на заготовке:

Взять опорный **БРУСОК** — указательным и большим пальцами **ЛЕВОЙ** руки

**Брусок** — **НА ТОРЕЦ**

**ПИЛУ** к заготовке, полотно у ближней стойки — **НА разметочную черту**<sup>1</sup> к пласти, зубья касаются древесины.

**ТОРЕЦ** — между **УПОРАМИ** полотна.  
**ЛЕВАЯ ЩЕКА** полотна **КАСАЕТСЯ** **БРУСКА**.

### Запил и пиление

#### 1. ЗАПИЛ:

Пилу — **ПЛАВНО НА СЕБЯ** и обратно **УВЕЛИЧИВАЙ** нажим на лучек при движении пилы **ОТ СЕБЯ**

заметь **УСИЛИЕ** нажима на лучек, **КОГДА** кривая запила **КОСНЕТСЯ** 1-й и 2-й линии

заметь **РИТМ ТРЕХ ДВИЖЕНИЙ** между отметками 1-й линии

Глубина запила — 1—1,5 см «на глаз».

#### 2. ПИЛЕНИЕ:

**ОТЛОЖИТЬ** опорный **БРУСОК**

**УПОРЫ** — на **ПОЛНЫЙ** размах

**ВЗЯТЬ** торец заготовки **СЛЕВА**

**ОСЛАБИТЬ** нажим на стойку

заметь **УСИЛИЕ**, когда линия<sup>2</sup> приблизится к фиолетовой

**СОХРАНИ ЕГО** до окончания пиления.

**ПЕРВОЕ** движение — **НА СЕБЯ**

делай **ДВА ДВИЖЕНИЯ** между отметками 1-й линии

заметь этот **РИТМ**

**РАЗМАХ** пилы — **ПОЛНЫЙ**

<sup>1</sup> Знак разъясняется учителем.

<sup>2</sup> Линия запила и пиления выполняется одним пером.

УВЕЛИЧИВАЙ нажим на лучек при движении ОТ СЕБЯ  
 заметь УСИЛИЕ нажима, когда КРИВАЯ пиления КАСАЕТСЯ 1-й и 3-й линий  
 ПОЛОТНО пины в ПЛОСКОСТИ распила —  
 заметь положение РУКИ, когда лампочка НЕ ВСПЫХИВАЕТ.

## ПОУРОЧНЫЙ ПЛАН

Тема урока: «Пиление древесины вдоль волокон».

Цель урока: 1. Дать понятие о процессе продольного пиления вручную.

Учебно-материальная база:

- а) оборудование рабочего места — 22;
- б) пиломатериал: сосна толщиной 25 мм, влажность 18%, III сорт;
- в) учебная карта;
- г) инструктивная карта учителя;
- д) установка для формирования навыка при обучении, обеспечивающая обратную связь.

№ п/п	Содержание урока	Время в минутах
1	Организация учащихся . . . . .	5
2	Основные части и устройство верстака . . . . .	2
3	Устройство лучковой пилы . . . . .	3
4	Элементы доски (заготовки) . . . . .	3
5	Закрепление заготовки (работа с картой, раздел — 1, прибор) . . . . .	7
6	Захват стойки пилы (работа с картой, раздел 2) . . . . .	10
7	Вопросы техники безопасности . . . . .	2
8	Работа с каждым учеником на обучающей установке . . . . .	48
	Одновременно другие ученики заняты на своих местах зарисовкой инструментов, подготовкой их к работе, разметкой заготовок и т. п.	
9	Уборка рабочих мест . . . . .	3
10	Сдача работ и заключительная беседа . . . . .	7

## ПЛАН ВТОРОГО УРОКА

Продолжение темы: «Пиление древесины вдоль волокон».

Цель урока: «Обучение правильному пилению древесины вручную вдоль волокон».

Учебно-материальная база: см. учебно-материальную базу первого урока по теме.

№ п/п	Содержание урока	Время в минутах
	Инструктаж учителя	
1	Организация учащихся . . . . .	5
2	Знакомство с инструктивной картой (повторение раздела 1, 2, изучение остальных разделов учебной карты) . . . . .	10
3	Работа с каждым учеником на обучающей установке . . . . . Одновременно другие ученики заняты на своих местах зарисовкой инструментов, подготовкой их к работе, разметкой заготовок и т. п. . . . .	48
4	Уборка рабочих мест . . . . .	3
5	Сдача работ и заключительная беседа . . . . .	7

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Собр. соч., т. 14.
2. Ленин В. И. Философские тетради. М., ОГИЗ, 1947.
3. «Закон об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР». М., «Известия», 1958.
4. Антонов Л. П. Методические вопросы обучения пиленню древесины на уроках труда. «Школа и производство», 1960, № 8.
5. Анциферова Л. И. О закономерностях элементарной познавательной деятельности. М., Изд-во АН СССР, 1961.
6. Арданский А. С. Столяр — белодеревщик. М., Трудрезервиздат, 1949.
7. Архангельский С. Н. Очерки по психологии труда. М., Трудрезервиздат, 1958.
8. Аснин В. И. Своеобразие двигательных навыков в зависимости от условий их образования. «Научн. зап. Харьковского пед. ин-та», 1939, № 1.
9. Бернштейн Н. А. О построении движений. М., Медгиз, 1947.
10. Буглай Б. М. Технология столярно-механических производств М., Гослесбумиздат, 1951.
11. Вудвордс Р. Экспериментальная психология. М., ИЛ, 1950.
12. Волков А. Приспособление к столярному верстаку. «Школа и производство», 1960, № 12.
13. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. Сб. «Психологическая наука в СССР», т. I. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.
14. Гальперин П. Я., Пантина Н. С. Зависимость двигательного навыка от типа ориентировки в задании. Сб. «Ориентировочно-исследовательский рефлекс и ориентировочно-исследовательская деятельность». М., Изд-во АПН РСФСР, 1958.
15. Гальперин П. Я. Типы ориентировки и типы формирования действий и понятий. «Доклады АПН РСФСР», 1959, № 2.
16. Гальперин П. Я. Основные результаты исследований по проблеме формирования умственных действий и понятий. Изд-во МГУ, 1965.
17. Гальперин П. Я. Общие типы ориентировки и психологические вопросы производственного обучения. Сб. «Научный семинар по психологии труда и производственного обучения». Казань, 1961.

18. Голант Е. Я. Дидактические основы занятий в учебных мастерских. «Школа и производство», 1960, № 2.
19. Гурьянов Е. В. Навык и действие. «Уч. зап. МГУ», вып. 90. Изд-во МГУ, 1945.
20. Гурьянов Е. В. Психология обучения письму. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.
21. Древер А. Психология труда. М., «Пучина», 1926.
22. Дымерский В. Я. О применении воображаемых действий в процессе восстановления и сохранения навыков. «Вопросы психологии», 1956, № 6.
23. Егоренков И. П. Модельщик по дереву. М., Машгиз, 1946.
24. Жулидова Н. А. Опыт исследования учебных практических умений. «Вопросы психологии», 1958, № 3.
25. Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. М., Изд-во АПН РСФСР, 1960.
26. Зубковская З. Н., Хитеев В. Х. Методика преподавания занятий по обработке древесины в 5 классе. «Школа и производство», 1960, № 8.
27. Кондратьева Л. Л., Орлов Б. И., Решетова З. А., Титова И. П. Сборник учебных карт для производственного обучения токарей по металлу (основные токарные операции). М., «Высшая школа», 1964.
28. Корнилов К. Н. Психология. М., Учпедгиз, 1946.
29. Козловский С. М. Условия и особенности ориентировочной деятельности при образовании двигательных навыков у детей младшего школьного возраста. Канд. дисс. М., 1961.
30. Коробейников М. П. Формирование умений и навыков стрельбы из автомата на ходу. Экспериментальное исследование. Канд. дисс. Л., 1956.
31. Куксов В. А. Преподавание столярного дела. М., Профтехиздат, 1960.
32. Куксов В. А. Общая технология деревообработки. М., Трудрезервиздат, 1957.
33. Куксов В. А. Столярное дело. М., Трудрезервиздат, 1958.
34. Леонтьев А. Н., Гальперин П. Я., Эльконин Д. Б. Реформа школы и задачи. «Вопросы психологии», 1959, № 1.
35. Липер Р. Познавательные процессы. «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.
36. Луфанин И. Измененная конструкция зажимной коробки верстака. «Школа и производство», 1961, № 1.
37. Малюта Н. Г., Яровой И. Н. О технических средствах самоконтроля. «Школа и производство», 1965, № 9.
38. «Методическое пособие мастеру производственного обучения столяра-краснодеревца в ремесленных училищах». М., Трудрезервиздат, 1947.
39. Медведский П. И. Динамометрирование ручных операций в учебных мастерских. «Политехническое обучение», 1959, № 9.
40. Мельников И. С. Психологические состояния учащихся на уроках труда. «Школа и производство», 1960, № 2.
41. Милерян Е. А. Об усовершенствовании системы производственного обучения учащихся старших классов. «Тезисы докладов на II-м съезде общества психологов», вып. 2. М., Изд-во АПН РСФСР, 1963.
42. Милерян Е. А. Психологические особенности решения некоторых конструктивных задач в старших классах средней школы. «Вопросы психологии», 1964, № 2.
43. Миллер Д. А. Речь и язык. В кн.: «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.
44. Мистюк В. В. О формировании трудовых умений и навыков. «Школа и производство», 1963, № 2.
45. Морган К. Психология процесса научения. «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.

46. Нефедов В. И. Формирование умений и навыков на уроках труда в учебных мастерских детского дома. «Политехническое обучение», 1958, № 5.
47. Неговей Т. П. Методика обучения навыкам долбления и резания древесины в VI классе. «Школа и производство», 1960, № 8.
48. Петров Е. А. Методы обучения ЦИТ. М., 1930.
49. Платонов К. К., Шварц Л. М. Очерки психологии детей-летчиков. М., Воениздат, 1948.
50. Платонов К. К. Лекции по курсу «психология труда». Изд-во МГУ, 1956.
51. Платонов К. К. Вопросы психологии труда. М., Медгиз, 1962.
52. Платонов К. К. О знаниях, навыках и умениях. «Советская педагогика», 1963, № 11.
53. Поддьяков Н. Н. Особенности ориентировочной деятельности у дошкольников при формировании и автоматизации практических действий. Канд. дисс. М., 1960.
54. Пономарев М. Ф. Экспериментальное исследование некоторых видов двигательных реакций и их значение для профессиональной деятельности. Канд. дисс., 1958.
55. Пуни А. Ц. Очерки психологии спорта. «Физкультура и спорт», 1959.
56. Решетова З. А. Типы ориентировки в задании и типы производственного обучения. «Доклады АПН РСФСР», 1959, № 5.
57. Решетова З. А. Программированное обучение производственным навыкам. «Новые исследования в педагогических науках», вып. 2, 1964.
58. Рубинштейн С. Л. Проблема деятельности и сознания в системе советской психологии. «Уч. зап. МГУ», вып. 90, 1945.
59. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. М., Учпедгиз РСФСР, 1946.
60. Рудик П. А. Психология. М., Учпедгиз РСФСР, 1955.
61. Рудик П. А. Психологические проблемы в физическом воспитании и спорте. Докт. дисс., М., 1962.
62. Сачко Н. Н. Альбомы таблиц по заточке и наладке ручных столярных инструментов. Свердловск, 1960.
63. Сачко Н. Н. Формирование двигательных навыков и умений при обработке древесины в школьных мастерских. Сб. «Тезисы докладов на IV зональной научно-методической конференции преподавателей физики, методики физики и общетехнических дисциплин педагогических институтов Урала и Сибири». Свердловск, 1961.
64. Сачко Н. Н. Прибор для исследования движений учеников при пилении древесины. Свердловск, 1961.
65. Сачко Н. Н. О психологических исследованиях в формировании навыков пиления древесины. Сб. «Тезисы докладов V зональной научно-методической конференции преподавателей физики, методики физики и общетехнических дисциплин педагогических институтов Сибири и Урала». Новосибирск, 1962.
66. Сачко Н. Н. Формирование двигательных навыков с обеспеченной обратной связью. «Тезисы докладов на II съезде общества психологов», вып. 2, М., Изд-во АПН РСФСР, 1963.
67. Сачко Н. Н. Обучающая установка для формирования навыков (продольного пиления древесины) с обеспеченной обратной связью. «Уч. зап. Муромского пед. ин-та», вып. 9, 1964.
68. Сачко Н. Н. Формирование двигательных навыков (на уроках труда) с обеспеченной обратной связью. «Уч. зап. Муромского пед. ин-та», вып. 9, 1964.
69. Сачко Н. Н. Формирование трудовых навыков без проб и ошибок (Тезисы докладов зональной научно-методической конференции преподавателей педвузов). Владимир, 1965.

70. Скаткин М. Н. Указания и материалы к исследовательской работе по теме «Труд учащихся в системе политехнического образования», вып. 2. М., Изд-во АПН РСФСР, 1957.
71. Соколов А. Н. Роль осознания движений в выработке двигательных навыков. «Уч. зап. Ин-та психологии», т. II, Изд-во Института психологии, 1964.
72. Спенс К. У. Теоретический анализ процесса научения. «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.
73. Старостин В. П. Координатор движений для обучения школьников резанию ножовкой. «Политехническое обучение», 1959, № 10.
74. Теплов Б. М. Советская психологическая наука за 30 лет. «Все-союзное общество по распространению политических и научных знаний». М., «Правда», 1947.
75. Терешкина И. В. Экспериментальное исследование процесса автоматизации реакций выбора. Канд. дисс. М., 1950.
76. Трутовский А. С. Пособие мастеру столярно-мебельного производства. М., Гослесбумиздат, 1957.
77. Тимофеев В. А. Краснодеревные работы. М., Трудрезервиздат, 1957.
78. Ухтомский А. А. Собр. соч., т. I. Изд-во МГУ, 1950.
79. Филонов Л. Б. О зависимости скорости реакции выбора от числа различительных признаков. Канд. дисс. М., 1963.
80. Ходжава З. И. Проблема навыка в психологии. Тбилиси, 1960.
81. Хилгард Э. Р. Методы и приемы анализа процесса научения. В кн.: «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.
82. Ховланд К. Научение и сохранение заученного у человека. В кн.: «Экспериментальная психология», т. II. М., ИЛ, 1963.
83. Чебышева В. В. Экспериментально-психологическое исследование образования двигательного навыка. Сб. «Психомоторика и физическая культура». М., 1935.
84. Чебышева В. В. Индивидуальные особенности учащихся и развитие скоростных навыков. «Профессионально-техническое образование», 1954, № 1.
85. Чебышева В. В. О некоторых особенностях развития навыков. «Профессионально-техническое образование», 1956, № 4.
86. Чебышева В. В. Самоконтроль в процессе труда и обучения. Сб. «Вопрос психологии обучения труду». М., Изд-во Ин-та психологии АПН РСФСР, 1962.
87. Чебышева В. В. Некоторые вопросы психологии производственного обучения. «Вопросы психологии», 1959, № 2.
88. Чебышева В. В. О воспитании самоконтроля у учащихся при изучении слесарных операций. «Школа и производство», 1962, № 2.
89. Чебышева В. В. Развитие скоростных навыков в производственной деятельности. «Вопросы психологии», 1956, № 4.
90. Чирская Я. Психологические основы профессионального обучения. М., Профтехиздат, 1960.
91. Шварц Л. М. Критический анализ психологической концепции Торндайка. «Советская педагогика», 1937, № 2.
92. Шварц Л. М. Сознание и навык. «Советская педагогика», 1940, № 2.
93. Шварц Л. М. К вопросу о навыках и их интерференции. «Уч. зап. Ин-та психология», т. II. М., 1941.
94. Яровой И. Н. О применении технических средств самоконтроля в трудовом обучении. «Вопросы психологии», 1962, № 2; Об использовании рефлекторного контрольного механизма в трудовом обучении. «Доклады АПН РСФСР», 1962, № 2.
95. Шабалов И. М., Яровой И. Н. О новом экспериментальном исследовании в трудовом обучении. «Советская педагогика», 1962, № 2.
96. Яровой И. Н. Об исследованиях учебно-трудовых процессов с помощью технических средств. «Школа и производство», 1965, № 1.

Н. Г. САЛМИН

## ОБ ИЗУЧЕНИИ ЧИСЕЛ И ДЕЙСТВИИ С НИМИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Основными задачами преподавания арифметики в I—IV классах, на которые указывает «Объяснительная записка» к программе, являются «развитие количественных и пространственных представлений», «формирование арифметических понятий и навыков (вычислительных и измерительных) и развитие логического мышления» [16].

Однако обучение в школе далеко не полностью обеспечивает эти задачи. На слабое развитие математического мышления указывается в приказе министра просвещения РСФСР от 21 февраля 1962 г. А. М. Леушина [10] обнаруживает в результате обследования двенадцати школ Ленинграда (проверка проходила в третьей четверти учебного года), что многие учащиеся не усвоили, а лишь запомнили состав числа и соответственно формально усвоили действия, у 36 неуспевающих учеников был зафиксирован предметный счет. Даже при правильных вычислениях учащиеся зачастую не могут дать анализа совершенных ими операций, не могут обосновать избираемый ими порядок решения задачи, примера. «Заканчивающие школу имеют настолько слабые математические знания, такой уровень математической культуры, что достижение программных целей преподавания даже классических разделов высшей математики во втузах в настоящее время встречает почти непреодолимые трудности» [13].

Все это говорит о том, что существующий курс математики, в особенности начальной арифметики, не обеспечивает многих задач обучения, не обеспечивает оптимального хода мыслительной деятельности учащихся, самостоятельной ориентировки в знаниях. Одной из причин этого является несовершенство существующей программы обучения начального курса арифметики. На несоответствие этой программы ос-



новым задачам обучения указывают и ряд ведущих методистов арифметики [21].

Построение программы обучения всегда исходит из определенного взгляда на закономерности процесса усвоения. В современной методике процесс обучения включает в себя следующие моменты: 1) объяснение учителем материала, 2) усвоение учащимися этого материала, 3) практическое решение задач на основе использования усвоенного материала. Такое разделение исходит из определенного взгляда на закономерности усвоения: сначала материал должен быть понят и усвоен (какое-то правило, закон) и лишь после этого он может быть использован при решении задач. Усвоение материала предполагает возможность свободного пользования каким-либо правилом, законом при решении практических задач. В процессе усвоения большое место уделяется запоминанию, заучиванию правил, таблиц. Это особенно характерно для начального периода обучения. Предполагается, что при усвоении таких вопросов, как состав числа, таблица умножения и деления должно обязательно использоваться заучиванием [14]. Закономерности усвоения рассматриваются применительно к возрасту. «На данной ступени обучения речь может идти лишь о простейших понятиях, доступных пониманию учащихся 9-летнего возраста. Овладевая этими понятиями, ученики приобретают здесь знания не абстрактного определения отвлеченных теорий, а конкретного и практического определения ее» [18]. Поэтому основным методом обучения, согласно общепринятой методике, должен быть индуктивный путь, ибо раннее введение общих правил не только не способствует развитию логического мышления, как отмечает в методической литературе, а скорее задерживает его. Действительно, заучиваемые на память дедуктивные доказательства, общие определения, как показывает практика, играют скорее отрицательную роль.

Учитывая возраст и соответственно возможности учащихся, программа изучения курса арифметики разделена на две ступени: подготовительный и систематический курсы. Обучение начальной арифметике в школе выделяется своей практической направленностью<sup>1</sup>. Лишь на пятом году обучения учащиеся получают некоторые сведения из теории арифметики.

Основным способом изложения материала в современном подготовительном курсе арифметики является концентрический способ с очень небольшим удельным весом теории. Изучение нумерации разделено на ряд ступеней, соответственно годам обучения: I класс — изучение чисел и действий с ними в пределах 20; II класс — изучение чисел (и соответ-

<sup>1</sup> «В предлагаемой программе курс арифметики характеризуется практической направленностью и конкретностью своего содержания» [16].

ственно действий с ними) в пределах 100; III класс — изучение чисел и действий в пределах тысяч и миллионов; IV класс — изучение чисел и действий в пределах миллиардов. Как указывается в методических пособиях, область целых чисел, над которыми дети учатся выполнять арифметические действия, расширяется в соответствии с умственным развитием детей [14], с их возрастными возможностями.

Несмотря на то что в нашей методической литературе уже давно отвергнут метод чисел, основанный на непосредственном восприятии числа, однако анализ фактического изучения нумерации учащимися начальной школы обнаруживает, что на всех ступенях начального обучения большое место занимает именно непосредственное изучение чисел в отрыве от действий, что является следствием разделения обучения на этапы усвоения и практического решения на основе усвоения материала. Это является сознательным методическим приемом, а не выражается в случайном проскальзывании отдельных упражнений. Изучение каждого числа первого десятка включает, как отмечается в методической литературе [14]: а) восприятие числа, как совокупности однородных предметов, б) счет в данном пределе, в) обучение письму цифр, г) изучение состава данного числа.

При этом каждое число рекомендуется изучать в отдельности для того, чтобы дети получили «ясное представление о нем, отчетливо знали его место в ряде чисел 1—10 и этот ряд в целом, научились изображать число цифрой» [14]. Состав чисел фактически изучается чисто созерцательно. Г. Б. Поляк в своем методическом пособии пишет: «...некоторые методисты считают излишним рассмотрение состава чисел первого десятка до усвоения детьми действий в этом пределе. Это неверно. Конечно, в пределе 10, как и в любом другом пределе, в основу преподавания должен быть положен метод изучения действий. Но вычислительные приемы, с помощью которых выполняется сложение и вычитание в пределе 10, слишком сложны для детей, приступающих к изучению арифметики» [14]. Г. П. Поляк пишет далее, что усвоению состава числа способствуют числовые фигуры Лая (различные варианты фигур, с выделением троек, четверок, пятерок и т. д.), обосновывая это следующим образом: «Одним из достоинств квадратных числовых фигур является то, что в фигуре каждого следующего числа образ предшеству-

---

<sup>1</sup> Анализ традиционной методики мы даем в основном по работам А. С. Пчелко и Г. Б. Поляка, методические пособия которых наиболее популярны. Кроме того, официальная программа реализует принципы, изложенные ими в методических пособиях. Они же являются авторами учебников, которыми до сих пор пользуются в школе. Система построения учебников отражает систему принципов, изложенных в методических пособиях.

ющего числа не изменяется, а лишь дополняется. Это облегчает запоминание чисел. Этому способствуют также приятные здесь размеры интервалов между кружками» [14].

Числовые фигуры Лая, используемые учителями на уроках при изучении состава числа и широко представленные в учебнике для первого класса, предполагают непосредственное усмотрение числа. Использование числовых фигур Лая с легко обозримой группой в качестве средства, способствующего усвоению состава числа, практически реализует теорию чисел Грубе, основным требованием которой являлось изолированное изучение каждого числа через непосредственное созерцание. Число не возникает при таком обучении, как результат операций, как опосредствованное орудие образования с различным основанием для единицы, а появляется как результат непосредственного запечатления числовой фигуры, представляя собой каждый раз совокупность отдельных частей. Другие наглядные пособия, используемые при обучении первым числам, носят такой же характер: это изображения в различных групповых сочетаниях каких-либо однородных предметов, применяемые в иллюстративных целях. В дальнейшем при изучении многозначных чисел в третьем классе рекомендуется раздельное изучение устной и письменной нумерации. «Устная нумерация — это изучение образования составных счетных единиц, составление из них чисел и их названий». «Письменная нумерация — раскрытие способов письменного обозначения числа с помощью десяти знаков». «Сведения, получаемые в процессе изучения устной нумерации, являются основой для успешного изучения правил записи и чтения многозначных чисел. Для знания состава числа и его структуры эти сведения имеют решающее значение» [17]. Поэтому, по мнению А. С. Пчелко, необходимо «четко разграничить оба вида нумерации», изучение устной нумерации предпослать изучению письменной, дать устную нумерацию с достаточно полным содержанием (образование счетных единиц, составление из них чисел и название этих чисел, распределение счетных единиц по разрядам и классам) и не форсировать переход к письму чисел». Такое разделение изучения единой нумерации на устную и письменную ведет к отделению нумерации от действий, тогда как именно в действиях наиболее ярко раскрывается принцип десятичности, принцип построения числа, принцип перехода из разряда в разряд.

Изучение действий внутри концентров также разбито на ряд ступеней. Предлагается целесообразная последовательность изучения различных приемов действия, обеспечивающая, по мнению Г. Б. Поляка [14], условия для наилучшего их усвоения. Так, изучение действий в пределах 20 разбито на 9 этапов:

1. сложение однозначного числа с 10 (примеры типа  $10 + 6$ ,  $6 + 10$ );

2. вычитание из двузначного числа единиц одного из рядов (примеры типа  $14 - 10$ ,  $14 - 4$ );

3. сложение без перехода через десяток (примеры типа  $12 + 3$ ,  $12 + 8$ ), где сначала складываются единицы первого разряда, а затем их сумма прибавляется к 10. Например:  $12 + 3 = а) 2 + 3 = 5$ ; б)  $10 + 5 = 15$ ;

4. Вычитание без перехода через десяток (примеры типа  $15 - 3$ ). При вычитании однозначного числа без перехода через десяток предлагается из единиц уменьшаемого вычитать единицы вычитаемого и получаемый остаток прибавлять затем к 10. Например:  $18 - 6 = а) 8 - 6 = 2$ ; б)  $10 + 2 = 12$ .

5. Вычитание из 20 (примеры типа  $20 - 4$ ). При вычитании однозначного числа из 20 формулируется отдельное правило вычитания единиц из круглых десятков, которое отрабатывается только на числе 20. Предлагается единицы вычитаемого отнимать от десяти и полученный остаток прибавлять затем к оставшемуся целому десятку. Например:  $20 - 3 = а) 10 - 3 = 7$ ; б)  $10 + 7 = 17$ .

6. Сложение с переходом через десяток (примеры типа  $9 + 3$ ). Оно осуществляется по правилу: первое слагаемое дополняется до 10 и к полученному десятку прибавляются оставшиеся единицы второго слагаемого. Например:  $8 + 7 = а) 8 + 2 = 10$ ; б)  $10 + 5 = 15$ .

7. Вычитание с переходом через десяток (примеры типа  $11 - 2$ ). Формулируется правило: при вычитании с переходом через разряд от уменьшаемого отнимают единицы 1-го разряда, затем от оставшегося десятка отнимают невычитанные еще единицы вычитаемого. Например:  $15 - 7 = а) 15 - 5 = 10$ ; б)  $10 - 2 = 8$ .

8. Вычитание двузначного числа из 20. Опять формулируется правило вычитания из 20: при вычитании двузначного числа сначала вычитаются десятки, затем единицы вычитаемого. Например:  $18 - 13 = а) 18 - 10 = 8$ ; б)  $8 - 3 = 5$ , либо: а)  $10 - 10 = 0$ ; б)  $8 - 3 = 5$ .

9. Вычитание чисел, имеющих между собой небольшую разницу (типа  $19 - 18$ ,  $5 - 3$ ), которые решаются на основе взаимного положения этих чисел в числовом ряду.

Для действий сложения и вычитания в пределах 20 даются 9 приемов, каждый из которых предназначен только для определенных чисел. К каждому следующему приему переходят после прочного усвоения предыдущего. Такая система обучения является психологически неправильной, так как происходит постоянное заучивание частных приемов без усвоения общего принципа действия. Длительное решение примеров одного типа приводит к созданию у учащихся шаблонов.

ных приемов решения, к выполнению действий без анализа возможных способов решения, потому что всегда на какой-то период используется один и тот же прием. Привыкнув к тому, что при вычитании всегда остается десяток (решение примеров типа  $14 - 4$ ), учащиеся переносят это и на примеры типа  $16 - 2$  и другие. Привыкнув к тому, что всегда происходит вычитание из большего меньшего (длительное решение примеров на вычитание без перехода через десяток), учащиеся в примерах типа  $11 - 3$ , в примерах вычитания с переходом через десяток, вычитают из большего меньшее:  $3 - 1$ . Эта характерная ошибка, на которую указывают ведущие методисты, является следствием неверно сформированного стереотипа, который в свою очередь является следствием методики обучения, основанной на длительном изолированном изучении одного приема. При такой системе обучения учащиеся, изучая, например, переместительный закон, применяют его в период обучения этому закону, но с переходом к изучению новой темы, следующих законов «забывают» об использовании ранее изученных законов, решая не рациональным приемом, а тем, который в данный момент изучается.

Поскольку результаты действия в виде таблиц выучиваются наизусть, то обучением специально создаются благоприятные условия, обеспечивающие запоминание. Лучшему усвоению нового приема могут способствовать так называемые однородные примеры, которые решаются с помощью одного и того же приема и у которых много общего в заданных числах, например:  $9 + 2$ ,  $9 + 5$ ,  $9 + 8$  и  $13 - 4$ ,  $13 - 6$ ,  $13 - 9$  и т. п. Благодаря однородности приема и сходству числовых данных учащиеся, решая такие примеры, могут якобы легче усвоить новый прием и сравнить с тем случаем, когда предлагаются несходные. Лишь после усвоения нового приема можно перейти по общепринятой методике к решению смешанных примеров:  $9 + 6$ ,  $12 + 5$  и т. д. [15]. Так, предметом отдельных уроков является прибавление единиц к числу 9, соответственно чему в учебнике подбираются упражнения:

$$\begin{array}{cccc} 9 + 2 & 9 + 5 & 9 + 6 & 9 + 7 \\ 9 + 4 & 9 + 8 & 9 + 9 & 9 + 3 \text{ и т. д.} \end{array}$$

Учащиеся привыкают к тому, что сначала нужно добавить до десятка всегда одну единицу, а потом присоединить оставшиеся. В течение следующего урока дети учатся прибавлять все время теперь уже два до десятка и так далее. То же наблюдается и при обучении действиям вычитания. Темой отдельных уроков является вычитание из числа 11, вычитание из числа 12 и т. д. Учащиеся в течение урока и последующих домашних заданий отнимают сначала только едини-

цу до десятка, на следующих уроках только два. Анализ чисел в арифметических действиях при такой системе обучения учащимися не производится, поскольку в силу однородности решаемых примеров в этом нет необходимости. При этом не учитывается то, что дети любое повторение моментально превращают в закон, генерализуют, переносят освоенные приемы на все другие случаи решения. Таким образом создаются узкие стереотипы, которые мешают усвоению следующих приемов, дальнейшего материала.

Современная методика обучения считает наиболее эффективной изолированное изучение действий. «Лучше не перемежающееся обучение сложению и вычитанию, а сначала только сложение, а потом только вычитание» [14], то же и в действиях умножения и деления: сначала умножение, а потом деление. Изолированное изучение действия и приемов не дает возможности показать их взаимоотношения, а ведет к тому, что учащиеся не приобретают знания о принципах действий. Поскольку предел чисел невелик — в течение всего года дети решают примеры на сложение и вычитание в пределе 20 — учащиеся просто запоминают результат тем более, что им дается установка на запоминание результатов действий. Это и приводит к полной растерянности в действиях во втором и третьем классах, где заучить результат уже невозможно, так как слишком много комбинаций чисел, а принцип действий детьми не усвоен. Вред такой системы обучения гораздо шире: у ученика создается неправильная установка с самого начала обучения на решение примеров, — не на анализ примеров и выбор целесообразного приема, способа решения, а на использование предлагаемого приема, и гораздо чаще написание ответа по заученному результату. Однородность в подборе примеров, изолированное изучение отдельных приемов действий не способствуют развитию математического мышления, т. е. решению одной из основных задач обучения начальной арифметике. А между тем к формированию первых математических представлений должны быть предъявлены особые требования, поскольку именно начальные знания, установка, сформированная вначале, как показывает практика, являются наиболее устойчивыми, играя роль фундамента, на котором строятся дальнейшие, более сложные теоретические рассуждения. От правильности и точности этих понятий, от установки учащихся в подходе к тем или иным математическим явлениям в значительной степени зависит успех дальнейшего обучения математике.

Рассмотренная система обучения действиям не является характерной только для первого класса, во втором классе наблюдается та же тенденция обучения действиям в зависимости от величины и структуры числа. Обучение проходит ту же последовательность:

1. Выделяются «действия, связанные с нумерацией»:

а) прибавление однозначного числа к круглым числам (примеры типа  $50 + 6$ );

б) вычитание из двузначного числа единиц первого или второго разрядов (примеры типа  $48 - 8$ ,  $48 - 40$ ).

2. Сложение без перехода через десяток:

а) сложение однозначного и двузначного, когда сумма единиц меньше или равна 10 (примеры типа  $34 + 3$ ,  $34 + 6$ );

б) сложение двузначного числа с круглым числом (примеры типа  $56 + 20$ );

в) сложение двузначных чисел, когда сумма единиц меньше или равна десяти (примеры типа  $24 + 24$ ,  $24 + 26$ ).

3. Вычитание без перехода через десяток:

а) вычитание однозначного числа из двузначного, когда единицы уменьшаемого больше единиц вычитаемого (примеры типа  $38 - 2$ );

б) вычитание круглых из двузначных чисел (примеры типа  $56 - 20$ );

в) вычитание двузначных из двузначных, когда единицы уменьшаемого больше или равны единицам вычитаемого (примеры типа  $56 - 34$ ,  $56 - 36$ );

г) вычитание однозначного из круглого числа (примеры типа  $60 - 2$ );

д) вычитание двузначного из двузначного числа (примеры типа  $60 - 32$ ).

4. Сложение чисел с переходом через десяток:

а) сложение однозначного числа с двузначным (примеры типа  $48 + 6$ );

б) сложение двузначного числа с двузначным (примеры типа  $38 + 34$ ).

5. Вычитание с переходом через десяток:

а) вычитание однозначного числа из двузначного ( $42 - 6$ );

б) вычитание двузначного числа из двузначного ( $52 - 28$ ).

В третьем классе письменное сложение проходит те же этапы. Последовательно отрабатываются случаи сложения, когда сумма единиц каждого разряда меньше десяти, когда сумма единиц первого разряда равна десяти, когда сумма единиц первого разряда больше десяти, когда сумма единиц второго разряда равна десяти, когда сумма единиц второго разряда больше десяти и, наконец, когда сумма единиц и в первом, и во втором разрядах больше или равна десяти, то же делается и в вычитании.

Хотя в методической литературе указывается, что нельзя выделять в качестве отдельной ступени действия в зависимости от величины чисел или получаемого результата [15], фактически процесс обучения арифметическим действиям в

начальных классах дробится на ряд ступеней, отличающихся одна от другой величиной и строением числа. Обученные приемам действий, соответствующим только числам определенной величины, а не общим принципам действий, приводит к тому, что вычислительная техника, которой уделяется основное внимание при обучении в начальной школе, оказывается неосвоенной. Несмотря на то что в школе на усвоение устных вычислений отводится два года, учащиеся не усваивают приемов устного счета и в третьем классе с переходом к письменному сложению и вычитанию начинают пользоваться приемами письменных вычислений при устном счете. Несмотря на упорную борьбу с этим учителей, письменные способы вытесняют ранее изученные приемы устных вычислений. Это говорит о непрочности и о неусвоении способа устных вычислений. Но и письменные вычисления представляют для учащихся большую трудность, которую многие так и не преодолевают. Как пишет А. С. Пчелко, «около  $\frac{1}{4}$  учащихся третьих классов не овладевают навыками письменного вычисления в должной мере» [17]. Ошибки, которые приводят методисты (А. С. Пчелко, Г. Б. Поляк) и которые легко можно обнаружить на уроках и в тетрадях учащихся, отражают систему обучения. И во втором классе сохраняются ошибки, связанные с образованием неверно сложившегося стереотипа: вычитание из большего числа меньшего. При вычитании больших чисел поразрядно вычитают из большей цифры меньшую. А. С. Пчелко приводит характерные ошибки:  $83 - 67 = 24$ ,  $52 - 28 = 36$  и т. д. В третьем классе учащиеся совершают грубейшие ошибки на несоблюдение разрядности в действиях, ошибки, которые сохраняются в дальнейшем при действиях с именованными числами и далее в физике. Это многочисленные ошибки типа  $86 - 6 = 26$ ,  $180 + 20 = 380$ ,  $37 + 3 = 13$  и т. д.

Система обучения с дроблением материала на ряд частных приемов, изолированное обучение каждому приему и действию не способствует и развитию умения замечать математические закономерности, предвидеть результат, определять отношения между числами. Все эти трудности обучения нумерации, ошибки, возникающие у учащихся при обучении, на которые указывают методисты, на наш взгляд есть результат определенной системы обучения с изолированным обучением приемам действий на одноступенчатых упражнениях. В обучении вычислительным навыкам практически реализуется точка зрения на формирование навыков через многократные упражнения без уделения внимания осознанию принципов действия. Осознание принципов действия не может быть достигнуто без понимания десятичного принципа системы счисления, производным от которого является знание состава числа, понимание разрядности. При понимании



десятичного принципа системы счисления, знания состава числа, принципиально безразлично, какое количество единиц нужно отнять от числа, например, отнять от числа 37 все его 7 единиц или только 3 единицы. В таком случае нет необходимости в выделении многочисленных ступеней при обучении действиям. Однако то концентрическое расположение материала, которое предлагается традиционной программой, не позволяет понять принцип десятичности системы счисления. Обучение действиям на основе знания числового ряда в пределах 20 — в первом классе, в пределах 100 — во втором классе не может строиться на основе десятичного принципа системы счисления, на основе знания состава числа. Отсюда разделение процесса обучения действиям на многочисленные ступени, выделяемые в зависимости от величины и структуры числа. Выделение в качестве исходного в понимании действий над числами величины и строения числа (различные приемы действий в зависимости от того, есть ли в уменьшаемом единицы или отсутствует этот разряд, есть ли в вычитаемом только единицы или десятки и единицы вместе и т. д.), а не понимание принципа десятичности и является одной из основных причин того, что вычислительная техника остается неувоенной учащимися, представляет для них большую трудность, поскольку «механизмы письменных и устных вычислений определяются особенностями нашей десятичной системы счисления» [18]. При такой системе обучения предметом преподавания арифметики в начальной школе является не математическая теория числа, а набор правил счета и решения задач, как справедливо указывается в математической энциклопедии.

Неблагополучное положение в преподавании вызвало массу исследований, большинство из которых проводилось и проводится при сохранении общей структуры предмета и методики преподавания в целом. Исследования отдельных вопросов преподавания арифметики вносили некоторые улучшения, но не меняли существа дела. В частности, в последнее время во многих экспериментальных исследованиях поднимается вопрос о повышении теоретического уровня преподавания арифметики в начальной школе, о необходимости внесения теории и обобщений в начальное обучение арифметике [12], [3], [21], [20]. Но это предлагается главным образом как добавление к существующей программе. Основная структура обучения остается неизменной. Как отмечает А. Лебег, «бедна таланта тратится на усовершенствование деталей, в то время как нужно было бы попытаться переделать все здание в целом» [7].

Мы полагаем, что возможно принципиально иное построение курса, включающее уже на первых порах обучения такие теоретические положения, которые бы в дальнейшем

обеспечили учащимся ориентировку в новых встречающихся в курсе математических явлениях.

В своем исследовании (исследование проведено под руководством П. Я. Гальперина и по разработанной им программе), к изложению которого мы переходим, мы исходили из того, что оптимальное управление процессом обучения возможно только на основе учета закономерностей процесса обучения, которые сформулированы в учении о поэтапном формировании умственных действий и основных типов ориентировки [1]. Согласно этой теории процесс усвоения не сводится к запоминанию, а проходит ряд этапов, которые надо учитывать при организации обучения, а это предполагает совершенно иную организацию обучения. Исходным положением этой теории является то, что психическая деятельность есть результат перенесения внешних материальных действий в план отражения. Процесс переноса, усвоение знаний проходит определенные этапы. Первым и основным этапом является создание ориентировочной основы действия. От того, какая дана ориентировка учащемуся, зависит характер сформированного действия. Процесс обучения должен строиться таким образом, чтобы создать наиболее широкую ориентировку в изучаемых явлениях. Это особенно важно дать с самого начала обучения, поскольку, как уже указывалось, особое значение имеет первая встреча с предметом. Первоначальное представление о предмете является наиболее устойчивым, а переучивание сложнее, чем первичное обучение. Правильно сформированные понятия, обладающие широкой степенью обобщенности, открывают возможность широкого переноса их, построения на их основе полноценных знаний. Поэтому с самого начала обучения важно дать такие ориентиры в предмете, от которых в будущем не нужно будет отказываться, такие ориентиры, которые бы работали всюду. Необходимо, чтобы с самого начала обучения учащимся была выделена специфическая сторона изучаемого предмета. При изучении арифметики важно, чтобы с самого начала дети столкнулись с новой (по сравнению с тем, что было до школы) формой оценки вещей. И если до школы она была эмпирической, житейской, то теперь учащиеся должны усвоить опосредствованный подход к вещам. Для этого нужно выделить в предмете понятия, которые могут сориентировать учащихся наиболее оптимальным образом.

Как уже указывалось выше, в последнее время ставится вопрос о повышении теоретического уровня в начальном курсе арифметики. Однако речь должна идти не просто о повышении теоретического уровня преподавания арифметики, а об отборе самого теоретического материала. Не просто увеличение обобщений в курсе арифметики, а выделение понятий, конструирующих предмет. Важно сформировать не

только вычислительные и измерительные навыки, количественные и пространственные представления, сколько определенный подход к оценке количественных явлений, выработать возможность оценки количественных явлений на основе критерия.

К одному из таких основных понятий начальной арифметики относится понятие меры, которое, являясь критерием подхода к математическим явлениям, позволяет сформировать опосредствованную оценку количественных отношений.

В своей экспериментальной программе мы начинаем введение в арифметику с формирования у учащихся понятия меры. Мы исходим здесь из положений, выдвинутых П. Я. Гальпериным и впервые проверенных в эксперименте Л. С. Георгиевым, касающихся организации начального обучения арифметике [2]. На основе понятия меры вводится понятие единицы. Единица — то, что отмерено и равно своей мере. При таком введении единицы непосредственная оценка количественных отношений, характерная для дошкольников и подкрепляемая с переходом к изучению начальной арифметики традиционным обучением (единица по общепринятой программе вводится через противопоставление одного предмета и ряда предметов), сменяется опосредствованным, через отношение к мере. После введения меры и измерения всякое число выступает как результат операции отмеривания. Тем самым эмпирический подход к оценке количественных отношений вытесняется теоретическим. Изменение точки зрения в оценке количественных отношений, изменение позиции учащегося ведут к очень важному перевороту в мышлении учащегося, к развитию математического мышления, что является необходимым условием математического образования. Умение логически мыслить, аргументировать свои рассуждения, что является задачей школьного математического образования, может быть приобретено только тогда, когда материал сознательно усваивается учащимися. Понятие меры действительно можно считать структурирующим, поскольку, положив его в основу понимания единицы, мы тем самым формируем число как отношение, что является принципиально важным при формировании понятия числа. «Тождество понятий «число» и «отношение» должно лежать в основании всякого рационального обучения счислению» [8].

Понятие меры позволяет не только сформировать относительный характер числа, но и понять принцип десятичности нашей системы счисления (а также и любую другую систему счисления), где каждый новый разряд представляет собой новую меру счета. Через меру мы определяем и понятие десятка. Десяток выступает как новая мера, в которой десять раз уложилась прежняя мера (имея в виду одно и то же основание единицы). Аналогично рассматриваются все

остальные разрядные единицы. Соотношение разрядов рассматривается как соотношение мер. Из такой системы арифметические действия с многозначными числами вытекают как действия с единицами различного размера. Рассматривая различные разряды как различные меры и раскрывая взаимоотношения этих мер, переходы одной меры в другую, мы тем самым даем учащимся орудие для осмысления разрядности, что является основой формирования вычислительных навыков. Далее мы используем понятие меры при усвоении принципа умножения, составления таблицы умножения, где множимое выступает как мера, а разница в произведениях смежных чисел равна величине меры. Такое единообразие весьма облегчает обучение и усвоение действий с многозначными числами, снимает всякие трудности при переходе к изучению десятичных и обыкновенных дробей и действий с ними и дает возможность широкого переноса принципа на смежные вопросы.

Таким образом, понятие меры, с усвоения которого мы вводим учащихся в новую для них математическую область, действительно являясь одним из основных понятий науки, выполняет роль орудия, посредством которого усваиваются сложнейшие математические понятия — числа, десятичность системы счисления, действия над числами.

Но усвоение основных конструирующих понятий не может быть достигнуто без выделения соответствующей системы действий, которая бы обеспечивала усвоение данных понятий. Таким действием, которое наиболее адекватно и полно раскрывает содержание основного математического понятия — числа, является измерение. Через измерение усваивается понятие меры, а на его основе — понятие единицы. Тем самым формируется правильное понятие числа, поскольку единица является «основным числом всей системы положительных и отрицательных чисел, благодаря последовательному прибавлению которого к самому себе возникают все другие числа» [22]. Введение числа через отношение к мере позволяет сформировать широкие связи, зависимости между величинами, измеренными одной и той же мерой, что необходимо на всем протяжении курса математики.

Все числа после единицы усваиваются тоже через измерение — на числовой оси откладываются величины, соответствующие принятой мере. Модуль числа определяется как расстояние точки, изображающей число до начальной точки. Изучение состава числа, действий с числами проводилось через откладывание на числовой оси значений, соответствующих мере; изображение чисел на числовой оси, рассмотрение действий с числами как движение влево и вправо на несколько единиц давало возможность не отрывать число от его основы — измерения величин. Другое принципиально

важное значение движения по числовой оси заключалось в том, что при этом учащиеся сами могли находить результаты действий, устанавливая соотношение между числами, что способствовало обеспечению реального содержания числа, помогало в соотношениях между числами видеть отношения реальных количеств. Изображение натурального ряда последовательностью точек на луче позволяло сделать доступными и наиболее трудные случаи действий с нулем, изучению которых мы придаем большое значение и которым поэтому отводим большое место в нашей программе.

Как указывается в теории поэтапного формирования знаний, первоначальная ориентировка в предмете имеет решающее значение для усвоения. Индуктивный принцип построения современных учебных предметов не дает достаточной ориентировки в нем, поскольку изучение частных правил может способствовать в лучшем случае формированию узких навыков. Наилучшая ориентировка в предмете может быть достигнута через изучение общих правил, закономерностей явлений. Но первоначальное обучение математике не может быть построено по строго научной логике. Доступность усвоения общих принципов может быть обеспечена, если общие положения дать в материализованной, модельной форме и сделать их не объектом заучивания (в таком случае они не могут обеспечить ориентировки), а орудием действия. При такой организации обучения общие положения становятся доступными для усвоения учащимися, преобразуют их деятельность, делая ее осмысленной.

Так, мы даем правило образования натурального ряда чисел  $n \pm 1$ , но оно не является предметом заучивания само по себе, а средством, с помощью которого учащиеся сами образуют числа. Закон  $n \pm 1$ , как и все другие общие правила закономерности, выражался в гомоморфной модели. В данном случае учащемуся давалась модель натурального ряда чисел в виде лестницы, где отношения каждой ступени воспроизводили отношения между числами, или давалась числовая ось (в дальнейшем это был сантиметр), на которых учащиеся постоянно работали (у каждого учащегося на парте и у учителя на доске имелась постоянно «лестница», числовая ось, сантиметр). Поэтому не требовалось предварительного заучивания ряда, поскольку этот ряд был всегда фиксирован перед учащимися, они работали на нем и в процессе действий на числовом ряду происходило усвоение материала. Этот принцип был продолжен и на больших числах.

Для усвоения состава чисел был дан принцип определения состава числа. Обычно учащиеся при перечислении различных числовых комбинаций, входящих в состав какого-то числа, затрудняются в выборе первого слагаемого, присоединение же к нему второго слагаемого путем действий сложнее

ния или вычитания происходит без особого труда. Если дать принцип подбора состава числа, то знание состава числа не представляет для учащихся трудности. Мы предлагали для подбора первого слагаемого использовать последовательность натурального ряда чисел, присоединение к которому второго слагаемого уже не представляет трудности. Введение этого принципа дало нам возможность ввести сразу все числа, начиная с 5, вместо последовательного изучения каждого числа. Положение традиционной методики о том, что состав числа может быть усвоен только через изолированное изучение каждого числа (что практически реализуется в том, что к изучению каждого следующего числа нельзя переходить без прочного усвоения состава числа предшествующего), определяется тем, что основным путем изучения состава числа считается заучивание. Если исходить из закономерностей заучивания, действительно лучшее средство знания состава числа это изолированное изучение каждого числа. Однако если дать учащимся средство определения состава числа, отпадает необходимость изолированного изучения чисел. Помимо лучшего усвоения отношений между числами это дает возможность многообразить упражнения и типы заданий. В нашей программе после объяснения закона учащиеся сами образовывали (зная первые четыре числа) все последующие числа. Учителем давалось только название каждого нового множества.

Использование действий учащихся с моделями изучаемого явления дает возможность уже в первом классе ввести наиболее сложные понятия курса арифметики — изучение нумерации в неограниченном пределе. «Изучение нумерации многозначных чисел принадлежит к числу наиболее сложных вопросов методики преподавания арифметики в начальной школе. Сложность этого вопроса обусловлена тем, что при изучении нумерации дети 9-летнего возраста подводятся к пониманию в доступной для них форме самых основных вопросов арифметики, а именно к пониманию основ десятичной системы счисления, к знанию структуры и состава натурального числа. А это есть центральный вопрос арифметики» [18].

Вопрос о возможности линейного расположения материала в начальной школе сейчас широко обсуждается на страницах печати. Существует мнение, что концентризм в программах внутри начальной школы неизбежен. Можно устроить лишь излишние концентры, но сам принцип концентрического расположения материала сохранится и именно концентрическое расположение материала способствует «основательному» усвоению знаний учащимися. По-видимому, при обсуждении этого вопроса важно учитывать содержание, которое вкладывается в термин «концентризм». Концентризм неизбежен в том смысле, что понятие не может быть усвое-

то сразу в полном объеме, поэтому необходимо неоднократное возвращение и дополнение первоначально усвоенного содержания этого понятия. Но не должен иметь места концентризм в смысле дробности обучения, при котором вместо указания общих свойств чисел и действий над ними приводятся частные указания для отдельных чисел.

Разрыв в методах преподавания математики, который имеет место между начальными и старшими классами, является серьезным недостатком, на который указывали и который пытались преодолеть крупнейшие математики мира. А. Лебег в целях преодоления этого разрыва высказывает ряд принципиальных соображений о построении курса математики, и эту педагогическую идею Лебега о возможности полного единства преподавания математики на разных ступенях обучения А. Н. Колмогоров отмечает в качестве основной положительной идеи.

Линейный принцип построения программ предполагает следование логике предмета, предварение теорией формирования частных вычислительных навыков (что приводит к осознанному их усвоению), формирование математического подхода к объектам окружающей действительности, обучение общим методам работы, раскрытие общих принципов, структур математической действительности.

Попытки более существенных изменений преподавания арифметики делались уже давно. Так, Ш. Лезан [8] давал маленьким детям, не умеющим читать и писать, нумерацию до 1000 и арифметические действия над числами в этих пределах. Обучение имело большой эффект. Официальная программа обучения арифметике во Франции с 1923 г. включала обучение на первом году изучения чисел до 1000. Были созданы соответствующие учебники [6]. Но здесь тоже была концентрическая система обучения, хотя и усовершенствованная. Уменьшение числа концентров не изменило ее сути.

В нашей методике мы исходили из возможности с самого начала обучения ввести систематический курс арифметики, опираясь при этом на то положение, что «наше преподавание недостаточно учитывает этот исторический факт, быть может, один из самых важных во всей истории науки — изобретение десятичной нумерации» [7].

Мы исходили из того, что знание состава чисел и понимание основ десятичной системы счисления существенно необходимо для успешного изучения арифметических действий как в устном, так и письменном счете, так как механизмы устных и письменных вычислений определяются особенностями десятичной системы счисления. Многие ошибки в действиях объясняются недостаточным знанием нумерации. Суть десятичной системы может быть лучше всего понята, когда

разворачиваются перед учащимися числа в широких масштабах.

Как пишет А. С. Пчелко, «гениальная простота десятичной системы счисления, десятичный ритм ее построения ярко и легко усваиваются только тогда, когда мир больших чисел разворачивается перед нами сразу в широких масштабах. Единство принципа в построении всего многообразия чисел дает себя чувствовать с большой силой на структуре больших чисел. Частности и детали в этом вопросе можно лучше усвоить на фоне общего и целого» [18]. К сожалению, это не реализуется в преподавании арифметики с самого начала обучения. А. С. Пчелко относит эти рекомендации к обучению арифметике в третьем классе, но ведь обучение действиям начинается с первого.

Понимание позиционного принципа счисления достигается, если детям показать единый принцип построения числа в любом классе. Нельзя ярко и убедительно показать принцип десятичности, позиционный принцип в ограниченном пределе двух разрядов. Однако на протяжении всего периода отработки устного счета (первые два года), как мы уже указывали, предел чисел ограничен двумя разрядами. И даже многозначные в дальнейшем изучаются последовательно: сначала изучаются 4-значные, потом 5-значные, потом 6-значные, класс миллионов вводится отдельно от класса миллиардов. Введение десятичной системы счисления в больших масштабах ярко демонстрирует принцип десятичности системы, способствуя тем самым осознанному усвоению нумерации и действий с числами. Введение десятичной системы в неограниченном пределе дает возможность сразу отрабатывать общий принцип действий сложения и вычитания без выделения приемов в зависимости от величины и структуры числа.

Такая система обучения позволяет избежать переучивания в процессе обучения нумерации и действиям, снять тот ход усвоения у учащихся, при котором частный прием выступает в качестве общей закономерности и усвоение других приемов происходит через разрушение ранее усвоенного стереотипа. Обучение действиям через усвоение принципов десятичной системы рассмотрение действий как средств, раскрывающих особенности десятичной системы, приводит к осознанному формированию вычислительных навыков. Обучение принципам действия, а не шаблонное выполнение какого-то одного и того же приема, изучаемого в каждый данный момент, приводит к развитию анализа структуры числа, предваряющего действие, а через него к сознательному выбору приема вычисления.

Обобщение действия, усвоение общего принципа действия может произойти только в том случае, если с самого начала



общий принцип выступает на самом разном материале, тогда действие не свяжется с несущественными признаками тех или иных явлений. Более позднее формирование обобщений психологически означает переучивание, потому что складываются частные обобщения.

Но обучение сложнейшим вопросам арифметики нужно сделать доступным. Как уже указывалось выше, доступность усвоения тех или иных сложных понятий может быть обеспечена через моделирование этих сложных понятий. В нашей программе основным средством изучения нумерации является модельный путь. В качестве модели десятичной системы обучения учащимся предлагается разрядная сетка, на которой производится разъяснение принципа десятичности, состава чисел, действий сложения и вычитания. Разрядная сетка не просто появляется эпизодически на время объяснения нового материала на доске у учителя, а имеется у каждого учащегося на парте и на каждом уроке на доске у учителя и сохраняется на весь период обучения нумерации. На разрядной сетке проводится отработка всех основных положений, связанных с нумерацией. В качестве рабочего материала используются спички и палочки. Хотя это организационно и мало удобный материал, мы используем его в качестве основного, потому что он позволяет нам хорошо раскрыть взаимоотношение разрядов — вопрос наиболее сложный для учащихся и наиболее важный для понимания сущности десятичной системы. Основное внимание уделяется работе на спичках в разрядной сетке, переходам одной меры в другую, сопровождаемым обязательно числовыми изображениями. Рекомендуемый методическими пособиями абак для объяснения принципа десятичности с использованием различных символов для изображения единиц каждого разряда, например, для каждого класса кружки разного цвета, как представляется нам, лучше всего использовать уже на более поздних этапах обучения, поскольку они не раскрывают взаимоотношения между разрядами, перехода из разряда в разряд, так как для каждого разряда используется различная символика. Точно так же и счеты могут с успехом использоваться только на более поздних этапах усвоения. Поэтому у нас большое место занимают упражнения на состав чисел, превращение и раздробление мер и т. д. Уделяя большое внимание отработке принципа десятичности в разрядной сетке на реальных предметах, мы тем самым способствуем осознанному усвоению действий сложения и вычитания с переходом через разряд, с изучения которых учащимися и начинается обучение действиям. Только тогда можно сформировать полноценные вычислительные навыки, когда учащиеся понимают систему построения числа, взаимоотношение разрядов. Действиям сложения и вычитания, а также умноже-

нию и делению должен всегда предшествовать анализ состава чисел.

Действия сложения и вычитания объяснялись нами и совершались учащимися вначале тоже на разрядной сетке, так как на ней ясно может быть показан переход из разряда в разряд. Учащиеся работали на разрядной сетке до тех пор, пока ими не был окончательно понят принцип действия. Называние чисел также отрабатывалось на разрядной сетке. Учащийся называл цифру, стоящую в разряде, и добавлял название меры, разряда, к которому относится эта цифра. Вначале это сопровождалось движением пальца (палочки), потом взора от цифры к написанному названию разряда наверху (интересно и психологически важно, что это движение сохранялось и при «немой» разрядной сетке, когда написание разрядов снималось). С течением времени эти движения свертывались и исчезали, учащиеся произносили название числа слитно, не останавливаясь после названия цифры перед названием разряда. Но оно вновь возникло при введении всей нумерационной системы, когда вводились новые для детей названия классов. Мы использовали эти движения как облегчающий прием для усвоения названия чисел.

Для отработки называния чисел давался специальный алгоритм:

1. Назови значение цифры, стоящей в разряде.
2. Посмотри и назови разряд, в который поставлена цифра (назови меру).
3. Назови все число (слитно значение цифры и название меры). Например, в разрядной сетке дано для прочтения число 500. Какая цифра (стоит в 3-м разряде?) — ученик читает цифру — «пять». Какая мера? — ученик называет меру — «сотни». Есть ли другие значащие разряды? Назови число — «пять-сот».

При изучении многозначных чисел мы уделили основное внимание десятичности, хотя математически основной особенностью системы счисления является не десятичность, а позиционный ее принцип. Но как обнаружилось при экспериментальной проверке нашей программы, основной трудностью для учащихся было освоение десятичности, взаимоотношения разрядов, переход одной меры в другую. Трудность для учащихся представляло не то, что основанием системы является число 10, а соотношение мер. Позиционный принцип, определенное место разрядов может быть усвоено даже при непонимании принципа десятичности, и тогда у учащихся наблюдается очень формальное усвоение десятичной системы, что проявляется, прежде всего, в действиях сложения и вычитания — в очень легком нарушении разрядности в ошибках типа:  $32 + 6 = 92$ .

Усвоение принципа перехода из разряда в разряд не только в словесных формулировках, а с возможностью показать это на реальных количествах, является залогом успешного выполнения действий с любыми числами.

Мы придаем действиям учащихся с реальными количествами, с моделями изучаемых явлений огромное значение. Процесс обучения первым числам должен исходить из того, чтобы показать учащимся логику количественных отношений и возникновения числа. За миром отвлеченных чисел и отношений между ними с самого начала обучения ребенку нужно открыть реальное их содержание: в действиях, операциях над числами учащиеся должны увидеть отражение реальных действий над вещами.

Использование моделей, схем и действий с ними облегчает усвоение материала и раскрывает большие возможности по изменению существующей программы в плане ее усложнения, повышения теоретического уровня преподавания предмета. Использование моделей и схем в процессе обучения дает возможность учащимся усвоить сложнейшие разделы курса. Так, давая в руки учащегося модель десятичной системы счисления, на которой они постоянно работали, мы тем самым давали им средство, освобождающее их от необходимости запоминать последовательность расположения разрядов, их название, что усваивалось постепенно в процессе действия с разрядной сеткой.

Материализованная форма действия очень облегчает процесс усвоения; она наглядно раскрывает логику, содержание действия. Все условия выступают во внешнем плане, поэтому учащемуся не нужно держать в уме предмет и систему операций, что очень сложно; не требуется для совершения действия и предварительного заучивания его содержания. Такая материализованная форма действия, кроме того, дает возможность процессуального контроля за усвоением учащимися, а не только контроля по результату уже совершенного действия. Поэтому важно придавать материализованную форму даже тем действиям и объектам, в которых такие формы прямо не усматриваются.

Широкое использование схем, условных обозначений на всем протяжении изучения чисел и действий с ними помимо того, что наглядно раскрывает объективные отношения, математические закономерности, является также средством организации деятельности учащихся. Помимо моделирования самого содержания изучаемого явления моделируется процесс действий учащегося, последовательность совершения им различных операций. Так, при сложении и вычитании чисел с переходом через разряд второе слагаемое или вычитаемое наглядно разлагается на компоненты, соответствующие последовательности операций. Все это материально фиксиру-

ется до тех пор, пока действие с переходом через десять вызывает у детей трудности.

Например,

$$\begin{array}{r} 25 - 7 = \\ \swarrow \quad \searrow \\ 5 \quad 2 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 36 + 8 = \\ \swarrow \quad \searrow \\ 4 \quad 4 \end{array}$$

«7» в данном случае раскладывается на составные «5», соответствующее 1-й промежуточной операции, и «2», соответствующее 2-й промежуточной операции. В более сложных примерах с большим числом промежуточных операций схема приобретает более разветвленный вид, например:

$$\begin{array}{r} 95 - 28 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 20 \quad 8 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 5 \quad 3 \end{array}$$

В дальнейшем некоторые промежуточные операции уже не требуют материальной фиксации, например, в данном случае «8» уже не требуется разлагать на составные, эта операция может совершаться уже без внешних опор, а постепенное снимается материальная фиксация всех промежуточных моментов. Но сохраняется еще для некоторых учащихся одинаковое подчеркивание одних и тех же разрядов в компонентах действия.

Например,

$$\begin{array}{r} 32 + 27 = \\ \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \end{array}$$

Такое подчеркивание в сочетании с правилом — действия могут производиться над числами, измеренными одной мерой, — является средством, облегчающим операции сложения и вычитания.

Однако переход действий в идеальный план может осуществляться только через речевое оформление. Речь способствует сознательному выполнению действия. Поэтому действие, с которого начинается усвоение учащимися какого-то знания, должно обязательно сопровождаться речью. Речевое оформление действия является условием перевода действия в умственный план. Все действия, совершаемые на моделях, должны обязательно сопровождаться речевым комментированием: что в каждый момент учащийся делает и почему. По мере усвоения модели и материализованные схемы постепенно снимаются, остается одно лишь комментирование

действия (как бы речевая схема действия): что учащийся делает (шаг за шагом) и почему это нужно делать, все это делается вслух. Такое «рассуждение вслух» приводит к осознанному характеру действия. Вначале должно быть очень развернутое рассуждение, которое по мере освоения действия быстро сокращается за счет свертывания промежуточных операций. Однако в случае необходимости (например, при обнаружившемся недостаточном усвоении действия) все промежуточные операции обязательно воспроизводятся.

С самого начала обучения вводилась вся научная терминология, относящаяся к данному материалу. Были даны названия компонентов действий, названия знаков; причем не создавали фиксации на одном названии, вводились самые разные обозначения, существующие в науке, для одного и того же явления (термины: «плюс», «минус», «прибавить», «отнять», «равно», «получилось», «осталось» и т. д.), термины эти постоянно употреблялись: учитель широко использовал их при проведении урока. Устный счет, задания на выполнение действий учащимся давались с использованием терминологии. Например, упражнения типа: «сумму чисел 900 и 300 уменьшить в 4 раза», «первое слагаемое неизвестно, второе слагаемое равно 15, сумма равна 42» и другие. Давались буквенные записи для выявления уровня освоения. С самого начала формулировались все законы и правила (переместительный, сочетательный законы и др.). В процессе действия с реальными количествами, в арифметических действиях над числами учащиеся подробно комментировали процесс действия, проговаривали (помимо записи) все промежуточные операции (в действиях с числами), обосновывая тот или иной прием. Там, где реальное действие ученика (по отмериванию) должно сопровождаться и записью, делали это пошагово, по мере совершения действия, одновременно с совершением действия, а не после совершения его: одновременно меряют, говорят, что делают, тут же записывают (по сделанной части работы).

Принципиально важным является то, чтобы словесное оформление происходило в процессе действий ученика, а не после совершения действия. Роль действия меняется в зависимости от этого. Так, вначале, при реализации нашей экспериментальной программы, неожиданно обнаружилось следующее: принцип действия был реализован в рамках традиционной методики. Это выразилось в том, что учащиеся совершали какое-либо предлагаемое действие, по поводу которого после его совершения (и только тогда) начинались длительные рассуждения по воспроизведению ситуации для выяснения того, насколько «поняли» ученики смысл совершенного действия. Это выливалось в серию вопросов по поводу совершенного действия: сколько было?, сколько доба-

вили? (например, учащиеся измеряли количество воды и крупы) <sup>1</sup>.

Стало ли больше или меньше, чем было?

Сколько было сначала?

Сколько стало?

Насколько это больше, чем было?

Что вы сделали, чтобы стало больше?

После выяснения всего этого, теперь уже для записи в числах вновь воспроизводилась вся ситуация. Помимо того что воспроизведение в числах при такой отставленности от совершения действия является очень сложным для учащихся, потому что они забывают в результате длительных рассуждений, какими числами они оперировали (при измерении сыпучих тел, воды эти числа скрыты), для учителя это может выступить как показатель непонимания смысла ситуации. Акцент переключается не на выяснение количественных отношений, а на запоминание числовых данных, что является не главным в действии. Помимо этого действие меняет свой характер, оно начинает играть чисто иллюстративную роль, а не конструирующую. Действие выступает при таком обучении, как одно из вспомогательных средств, один из приемов, помогающих раскрытию объективных отношений, при сохранении традиционного словесного способа обучения.

Когда словесное оформление отрывается от действия, это приводит к очень формальному усвоению материала. При реализации нашей экспериментальной программы наблюдался следующий случай: одна из учениц, пропустившая период отработки учащимися принципа десятичности на реальных количествах, включилась в процесс изучения нумерации, когда учащиеся класса работали на разрядной сетке с выкладыванием в основном только цифр, а к действиям на палочках прибегали лишь изредка, для напоминания уже усвоенного; действия с реальными предметами выполняли здесь скорее иллюстративную роль для тех, у кого не был отработан первый этап действий с реальными количествами. В результате было усвоено этой ученицей расположение разрядов, их название, верно записывались числа, предъявлявшие на слух, типа «325», но совершались ошибки в более трудных случаях — в записи чисел типа «804» (с пропуском какого-либо разряда). Вызывали затруднения и арифметические действия с числами. В индивидуальных занятиях с этой ученицей при переходе к действиям на реальных количествах обнаружилось полное непонимание ею принципа десятичности, соотношения разрядов, перехода из разряда в разряд.

<sup>1</sup> Мы использовали методику, разработанную П. Я. Гальпериным и Л. С. Георгиевым для введения первых чисел.

Индивидуальные занятия с организацией действий на реальных количествах помогали ей в освоении материала. К сожалению, из-за трудности организации индивидуальных занятий не удалось ликвидировать ее отставание от класса.

Г. Б. Поляк для усвоения десятичного состава чисел рекомендует «при изучении устной и письменной нумерации следует добиваться, чтобы учащиеся имели ясное представление о десятичном составе рассматриваемых чисел; этой цели могут служить следующие упражнения: сколько десятков и сверх того единиц содержится в числе 37 ..., назови число, состоящее из 7 десятков» и т. д. [15]. Это необходимые упражнения, но они должны сочетаться с оперированием реальными количествами. Пониманию принципа десятичности способствует также решение примеров с переходом через разряд на разрядной сетке вначале с параллельными действиями на реальных количествах.

При поэтапной отработке усвоения понятий необходимо учитывать следующее. Нельзя автоматизировать действие на промежуточных ступенях его усвоения, иначе может наступить нежелательная фиксация его на более низком уровне. Например, может зафиксироваться счет на палочках (ступень материального действия). Необходимо вовремя переводить учащегося на следующую ступень обучения — тогда, когда действие на данном этапе выполняется легко, быстро и гладко, но не доведено до степени автоматизации, не задерживаясь долго на промежуточных его этапах.

Исследования по формированию умственных действий обнаружили, что для любого задания можно выделить и представить учащемуся такую систему условий, при которых задание с первого раза будет выполняться правильно. Эти условия состоят в том, что учащиеся кроме образца действия получают еще такую систему ориентиров, которые обеспечивают им безошибочное выполнение задания. Эти алгоритмы или ориентиры должны быть даны там, где возможности учащихся ниже предъявляемых требований. При этом если учащийся делает ошибки при выполнении задания, значит какая-то часть условий не включена в данную систему ориентиров. Для безошибочного выполнения задания недостаточно только системы алгоритмов, относящихся к содержанию материала, следует дать учащимся и те приемы мышления, которые необходимы при усвоении знаний, при решении той или иной задачи. Система ориентиров должна быть максимально развернута на первых порах обучения, а также в зависимости от уровня знаний и общего развития учащихся. Для этого нужно разделить действие на операции такой величины, чтобы ученик самостоятельно после разъяснения учителя мог выполнить эти операции. Такая развернутость может затягивать процесс обучения на первых порах, но

делает его осмысленным, сознательным, поскольку раскрывает объективную логику процесса. На первых порах обучения нужно особенно тщательно следить за осознанным усвоением материала, максимально развертывая для этого процесс. Так, например, групповой счет проводится обычно как последовательное называние чисел 0, 3, 6, 9 и т. д., что представляет собой уже результат совершенной операции; в нашей экспериментальной программе групповой счет отрабатывается через действия: 0, 3... Как получено 3? ( $0 + 3 = 3$ ), то же и в обратном счете: 9, 6... Как получено 6? ( $9 - 3 = 6$ ) и т. д.

Обработка группового счета происходит не в устном плане, а сначала на числовом ряду. По мере освоения групповой счет переводится в устный план, но вначале с сохранением развернутых арифметических действий, как основания для получения каждого следующего числа. В дальнейшем групповой счет проводится сокращенно. Возвращение к арифметическим действиям носит в дальнейшем лишь контрольный характер. Это более длительное действие на первых порах обучения, потому что оно более развернутое. Но эта развернутость приводит к осознанности усвоения. Вычитание с переходом через разряд совершается в нашей экспериментальной программе с развернутым решением всех промежуточных операций и с материальной фиксацией их: вычитание свободных единиц, занятие единиц следующего разряда, перенос их и раздробление в единицы соответствующего разряда, вычитание оставшихся единиц и т. д.

Например:

10	10		14	15
3	0	7	или	4
1	6	9		5
1	6	9		5
				8

Такая фиксация всех промежуточных операций помогает понять принцип действия и облегчает совершение операций, позволяя не держать в уме числовые данные, а имея их перед глазами.

По мере освоения материала, например, промежуточные операции уже не фиксируются материально, а только проговариваются, постепенно снимается и проговаривание, операция совершается целиком в уме, все более сокращаясь. По мере освоения действия происходит все большее его сокращение, следовательно, при обучении по мере освоения не следует так подробно проводить групповой счет, так подробно с делением на все мелкие операции проводить действия вычитания, сложения. Постепенно промежуточные операции исчезают, и



е действия приобретают внешнюю цельность и нерасчлененность.

Все высказанные выше положения об организации обучения относятся и к изучению таблицы умножения. Таблица умножения и деления по традиционной программе изучается в первом классе только в пределах 20, причем большое место уделяется заучиванию таблицы умножения, которое предлагается необходимым условием знания таблицы.

При обучении детей по нашей программе таблице умножения учащимся дается принцип составления таблицы умножения и деления. Наряду с тем, что умножение рассматривается как замена равных слагаемых, дается более экономный способ составления, который способствует лучшему ее усвоению, с одной стороны, и является, с другой стороны, приемом, помогающим в случае затруднения восстановить результат. Этот способ состоит в указании учащимся на то, что множимое выступает как величина меры, а множитель указывает, сколько раз уложилась мера. Поэтому при последовательном перемножении, какое имеет место в таблице умножения, величина произведения отличается каждый раз на величину принятой меры. Мы избегаем механического заучивания при усвоении таблицы умножения, поскольку это не способствует сознательному ее усвоению. Учащиеся усваивают таблицу через самостоятельное составление ее, пользуясь указанным принципом, через решение примеров на действия с использованием умножения и деления. В случаях затруднения учащиеся пользуются на первых порах составленной ими самими таблицей. Позднее в случаях затруднения составляется необходимый пример на основе знания предшествующих. Например, если ученик забыл произведение  $3 \times 9$ , то ему предлагается назвать произведение  $3 \times 10$ . Поскольку в примере  $3 \times 9$  та же мера 3 отложена на один раз меньше, чем в примере  $3 \times 10$ , то результат легко найти вычитанием:  $30 - 3 = 27$ .

Если материал усвоен только через заучивание, то в случаях затруднения, при забывании какого-то отдельного примера, ученик не имеет средств для воспроизведения его. Метод замены умножения сложением равных слагаемых обычно не используется учащимися и в силу его громоздкости и потому, что усвоение происходило только через заучивание уже готовой таблицы умножения. Воспроизводится только привычная система действий, таблица умножения воспроизводится как стихи. При сознательном усвоении, через самостоятельное составление таблицы на основе данного им принципа, в случаях затруднения учащиеся имеют средство восстановить результат. Использование только памяти при усвоении таблицы умножения не дает средств для восстановления результата в случаях затруднения.

Введение принципа в изучение таблицы умножения создаст условия для введения таблицы умножения сразу же в пределах 100, что способствует как ее лучшему осознанию, так и дает возможность обеспечить большое разнообразие примеров на действия.

Не менее важным для формирования понятия о действиях является то, как изучаются действия: в определенной последовательности (сначала сложение, потом вычитание) или одновременно. В настоящее время в литературе описываются результаты успешного экспериментального обучения действиям через одновременное их противопоставление, обосновывая это учением И. П. Павлова о роли противопоставления [23]. Мы считаем необходимым одновременное введение изучения действия сложения и вычитания, умножения и деления потому, что при обучении учащихся начальной арифметике важно не столько нахождение правильного результата действия, сколько понимание смысла каждого действия, а также зависимостей между действиями, отношений между числами, умение предположить ожидаемый результат, поскольку всякое действие определяет связь или отношение между числами. Это подготовит у учащихся основу для понимания и изучения основных математических понятий — функциональных зависимостей, проходящих через весь курс математики [5]. В последнее время математики все чаще говорят о необходимости более раннего введения в школьное обучение понятия функции и о необходимости в целях подготовки к введению этого понятия — упражнять учащихся в выявлении различных отношений между величинами, а также зависимостей между данными и результатами арифметических действий. С этой целью с самого начала мы вводим одновременное изучение действий. Например, уже на самых первых уроках даются примеры следующего типа:

$$3 + 1 = 4; \quad 4 - 1 = 3; \quad 4 - 3 = 1$$

(такого типа примеры даются у нас как образование следующего, предыдущего чисел, нахождение разницы между соседними числами). То же самое в умножении и делении:

$$3 \times 10 = 30; \quad 30 : 10 = 3; \quad 30 : 3 = 10.$$

С целью изучения зависимостей и отношений между действиями, изучения отношений чисел в действиях с самого начала введения действия вводится нахождение компонентов сложения и вычитания, умножения и деления. Для этого используются различные формы записи и упражнения. Широко используется буквенная символика. Мы не разграничиваем резко буквенную запись и числовую, не отработываем изучение зависимостей вначале в алгебраической фор-

мы вводим упражнения, выраженные в буквенной символике, иногда для проверки усвоения какой-то закономерности, отработывавшейся на числах; вводим буквенную запись там, где она способствует лучшему усвоению материала. Основное внимание мы уделяем организации реальных действий учащихся на отрезках и другом материале (по составлению суммы, нахождению отдельных компонентов действий и др.), на взаимные переходы как от реальных действий к записи формулой, к словесной формулировке, так и обратно: когда по формуле требуется восстановить предметную ситуацию.

Таким образом, для того чтобы обеспечить сознательное усвоение начальной арифметики учащимися, необходимо прежде всего перестроить сам учебный предмет, который является реализацией определенной методики обучения. Исходя из закономерностей процесса усвоения необходимо перестроить организацию процесса усвоения, уделяя основное внимание организации действий учащихся.

П. Я. Гальпериным была разработана программа обучения начальной арифметики, которая проверена нами на детях детского сада.

Программа включала в себя 7 разделов.

I раздел. Формирование представления о мере, образовании множеств и их сравнение. Мы уже выше отмечали необходимость дочисловой пропедевтики<sup>1</sup>. Основное внимание при изучении этого раздела уделяется изучению соотношений меры и измеряемой величины.

II раздел. Изучение чисел первого десятка и четырех арифметических действий с ними. После введения чисел 0, 1, 2, 3 вводится правило образования натурального ряда чисел и образование следующих чисел производится самими учащимися по правилу  $n \pm 1$ . Состав чисел изучается через действия.

III раздел. Принцип десятичности системы счисления. Здесь раскрывается принцип десятичности системы счисления, который отработывается на числах всех классов, включая миллиарды; детально изучаются соотношения мер — единицы, десятка, сотни и т. д.

IV раздел. Понятие о классах и первоначальное знакомство с четырьмя классами (до миллиарда включительно). При изучении этого раздела даются правила чтения чисел как до 20, так и после 20. Изучается состав чисел, порядковый и количественный счет. Здесь же изучаются и десятичные дроби.

V раздел. Сложение и вычитание без перехода через разряд и с переходом через разряд изучаются одновременно.

<sup>1</sup> Этому посвящена специальная статья В. П. Сохиной.

но и на числах с любым количеством разрядов, в том числе и десятичных дробях.

VI раздел. Таблица умножения и деления. Изучается таблица умножения и деления в пределах 100. Умножение и деление дается на основе меры (составная мера из двух, трех и т. д. частей взята несколько раз. Сколько таких частей?).

VII раздел. Вне табличное умножение и деление. В начале изучается умножение и деление круглых десятков и сотен на однозначное число (на основе таблицы умножения), после этого изучается письменное умножение и деление на двузначное, трехзначное и т. д. числа.

Экспериментальное обучение проводилось на детях дошкольного возраста (6—7 лет). Всего в эксперименте приняло участие 70 детей. Занятия проводились коллективно (две группы по 30 человек, одна группа 10 человек), в течение зимы — весны — 1963—1964 гг. ежедневно. Длительность каждого занятия 40 минут. На дом никаких заданий не давалось. При изучении нумерации и действий с числами, поскольку дети не умели писать, использовались карточки с цифрами типа кассы с цифрами, употребляемыми в первом классе.

Мы ограничили программу обучения двумя вопросами:

1. Знакомство с нумерацией в пределах миллиарда, включая десятичные дроби.
2. Действия с числами в этих же пределах (сложение, вычитание, умножение, деление).

Ограничение экспериментального обучения этими двумя задачами сознательно не включало обучение решению задач. При таком кардинальном изменении структуры обучения начальной арифметике нельзя было оставлять без изменения и обучение решению задач, неудовлетворительное состояние решения которых учащимися отмечается в школах. Однако обучение решению задач требует постановки специального эксперимента, что является предметом отдельного исследования.

В результате годичного обучения по этой программе детьми была усвоена нумерация в пределах 4-х классов. Они легко читали и выкладывали из цифр кассы любые многозначные числа, знали порядковый и количественный счет по одному и группами как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения от любого числа натурального ряда чисел. Разбирали по составу любое многозначное число, выделяя его разряды и классы. Параллельно обучению нумерации отрабатывался и устный счет с постепенным переводом от материально представленных чисел к устному счету без опоры на числовые изображения. Как продолжение нумерационной си-

темы вправо, с работой на разрядной сетке, были усвоены детьми десятичные дроби в объеме, предусмотренном программой: чтение и запись десятичных дробей, свойства десятичных дробей.

При экспериментальной проверке программы мы не избежали влияния современной методики обучения. Хотя мы и исходили из идеи — показать десятичную систему в ее наиболее полном виде, при первой экспериментальной проверке, фактически на первых порах была реализована хотя и усовершенствованная, но концентрическая система. Это проявилось в том, что, следуя традициям начального обучения, мы выделили концентр 20, потом 100 и только потом была дана вся десятичная система. И хотя это была не та концентричность, которая имеет место в школе (когда в течение года дети обучаются действиям в пределах 20), потому что разрыв в подаче концентров был очень незначительный: 3—7 дней, тем не менее у детей моментально образовался неправильный стереотип, зафиксировалось, что десяток всегда «один». В дальнейшем это мешало усвоению как называнию, так и выкладыванию чисел (23 — называлось «тринадцать», «положи 42» — выкладывали 12), потому что принцип называния чисел до 20 противоположен принципу называния чисел после 20.

В своих дальнейших экспериментальных исследованиях мы сняли концентры 20 и 100 при изучении нумерации, введя сразу противопоставление правил чтения чисел до 20 и после 20. Вместо наблюдавшегося ранее фиксированного действия, называния числа без предварительного анализа состава его, выработался анализ количества десятков в числе, предварявший название числа (один десяток или несколько — отсюда чтение начинать с десятков или с единиц).

Очень важна та первоначальная установка, даваемая школьнику, которая или помогает ему усваивать весь дальнейший материал, становясь орудием деятельности, или мешает получению последующих знаний.

После овладения детьми нумерацией мы перешли к обучению действиям сложения и вычитания как с переходом, так и без перехода, с любыми многозначными числами, в том числе и десятичными дробями. В результате дети, усвоившие принцип сложения и вычитания, применяли его к любым числам, независимо от количества разрядов в числе и от количества переходов через разряд. Решались все типы примеров, в том числе и типы, вызывающие обычно затруднения даже в 3-м классе — случаи вычитания с нулем типа:

$$\begin{array}{r} 100037 \\ - \quad 3149 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 500200 \\ - \quad 157453 \\ \hline \end{array}$$

Через усвоение детьми принципов умножения и деления ими была усвоена таблица умножения и деления на любые числа в пределах 100. Дети могли выложить последовательное умножение любого числа в пределах 100. В связи с понятием десятикратности десятичной системы счисления было дано умножение и деление на единицу с нулями, как целых чисел, так и десятичных дробей, которые не вызывали затруднений у детей и были легко усвоены ими. Очень важным является то, что дети могли всегда дать правильное объяснение производимых действий.

Трудности, которые возникали в процессе обучения (групповой счет, вычитание с переходом через десятков, деление десятичных дробей), всегда снимались выделением в действии ряда более мелких последовательных операций с материальной фиксацией этих операций, возвратом к работе с моделями.

Занятия арифметикой вызывали большой интерес со стороны детей и регулярно посещались ими в специально отведенное для этого время.

Так, благодаря модельному изображению общих положений и организации усвоения через действия с реальными предметами и моделями без использования заучивания дошкольниками были усвоены сложнейшие понятия арифметики — нумерационная система и действия с числами. Дети точно и быстро производили действия с любыми числами.

Наш опыт обучения дошкольников нумерации многозначных чисел и действиям с ними не является единственным. Большой интерес в этом отношении представляет опыт обучения маленьких детей начальной арифметике, проводимый французским математиком проф. Ш. Лезаном, который в игровой форме, всегда на реальных предметах, тоже без специального заучивания обучил детей сложнейшим понятиям арифметики и алгебры; дети, обучаясь по его программе, освоили принцип десятичности, действия с многозначными числами, законы арифметики, дроби, прогрессии, квадратные корни. К сожалению, опубликованные работы не дают достаточно ясного представления о конкретной реализации программы.

Положительный результат проведенных исследований дал нам основание поставить вопрос о проведении экспериментального систематического обучения в школе. С учетом данных проведенного экспериментального исследования была доработана программа курса арифметики для школы. Были сделаны подробные разработки типа алгоритмов действий по всем темам программы, подобрана система заданий по каждой теме. Разработки были снабжены методическими указаниями по организации действий учащихся. С сентября

1965 года нами начато экспериментальное систематическое обучение арифметике в первых двух классах по следующей программе<sup>1</sup>.

## II. ИЗУЧЕНИЕ ЧИСЕЛ ПЕРВОГО ДЕСЯТКА И ЧЕТЫРЕХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ С НИМИ

Нуль. Значение нуля (как начало отсчета). Название и написание цифры нуля.

Образование числа «один». Введение понятия единицы как отношения («то, что отмерено и равно своей мере»). Название и написание цифры «один». Изменение меры и изменение размера того, что только что было единицей (с использованием составных мер и мер, не совпадающих с отдельными предметами). Образование чисел 2 и 3. Название и написание этих чисел. Состав чисел 2 и 3 и соотношение между ними, устанавливаемое путем сложения и вычитания, «больше (меньше) на» знаки сложения и вычитания. Умножение и деление в пределах изучаемого числа».

Понятие о равенстве и неравенстве величин (через их численные выражения). Необходимость пользоваться общей мерой при сравнении величин через их численные выражения (приведение к общей мере). Знаки равенства, неравенства, больше, меньше. Счет порядковый и результативный, прямой и обратный и от средних членов ряда. Независимость результата счета от порядка пересчитывания предметов.

Правило образования натурального ряда чисел ( $n \pm 1$ ). Предыдущее и последующее число. Построение любого предыдущего и последующего количества в общем виде. Сложение и вычитание (и случаи сложения и вычитания с нулем).

Образование чисел 4—10 (по правилу  $n \pm 1$ ). Установление отношений между новым и ранее известным числом. Счет порядковый и результативный, прямой и обратный от любого среднего члена ряда.

Состав числа (через сложение и вычитание письменно и устно).

Умножение и деление в пределах изучаемого числа.

Переместительный и сочетательный законы сложения и умножения.

Счет поединчно и группами (по 2 и по 3).

Понятие о четных и нечетных числах. Соотношение величины, меры и числа. Зависимость числа от величины измеряемого и от меры. Определение количества по числу и мере. Цифра и число.

<sup>1</sup> 1-й раздел программы касается формирования представления о мере, образовании множеств и их сравнении. Он дан в статье Сохиной В. П.

### III. ПРИНЦИП ДЕСЯТИЧНОСТИ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

Необходимость введения новой крупной меры (принцип десятичности).

Знакомство с другими системами счисления. Десяток как новая мера счета.

Позиционное значение меры и введение разрядной сетки (понятие разряда). Число, цифра и мера (круглые сотни, круглые десятки как названия различных мер). Разъяснение названия («однозначное, двузначное, трехзначное и т. д. число»).

### IV. ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ ЗНАКОМСТВО С ЧЕТЫРЬМА КЛАССАМИ (ДО МИЛЛИАРДА ВКЛЮЧИТЕЛЬНО)

Демонстрация позиционного принципа десятичной системы счисления на любых числах. Разряды и классы десятичной системы счисления.

Правила чтения и записи любых чисел (противопоставление правил чтения чисел до 20 и после 20 и встречающиеся исключения в чтении чисел). Упражнения на чтение и написание любых чисел. Состав чисел. Порядковый и количественный счет, прямой и обратный от любого числа. Счет группами прямой и обратный от любого числа в любом классе. Сравнение чисел. Разложение чисел на разрядные слагаемые.

Десятикратность смежных разрядов десятичной системы.

Соотношение разрядов как соотношение мер.

Умножение и деление на единицу с нулями (на 10, 100, 1000 и т. д.).

Правило умножения и деления на единицу с нулями. Письменное и устное умножение и деление.

### Десятичные дроби

Мера меньше единицы первого разряда. Десятичные дроби как продолжение нумерационной системы вправо. Единый принцип чтения и записи чисел в нумерационной системе счисления (включая и десятичные дроби). Чтение десятичных дробей. Свойства десятичных дробей. Сравнение десятичных дробей (больше, меньше). Умножение и деление десятичных дробей на 10, 100, 1000 и т. д.

Метрическая система мер. Меры веса, длины; меры времени, площади объема.

Временные понятия: сутки, час, минута, секунда; месяц, неделя, год, столетие, век.

Упражнения в измерении и взвешивании. Раздробление и превращение именованных чисел.

Римские цифры (чтение, запись).



## V. СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ НА ЧИСЛАХ ВСЕХ ЧЕТЫРЕХ КЛАССОВ И ДЕСЯТИЧНЫХ ДРОБЯХ

Письменная запись сложения и вычитания. Различные случаи сложения и вычитания. Сложение и вычитание именованных чисел, выраженных метрическими мерами.

Название компонентов сложения и вычитания.

Сложение и вычитание с переходом через разряд: на двузначных числах; на многозначных числах всех классов с комбинацией «без перехода» и «с переходом» через разряд во всех классах и на десятичных дробях.

Нахождение одного из слагаемых по данным: сумме и второму слагаемому. Выражение зависимости между компонентами сложения в обобщенном виде (буквами). Нахождение уменьшаемого по данным вычитаемому и разности и вычитаемого по уменьшаемому и разности. Выражение зависимостей между компонентами вычитания в обобщенном виде (буквами). Изменение результатов действий в зависимости от изменения данных.

Запись в строчку. Устное сложение и вычитание двузначных, устное сложение и вычитание трехзначных и двузначных, устное сложение и вычитание трехзначных чисел. Приемы округления при устном счете. Использование переместительного и сочетательного законов сложения.

## VI. ТАБЛИЦА УМНОЖЕНИЯ И ДЕЛЕНИЯ

Принцип умножения и деления. Мера как основа умножения и деления. Связь умножения со сложением. Название компонентов действий. Самостоятельное составление таблицы умножения и деления.

Связь между компонентами действия. Нахождение сомножителя по данным произведению и другому сомножителю. Нахождение делимого по данным делителю и частному.

Выражение связи между компонентами умножения и между компонентами деления в обобщенном виде.

Изменение результатов умножения и деления в зависимости от изменения данных. Выражение этих зависимостей в обобщенном виде.

Деление с остатком (остаток как неполная мера). Связь между компонентами действия.

## VII. ВНЕТАБЛИЧНОЕ УМНОЖЕНИЕ И ДЕЛЕНИЕ

Письменное умножение многозначных на однозначное, многозначных на многозначное.

Письменное деление на однозначное число, на многозначное число нацело и с остатком.

Умножение и деление именованных чисел.

Законы умножения (переместительный, сочетательный, распределительный). Их выражение в обобщенном виде.

Устное умножение и деление круглых сотен и десятков.

Программа курса включает в себя те же 7 разделов, которые отрабатывались следующим образом.

I раздел. Формирование представления о мере, образовании множеств и их сравнении.

II раздел. Изучение чисел первого десятка и четырех арифметических действий с ними. После введения чисел 0, 1, 2, 3, 4 вводится правило образования чисел натурального ряда и сразу вводятся все остальные числа. Обучение составу чисел, действиям с ними строится в отличие от обучения по современной программе не на изучении каждого отдельного числа (его состава, прибавления и вычитания этого числа к другим), а на изучении закономерностей числового ряда (образование чисел предыдущих, следующих, определение разницы между соседними числами, между смежными числами при групповом счете и т. д.).

В школьной практике широко известен факт, что учащиеся, зная последовательность числового ряда, затрудняются в установлении отношений между числами, в определении разницы между соседними числами. Мы учили детей, пользуясь правилом  $n \pm 1$ , образовывать следующие и предыдущие числа, определять разницу между соседними числами, между числами при счете парами и т. д. Поэтому с самого начала обучения нумерации учащиеся решали примеры типа  $9 - 8$  (числа соседние, значит, разница на 1),  $8 - 6$  (числа при парном счете). Отработка порядкового счета как группового, так и поединичного проходила через действия: 1, 3, 5. Как получить 3? ( $1 + 2 = 3$ ). То же и при обратном счете: 9, 7 ... Как из 9 получить 7? ( $9 - 2 = 7$ ). То же самое и на больших числах.

III раздел. Принцип десятичности системы счисления. Принцип десятичности раскрывается на трех разрядах первого класса, большое внимание уделяется соотношению мер: единицы, десятка, сотни.

Даются разнообразные упражнения на отработку состава чисел, на взаимоотношение мер типа: сколько десятков в числе 50, сколько единиц в 5 десятках; выложите число, состоящее из 7 единиц 3-го разряда, назовите это число и другие.

IV раздел. Понятие о классах и первоначальное знакомство с четырьмя классами (до миллиарда включительно).

Изучение нумерации осуществляется через введение правила чтения любых чисел (с противопоставлением правил чтения чисел до 20 и после 20). Уделяется большое внимание изучению состава чисел через следующие типы упраж-

нений: назови число, состоящее из 5 десятков и 14 единиц, из 0 десятков и 22 единиц, из 6 десятков и 10 единиц; 4 сотни, 5 десятков = сколько десятков? 2 десятка 8 единиц сколько единиц? 18 десятков — сколько сотен и десятков, представь число 35 761 в виде суммы разрядных единиц. Назови число, состоящее из 31 единицы 2-го класса и 3 единиц 1-го класса и др.

Порядковый счет, соотношение между числами отрабатывалось в любом классе на основе закона  $n \pm 1$  (давались упражнения типа: образуй следующее, предыдущее число, какая разница между ними).

На материальном этапе усвоения учащийся находит в числовом ряду заданное число и движется к следующему. По мере освоения эти числа (предыдущие, следующие числа и числа при групповом счете) находятся через действия сложения и вычитания:  $99 + 1 = 100$ .

При обработке порядкового и количественного счета большое внимание уделяется определению разницы между соседними числами, между числами при групповом счете. С этой целью на протяжении всего курса даются примеры типа:  $20 - 19$ ,  $500 - 499$ ,  $957 - 955$  и другие.

Как продолжение десятичной системы вправо изучаются десятичные дроби.

V раздел. Сложение и вычитание с переходом и без перехода через разряд вводится и изучается одновременно на числах с любым количеством разрядов. Устный счет отрабатывается параллельно письменному счету. Как в изучении устного, так и в изучении письменного счета не выделяется никаких ступеней в зависимости от величины и структуры числа.

После разъяснения принципа действий для отработки давался материал, включавший самые разные типы, предусмотренные программой (случай вычитания и сложения с нулем, сложение и вычитание с несколькими переходами через разряд и другие), но никакой твердой последовательности в их подаче не соблюдалось.

Большое внимание уделялось изучению зависимостей между компонентами и нахождению неизвестных членов действия по другим данным, а также зависимости между отдельными действиями (проверка сложения вычитанием и обратно). Использовались упражнения на превращение неравенств в равенства, типа:  $8 > 7$ , уравнивать через применение различных действий ( $8 - 1 = 7$ ;  $8 = 7 + 1$ ), упражнения на составление примеров из одних и тех же чисел, типа: «даны следующие числа — 4, 5, 9. Составить примеры на сложение и вычитание». ( $4 + 5 = 9$ ;  $9 - 5 = 4$ ) и т. д. Упражнения на определение знаков действия типа:  $10 - 1 = 9$ . Даются упражнения, как целиком в буквенной символике, например:

$A + Y = \Pi$  (буквы используются самые разные соответственно постепенному усвоению их на уроках чтения), найти, чему равно какое-либо слагаемое, так и с частичным использованием букв, например:  $2 + a = 5$ ;  $a - 6 = 3$ ;  $a + 2 + 3 = 9$  и т. д.

Даются записи действий, такие, как:  $0 + 8 =$ ,  $a + 2 = 10$ ;  $y \times 8 = 24$  и т. д. и предлагается к ним придумать задачу, изобразить это на схеме, на отрезке или другом материале.

VI раздел. Таблица умножения и деления изучается в пределе 100 одновременно. Так же как и в других действиях, обращается большое внимание на изучение зависимостей между компонентами.

VII раздел. Внетабличное умножение и деление. Сюда включается устное умножение и деление круглых сотен и круглых десятков на однозначное число. Далее изучается умножение и деление любых чисел на единицу с нулями. После этого изучается письменное умножение и деление на двузначное, трехзначное и т. д. число.

Первый год проведенного эксперимента дал очень высокие результаты. Дети к концу первого года обучения усвоили большую часть программы. Учащиеся свободно называли любые числа в пределах 4-х классов; усвоили количественный и порядковый счет, как поединичный, так и групповой от любого числа как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения с умением образовать каждое следующее и предыдущее числа. Учащиеся хорошо усвоили взаимоотношение разрядов, перевод чисел, выраженных единицами одного какого-либо разряда в единицы другого; могли определить как устно, так и через запись состав любого числа, через указание разрядных единиц, или в виде суммы разрядных единиц. Были отработаны действия сложения и вычитания с переходом через разряд и без перехода через разряд на числах любого разряда как письменно, так и устно. Дети овладели приемами устного счета — округлением, перестановкой, могли составить таблицу умножения на любое число в пределах 100; усвоили умножение и деление круглых десятков и сотен; название и нахождение компонентов сложения и вычитания.

В обобщенной форме были усвоены зависимости между компонентами. При этом не только нахождение компонентов, но и изменение результатов действия в зависимости от изменения данных (выполнение упражнений типа: «что делается с суммой, если одно из слагаемых увеличить на 12» и др.). Учащиеся свободно оперировали формулами в буквенном виде; как обнаружилось в эксперименте, для них не имело принципиального значения, в какой форме, буквенной или числовой, требовалось выразить какую-либо зависимость. Свободное оперирование действиями, нахождение ком-

понентов действий, установление зависимостей между ними зависело от организации реальных действий учащихся, от понимания реальных связей между действиями, между компонентами действий. Помимо отработки всего материала на реальных действиях в начале обучения, на разных этапах отработки для проверки давались задания на восстановление предметной ситуации по числовой или буквенной формуле (упражнения типа:  $37 + y = 74$ ;  $19 + 7 = ?$  покажи на отрезках, придумай задачу). Было усвоено также разностное и кратное сравнение. Выполнялись задания, данные в различной форме, например, «сумму чисел 600 и 300 уменьшить в 3 раза», «определить, во сколько (или на сколько) 1000 больше 100» и другие.

Были усвоены и постоянно использовались учащимися в процессе решения переместительный и сочетательный законы с возможностью словесно сформулировать их. При устном счете с использованием законов решались примеры типа:  $36 + 27 + 14 = ?$  и другие.

Контрольные работы, проводимые в течение всего учебного года, всегда давали очень однородную картину в результатах. Большинство учащихся из обоих классов выполняли их на 4 и 5. В среднем безошибочно выполняли всегда любую контрольную работу 10—16 человек, с 1 ошибкой — 7—13 человек; были и неудовлетворительные работы, но это почти всегда у детей, имевших длительные перерывы.

В конце полугодия была дана следующая контрольная работа:

I. $30 + 50$	$700 - 400$	$a + 30 = 50$
$80 - 60$	$100 \times 4$	
$60 : 3$	$500 + 200$	
$10 \times 7$	$8 \times 0$	
II. $50 + 40$	$400 + 200$	$10 - 8$
$70 - 50$	$500 - 300$	$4 + 6$
$20 \times 3$	$100 \times 6$	$3 \times 2$
$80 : 2$	$400 : 2$	$9 : 9$ $20 + y = 70$

Контрольная работа была выполнена без неудовлетворительных оценок. Из 31 ученика, выполнявших работу, 13 учеников не сделали ни одной ошибки, 12 учеников решили на хорошо (ошибки — были умножение на нуль,  $100 \times 6$ ), 6 человек выполнили ее на удовлетворительно (те же ошибки). Самое большое число ошибок было 5 у одного ученика.

Две последние контрольные работы, проводимые в IV четверти, дали хорошие результаты.

Одна из них включала следующие задания:

I. $45 + 27$	$5 \times 3 - 7$	$48 - B = 17$
$82 - 34$	$18 : 9 + 78$	$803 - 478$ $426 + 574$
$80 - 43$	$100 - 26 + 5$	$325 + 857$
II. $26 + 38$	$3 \times 5 - 8$	$a - 23 = 45$
$73 - 24$	$16 : 4 + 56$	$706$ $528$ $637$
$90 - 52$	$100 - 35 + 7$	<u><math>-385</math></u> <u><math>+643</math></u> <u><math>+363</math></u>

В обоих классах на хорошо и отлично выполнили работу 37 человек. При этом интересно, что ошибки учащихся при решении примеров относились к составным примерам типа  $(16 : 4 + 56)$  и примерам на нахождение компонентов действия, было очень мало ошибок на письменное вычисление с большими числами.

Последняя контрольная работа включала в себя и задания на нумерацию, которые были даны устно:

1. Записать в виде суммы разрядных единиц числа: 2724, 45675.
2. Какое число составляют: 86 сотен, 57 десятков и 8 единиц; 2 десятка и 19 единиц; 18 единиц 3-го класса.
3. Записать 2 миллиона 725 тысяч 386.
4. Какое число меньше 1 миллиона на 1.  
Какое число меньше 1000 на 10, на 100.
5. Сумму чисел 600 и 300 уменьшить в 3 раза.  
Разность чисел 800 и 300 увеличить в 4 раза.
6. Записать следующее и предыдущее число для 1000.
7. Поставить знак:  $500\ 100 + 600$ ,  $39\ 19 + 19$ .
8. Произвести действия:

$27241$	$60845$	$2521$
<u><math>+ 32929</math></u>	<u><math>- 23927</math></u>	<u><math>- 617</math></u>

В этой работе встретились трудности в выполнении заданий на слух и без помощи разрядной сетки примеров на нумерацию; например, записать 57 десятков и 2 единицы или, какое число меньше 1 миллиона на 1.

В течение года 3 раза по просьбе учителей и администрации школы проводились контрольные работы в пределах 20 (это были контрольные работы, дававшиеся в прошлом году по обычной программе).

В одном из классов эти работы постоянно решались без неудовлетворительных оценок, последняя контрольная работа была выполнена на отлично 19 учениками, на хорошо 8, а на удовлетворительно 4 учениками. В другом классе — в целом с такой же общей картиной результатов были две

ученицы, которые решали почти всегда на неудовлетворительно. Для обеих учениц характерно было неумение выполнять какое-либо задание, большая рассеянность, легкая отвлекаемость. К концу II четверти у них еще не было хорошо усвоено знание цифр, некоторые цифры они могли определить только по местоположению в числовом ряду, фиксированном перед глазами, они долгое время не могли освоить поединичный и групповой счет. Уже с самого начала обучения они сильно отстали от класса. Кроме того, обе в течение года имели длительные пропуски по болезни.

При реализации нашей программы некоторые моменты вызывали наибольшие затруднения у учащихся. До конца года можно было встретить ошибки на чтение знака, что в письменных работах выражалось в замене действия, например,  $3 - 3 = 6$ ;  $5 + 2 = 3$ ;  $3 \times 3 \times 3 = 9$ ;  $28 - 7 = 35$  и т. д.

В начале года трудность вызывали действия с нулем.  $6 \times 0 = 6$ ;  $8 - 0 = 0$  и т. д. Деление на то же число:  $9 : 9$ .

Это свидетельствует о том, что эти вопросы нуждаются в специальной отработке.

Это еще раз говорит о специфике детской логики и восприятий и о необходимости тщательного анализа познавательного процесса.

Трудность представляло нахождение моделей, наиболее ярко отражающих структуру объекта и способствующих переводу в умственный план. В процессе эксперимента обнаружилось, что иногда модель, казавшаяся экспериментаторам и учителям очень удачной, не оправдывала себя в процессе обучения.

Большую трудность представляли вопросы чисто организационные. Реализация нашей программы осуществлялась учителями школы, имевшими большой педагогический опыт и привычку проводить обучение традиционными методами и по традиционной программе. Поэтому особенно в I-м полугодии происходила излишне длительная задержка на отдельных этапах, что приводило к ненужной фиксации промежуточного действия, мешавшей дальнейшему усвоению. Так, в результате длительной задержки при обучении круглым числам встречались на первых порах у некоторых учеников ошибки в написании чисел, предложенных на слух.

Например, 129 писалось 100 20 9. Эти ошибки были быстро сняты работой на разрядной сетке.

Мы уже говорили о том, что сложнейшие понятия курса — десятичная система счисления может быть доступной для усвоения учащимися, если правильно организовано усвоение через действия учащихся с моделями изучаемых явлений. Но это представляет 1-й этап усвоения, с которого постепенно нужно переводить к действию только в устном плане. Многие учащиеся в период отработки действия боле-

ли и таким образом пропускали какой-то этап отработки; это вызывало их отставание, которое можно было ликвидировать только в индивидуальных занятиях. Были также учащиеся, которые требовали очень длительного оперирования с реальными количествами и моделями, в то время как большая часть класса уже отходила от материальной фиксации действий и предметов действия, легко выполняя все в умственном плане. Все это говорит о том, что нужно найти какие-то формы индивидуальной работы, а трудности заключаются в том, что формы этих занятий очень ограничены. Это 1-й класс и в 1-м полугодии дети не умеют читать совсем, а во 2-м многие, прочитав задание, не могут уловить его смысл. Кроме того, гораздо более трудным является неумение учащихся организовать себя при выполнении даже разъясненного задания. Работа только с классом одновременно неизбежно ведет к задерживанию большей части учащихся без продвижения на какой-то период, что очень плохо влияет на формирование их отношения к учению.

Все эти вопросы очень сложны и являются задачами следующего эксперимента. Несмотря на трудности в реализации нашей программы, встретившиеся при первой экспериментальной проверке в школе, построение обучения через организацию действий учащихся с моделями изучаемых явлений дало возможность усвоить сложнейшие вопросы курса арифметики — нумерацию многозначных чисел, усвоить сознательно материал, который считается возможным знать только через заучивание: состав чисел, что является основой для действия сложения и вычитания, а также таблицу умножения и деления в пределах 100.

Помимо приобретения вычислительных навыков, показателем чего были действия с числами любого класса, был сформирован у учащихся математический подход к определению реальных количественных отношений. Поскольку основой обучения было действие с реальными количествами или их символами, схемами, проводившееся параллельно с записью на числах и словесным объяснением, учащиеся всегда могли совершить переход в любую сторону — от чисел к реальным предметам (воспроизвести предметную ситуацию, соответствующую записанной формуле) и обратно, предметную ситуацию выразить схематически буквенной или числовой формулой. Умение словесно обосновать выбранный способ решения является показателем высокого уровня осознанности усвоения. Так, учащиеся объясняли при нахождении компонентов действия, почему нужно применять действие сложения или вычитания, при проверке действий — почему вычитание можно проверить сложением и обратно и т. д.

Следствием введения в обучение с самого начала общих принципов, которые выступают в качестве орудия действий



широкой сферой приложения (вместо последовательного обучения частным приемам) является свободное оперирование материалом, умение анализировать предложенные для решения примеры и выбрать наиболее рациональный способ решения. В ряде случаев учащиеся сами находили свои удобные приемы решения, которые мы всегда поддерживали. Так, в примерах с переходом через разряд учащиеся широко использовали прием, который учителем не давался. Например, в примерах типа

— 617

— 39

учащиеся 9 единиц вычитали не из 17, а из 10, и к оставшейся единице прибавляли 7 единиц.

Вследствие того что общий принцип действия разъяснялся на самом разном материале, мы избежали образования у учащихся ненужных стереотипов, которые образуются у них при традиционном обучении каждый раз какому-то одному частному приему и которые неправомерно распространяются затем учащимися на все другие случаи. Принцип, существенные отношения могут быть поняты лучше всего тогда, когда с самого начала типы упражнений меняются не по конкретному материалу с одним и тем же приемом решения, а по закономерностям отношений. При этом важна та психологическая установка, которая создается у учащихся при подаче с самого начала разнородных упражнений, требующих различных способов решения.

Показателем высокого уровня осознанности усвоения может служить усвоение большого объема материала нашими учащимися, который можно было усвоить только сознательно, а не через заучивание. Заучивание ограничено возможностями запоминания, и, опираясь только на него, невозможно было усвоить материал в таком объеме. Далее доказательством сознательного усвоения, понимания общих принципов действия является и то, что учащиеся одинаково успешно решали примеры на числах с любым количеством разрядов и с любым числом переходов через разряд. Та трудность усвоения нумерации многозначных чисел и действий с ними, о которой говорят ведущие методисты, не наблюдается при нашем экспериментальном обучении. Учащиеся легко и с большим интересом усвоили нумерацию многозначных чисел и действия с ними. И наконец, последнее, что является результатом такой системы обучения, это отсутствие характерных ошибок при обучении действиям с числами, на которые указывают методисты и которые являются результатом определенной системы обучения. У нас совсем не наблюдалось ошибок типа:  $35 - 17 = 22$  или  $124 + 30 =$

= 420, которые являются результатом неправильно образованного стереотипа в результате раздельного обучения действиям с переходом и без перехода через десяток, о котором мы уже говорили выше и непонимания разрядности системы счисления.

Вследствие одновременного изучения противоположных действий (сложения и вычитания, умножения и деления), решения примеров на нахождение неизвестных компонентов, учащиеся устанавливали отношения, зависимости между величинами и использовали эти знания при проверке правильности решения примеров.

И наконец, последнее, на что мы хотели бы обратить внимание, это отношение учащихся к процессу обучения, интерес к процессу учения. А. И. Маркушевич в статье «Это касается всех» [11] пишет, что число второгодников по Советскому Союзу примерно 4% и основная часть при этом — из-за арифметики. Самое главное, как отмечает А. И. Маркушевич, — это абсолютная и особенно относительная устойчивость этого соотношения, что указывает на существование каких-то причин, по которым положение из года в год остается неизменным. Причина эта, как указывает А. И. Маркушевич, «несовершенство самой организации учебно-воспитательной работы» — «Мобилизовать интерес учащихся — это значит решить  $\frac{3}{4}$  дела» [11]. Вопрос об организации интереса учащихся не случаен. Однородность в подборе заданий, однообразии материала, ориентировка на заучивание и отведение большого места на уроках заучиванию таблиц (сложения, умножения, деления и т. д.) с неизбежностью делают процесс обучения мало привлекательным для учащихся. Достаточно указать уже только на то, что в течение целого года в первом классе учащиеся решают примеры на действия в пределах 20, год — чрезвычайно важный для формирования отношения к учению, ибо впервые учащиеся сталкиваются с новыми формами деятельности, а роль первых впечатлений огромна, как показывает практика.

При большой разнице в знаниях поступающих детей в первый класс (одни долго не могут усвоить название цифр, другие свободно считают в пределах 20 и даже 100, производят действия сложения и вычитания), при традиционной системе обучения неизбежно у большей части учащихся снижается интерес к обучению. Поэтому в методических работах большое место уделяется организации активности учащихся. Этой цели служат и наглядные пособия, которые в большинстве своем выполняют роль внешнего организатора деятельности учащихся, как внешний фактор повышения активности. Но это дает лишь кратковременный результат, поскольку те наглядные пособия, которые рекомендуются общепринятой методикой, не могут занять основного места в

организации деятельности учащихся. По своему характеру они играют иллюстративную роль при объяснении нового материала, по поводу которых происходит в свою очередь длительное разъяснение.

При проведении экспериментального обучения по вышеизложенной программе у учащихся обнаружился большой интерес к приобретению арифметических знаний. Построение обучения через введение общих принципов приводило к сознательному усвоению материала, предъявление учащимся постоянно разных заданий (а не однородно подобранных примеров) вызывало интерес у учащихся, потому что для решения задач требовался каждый раз новый прием решения, а не стереотипно применяемый в каждый данный момент обучения.

Большая активность учащихся на уроке, высокая продуктивность работы, самостоятельное придумывание примеров вне уроков (дома, в группе продленного дня без заданий учителя на это) являются свидетельством большого интереса учащихся к арифметике. При этом характерно, что примеры, которые придумывают учащиеся сами, всегда включают большие числа, в пределах тысяч, миллионов и миллиардов.

Таким образом, построение учебного предмета, организация процесса обучения определяют мотивацию учения, либо возникает необходимость постоянной внешней организации мотивации учения (что наблюдается при традиционном обучении), либо складывается устойчивый интерес к учению, что наблюдается при таком построении учебного предмета, когда с самого начала обучения даются общие принципы, позволяющие ориентироваться в предмете наилучшим способом. Таким образом, для повышения эффективности обучения нужно перестроить как сам учебный предмет, так и организацию деятельности учащихся.

Одной из форм организации деятельности учащихся была работа с контролерами, когда работа организуется попарно. Один ученик выступает здесь в качестве исполнителя, другой в качестве контролера исполнения действия другим учеником, и наоборот. Это изменение позиции — ученика от исполняющего к выполнению роли учителя — помогало повышению сознательности усвоения, облегчало учителю организацию работы класса. Контролеры всегда очень добросовестно сообщали о действиях контролируемого.

Таким образом, этот и все предварительные эксперименты, проведенные по вышеизложенной программе, дают основание считать, что уже в самом начальном обучении можно ввести математические понятия в полном соответствии со строгой научной логикой их через поэтапную организацию деятельности учащихся. Это дает возможность уже на ран-

них этапах обучения создать свободную ориентировку учащихся в изучаемом материале. Тем самым создается возможность для преодоления разрыва между начальным и последующим обучением в школе, возможность введения уже в начальной школе систематического обучения. Изменение процесса обучения не только повышает качество результатов обучения, но и меняет отношение учащихся к учению, создавая устойчивый интерес к изучаемому предмету.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. «Психологическая наука в СССР», т. I, 1959.
2. Гальперин П. Я., Георгиев Л. С. К вопросу о формировании начальных математических понятий. «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 1.
3. Занков А. В. Новое в обучении арифметике в I-ом классе. М., «Просвещение», 1964.
4. Кальнин Р. X. Правила и определения арифметики с примерными задачами для средних учебных заведений, 1915.
5. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, т. I. М.—Л., 1932.
6. Kubeer L. Le livre de calcul du cours élémentaire, Exercices et problèmes pour les élèves de 7 a 9 ans. Paris, 1932.
7. Лебег А. Об измерении величин. М., Учпедгиз, 1961.
8. Лезан Ш. Обучение счислению. СПб., 1914.
9. Лезан Ш. Развитие математической инициативы. М., 1908.
10. Леушина А. М. О причинах неуспеваемости первоклассников по арифметике. «Советская педагогика», 1963, № 6.
11. «Литературная газета», 24 апреля 1965 г.
12. Моро М. И., Менчинская Н. А. Пути повышения качества усвоения знаний в начальных классах. М., Изд-во АПН РСФСР, 1962.
13. Насыров А. Использовать развивающееся влияние математики. «Народное образование», 1965, № 3.
14. Поляк Г. Б. Преподавание арифметики в начальной школе. М., Учпедгиз, 1959.
15. Поляк Г. Б. Счет и решение задач в первом классе. М.—Л., 1948.
16. «Программы восьмилетней школы, начальные классы», 1966.
17. Пчелко А. С. О преподавании арифметики в начальной школе. М., Изд-во АПН РСФСР, 1949.
18. Пчелко А. С. Письменные вычисления в третьем классе начальной школы. М.—Л., Изд-во АПН РСФСР, 1948.
19. Пчелко А. С. Методика преподавания арифметики в начальной школе. М., Учпедгиз, 1953.
20. Семушкин А. Д. Содержание математического образования в средней школе. «Советская педагогика», 1964, № 4.
21. Скаткин Л. Н. Задачи и содержание начального обучения. «Советская педагогика», 1964, № 8.
22. Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1955, стр. 207.
23. Эрднеев П. Я. Обучение начальной арифметике методом проблемативности. Пособие для учителей начальной школы. Ставрополь, 1965.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

Как мы уже указывали [8] и как не раз отмечалось методистами и преподавателями средней и высшей школы, современное обучение арифметике в школе не может считаться удовлетворительным по ряду причин и прежде всего потому, что оно не создает у учащихся хорошей ориентировки в математическом материале. Как показывают исследования [3], неправильная ориентировка в исходных математических явлениях и недостаточный уровень собственно математического мышления школьников, выражающийся в беспомощности и неумелости их при решении конкретных практических задач, возникают благодаря тому, что предлагаемые детям знания не раскрывают существенных свойств математического объекта. Так, например, школьное определение одного из самых первых математических понятий — понятия единицы — ограничивается отдельностью, в то время как этот признак присущ любому множеству, в том числе и множеству единичиц, и, следовательно, не является ни для одного из множеств специфическим. Невыделение существенных сторон понятий и явлений, которое имеет место в начальном школьном обучении при изучении самых разных тем программы, ведет к неправильному пониманию и использованию их учащимися. Школьное обучение арифметике в той форме, как оно сейчас принято, создает жесткие стереотипы действий с числами часто без достаточного их понимания.

Основываясь на принципах теории, разработанной И. Я. Гальпериним, и считая, что достаточное понимание может быть обеспечено лишь хорошей общей ориентировкой учащихся в изучаемой системе, мы поставили перед собой задачу создания такой ориентировки в математике с самого

начала обучения детей, с тем чтобы исключить переучивание и переориентирование, которые сами по себе всегда представляют большие трудности. Акцент на начальном периоде обучения важен потому, что оно представляет собой создание определенной платформы, точки зрения учащегося, с которой потом будет рассматриваться весь предмет и от которой, следовательно, зависит успешность овладения этим предметом.

Согласно теории П. Я. Гальперина существенно новое действие, совершаемое в умственном плане, вначале неизбежно проходит этап действия с предметом или его заменителем, во время которого познаются и выделяются принципиальные и характерные качества изучаемого объекта, лишь после этого, пройдя последовательно этапы громкой речи и «речи про себя», действие становится собственно умственным. В связи с этим для исследования необходимо подобрать такие действия, которые обеспечивают выделение нужных свойств объектов. Методика всей группы работ по исследованию формирования начальных математических понятий, проводившихся под руководством П. Я. Гальперина, строилась на тщательном изучении логики познавательной деятельности ребенка с последующим выделением и подробным развертыванием каждого отдельного действия. При этом нельзя было полагаться на логику взрослого, так как взрослый часто не замечает, что его действия основаны на неосознанном учете ранее приобретенных знаний. Ребенок же не имеет еще этих предварительных знаний и потому формируемые понятия и знания об объекте целиком вытекают из тех и только тех действий, которые он совершает.

Раскрытие принципов построения предмета, таким образом, происходит через активные действия самих учащихся с этим предметом. Сами действия строятся по определенной, выделенной заранее системе ориентиров и представляют собой систему ориентировочных действий, обеспечивающих правильное формирование понятий. Первоначальная ориентировка учащихся в нашем исследовании преследовала задачу обеспечения однозначного формирования начальных математических понятий и основных закономерностей, которые являются фундаментом для дальнейшего изучения предмета. Она осуществлялась в самом начале учебного года в период, условно названный «дочисловой пропедевтикой» арифметики. Этот период представляет особую важность ввиду того, что на этом этапе для учащегося выделяется эталон, критерий подхода к математическим явлениям и дается способ действия с этим эталоном. В качестве таковых мы использовали меру и действие измерения [2].

Избрание меры и измерения в качестве основных эталонов математического действия не было случайным. Этому

предшествовало тщательное теоретическое и экспериментальное исследование вопроса.

Известно, что измерению в математике отводится очень большая роль. Но в математике измерение определяется как операция, посредством которой устанавливается численное отношение между измеряемой величиной и заранее выбранной единицей измерения, масштабом или эталоном» [1], т. е. мерой. Следовательно, в математике измерение предполагает знание чисел и потому оно может служить лишь дополнением к изучению арифметики и именно так используется. Как рассматривали роль измерения в арифметике и классики педагогики.

Однако в то же время, по определению А. Лебега, «измерение — логика получения числа» [5]. Поэтому оно может стать основой для формирования понятия о числе. Обучая маленьких детей началам арифметики, мы не можем использовать ту строгую словесную логику, которая принята в этой науке. Логика же действия измерения, полностью соответствуя научной логике, вполне доступна детям, а само действие измерения легко может быть ими выполнено. Вот почему именно действие измерения было положено в основу раскрытия для детей логики возникновения числа и первых математических понятий.

Измерение невозможно без меры. Выделяя меру, мы прежде всего учим детей правильному отмериванию количеств, равных мере и, следовательно, равных друг другу. Но мера не постоянна. Выбор ее зависит от ряда причин. Ставя ребенка перед необходимостью выбора меры, мы даем ему возможность познать зависимость этого выбора от измеряемого параметра предмета, от его основных свойств, от практической надобности или удобства для данного случая и т. п. Таким образом, мера приобретает в первую очередь характеристику относительности. Она становится очень подвижной, сохраняя при этом свое значение эталона, мерила, при помощи которого всегда по одним и тем же правилам производится соответствующее измерение. Эти измерения, верней отмеривания, также являются действиями, вызванными практической необходимостью. Они производятся с целью сравнения величин. Поэтому следующим действием, прямо вытекающим из отмеривания количеств, равных мере и друг другу, является соизмерение полученных множеств. Величины, состоящие теперь из равных частей, каждая из которых равна мере, могут быть соизмерены между собой методом взаимнооднозначного соотнесения. Начиная применять этот метод еще в дочисловой период, без обращения к называнию числа, мы придаем ему особое психологическое и методологическое значение. Это объясняется тем, что форми-

рование дочисловых, но уже специфически математических понятий и действий, какими являются отмеривание и соизмерение полученных множеств с определением результата — «столько же», «больше» или «меньше», «на столько-то» — разрушает донаучный, основанный на непосредственном впечатлении подход к оценке количественных отношений, устанавливая собственно математический подход. То, какими средствами будет ребенок решать в дальнейшем вопрос о количественных отношениях между величинами, будут ли это математические средства (хотя бы еще и без использования числа), или же это будет донаучный подход, обращение к непосредственному восприятию — этот вопрос решается именно здесь, в этот период.

Одной из первых экспериментальных работ, посвященных исследованию формирования начальных математических понятий, была работа Л. С. Георгиева, работавшего под руководством П. Я. Гальперина [3]. Наблюдая детей старшего дошкольного возраста, Л. С. Георгиев отметил, что характерные и существенные ошибки, допускаемые детьми при счете, вызваны тем, что, пересчитывая отдельные, дети совершенно игнорируют принятые для их выделения меры. Так, например, если даже на глазах у детей отсыпалось несколько кучек крупы, часть из которых была составлена одной ложкой, а другая часть — двумя такими же ложками, а потом ребенку задавался вопрос: «Сколько всего крупы?», то ребенок считал отдельные кучки и количество их принимал за количество крупы. Это не было вызвано забывчивостью, так как на дополнительные вопросы дети всегда верно отвечали, что часть кучек составлена одной ложкой, а другая часть — двумя такими же ложками крупы, но на повторный вопрос «сколько же всего крупы?» продолжали считать количество кучек.

Исследование показало, что большинство детей производит сравнительную оценку по количеству отдельных. Количественные отношения для большинства определяются по параметрам пространственного измерения количеств (по форме их), по расстоянию между их частями и по числу их отдельных частей. Большинство детей не может также пользоваться числом в условиях, когда сравниваемые множества представляют собой непрерывные величины. Это происходит от того, что число для них не связано с оценкой величин, а только отражает совокупность отдельных в этих величинах. Таким образом, в случае сравнения непрерывных множеств число выполняет для них лишь информационную функцию, сообщая о способе создания величины, но не участвует дальше в оценке сравниваемых величин. Поэтому изменения в форме ребенок рассматривает как изменения количественной стороны.



Так, если один из двух одинаковых пластилиновых шаров расплющивается и, следовательно, занимает теперь большее пространство, то и количество пластилина в этих шарах перестает для ребенка быть равным. Ребенок говорит, что больше пластилина в расплющенном шаре, так как он занимает больше места.

В той же работе было отмечено, что путь, который приводит детей к пониманию качественной определенности количества, проходит через использование меры, отмеривания и собственно измерения. Чем больше в практике своей жизни ребенок использует измерение, тем скорее и легче приходит он к количественной характеристике величин. В практике своей деятельности дети часто приходят к выводу о необходимости измерения для сравнения величин, но не знают, как его произвести. Обнаружилось, что из относительно постоянного числа испытуемых, показавших умение измерять (около 47%), лишь 17% умели сами выбрать нужную в данном случае мерку. Это говорит о том, что умение измерять и умение выбрать меру для измерения—разные и от одного до другого проходит немало времени, в течение которого возникают характерные ошибки в количественных оценках величин.

Зависимость правильного решения задачи от умения пользоваться измерением при количественном сравнении величин и их количественной оценке проявилась во всех предлагавшихся детям задачах. Особенно ярко эта зависимость выступила в случаях непосредственного соотнесения величины и числа. Так, например, ребенку предлагают две почти одинаковые кучки крупы. Одна составлена десятью чайными ложками, другая—тремя столовыми (одна столовая ложка равна примерно трем чайным). Рядом лежат чайные и столовые ложки. Ребенку говорят: «В этой кучке 10 ложек, а в этой—3 ложки. Как по-твоему, какими ложками насыпаны эти кучки?» Постоянный ответ: первая—большими, вторая—маленькими ложками. Этот ответ является яркой демонстрацией непосредственного соотношения величины и числа: большая ложка—большое число, маленькая ложка—маленькое число.

Интересно, что одни и те же дети в разных случаях по-разному решают фактически одну и ту же задачу. Так, дается задача «разделить по столько же», но в одном случае ей придается практический характер, в другом—арифметический. Задача выглядит следующим образом:

1. а) Отсыпать 2 столовые ложки риса в одну кучку. Дать маме, бабушке, тете Дусе, Лене и Вите такие же кучки. Перечисляются пять человек, отсутствующих в данный момент.

б) Рис отсыпается не в одну, а в две кучки. «Дай маме... (опять перечисляются 5 человек подобранные по тому же принципу) по столько же».

в) Отсыпается в одну кучку 2 ложки риса. «Дай маме... и т. д. столько же».

II. Задачи сохраняют то же содержание, но вместо перечисления конкретных лиц указывается число:

а) «Отсыпь пять таких же».

б) «Отсыпь пять таких».

в) «Отсыпь пять раз по столько же».

Оказалось, что когда эти задачи носили практический характер (дать конкретным лицам равные количества), все 100% испытуемых во всех вариантах решили их верно. Но когда тем же задачам был придан арифметический характер (разложить на пять равных частей), то 68% тех же испытуемых во всех вариантах отсыпали всего по 5 ложек (а ведь кучка каждый раз состояла из двух ложек).

Такое разное решение фактически одной и той же задачи свидетельствует о том, что уровень арифметических знаний и умений не прямо связан с собственно математическим подходом к количественной оценке величин. Эти знания и умения, с одной стороны, тот или иной подход — с другой, представляют собой относительно независимые начала.

Таким образом, предварительное исследование Л. С. Георгиева показало, что правильное или неправильное решение задач зависело от того, насколько дети умели измерять и пользоваться измерением при количественном сравнении величин и их количественной оценке. Оно показало также, что обучение по общепринятой методике не обеспечивает математического подхода к решению количественных задач. Оно воспитывает счет в очень узком смысле, только как средство просчитывания. Полученное число при этом относится к общему количеству отдельных, но не служит характеристикой величины в других отношениях, в сравнении с другими величинами.

Различная оценка детьми количеств и количественных отношений дала исследователю возможность выделить два принципиально различных подхода к этому вопросу. Один из них, основанный на непосредственной оценке воспринимаемого, характеризуется как донаучный подход. Другой, опосредованный действием отмеривания, как научный, собственно математический подход. Было установлено, что второй, собственно математический подход, в обычных условиях развивается с явным запозданием по сравнению с приобретением математических знаний и умений. Обычно ребенка не учат собственно математическому подходу к оценке количественных отношений, поэтому он усваивается стихийно и гораздо позже, чем донаучный подход, основой которого является непосредственное восприятие. На основании оценки количества через непосредственное восприятие формируется ложное понимание единицы как отдельности. Отрицательная

роль понимания единицы как отдельности не только в том, что такое понимание математически неправильно и не воспитывает математического мышления, и не только в том, что отдельность и единица часто не совпадают. Отрицательная роль его прежде всего в том, что оно способствует закреплению нематематического подхода к оценке количественных отношений, так как ориентирует на непосредственные признаки и наглядные отношения, а не на применение меры и счета.

Проведенное Л. С. Георгиевым исследование привело к постановке вопроса о возможности сближения выделенных им, разных по качеству и времени возникновения умений — умения измерять и умения выбрать меру для измерения. Тем самым ребенка снабдили бы объективным критерием сравнения величин, которым он мог бы достаточно широко пользоваться самостоятельно.

Введя меру в качестве единого критерия математического подхода и обучив ребенка измерению, исследователь вновь провел детей через серию тех же задач.

Поскольку обращение к мере и измерению означает отмену непосредственного сравнения величин на основе глобального впечатления от каждой из них и переход от такого субъективного критерия к объективному, то после специального обучения выделению меры и измерению ответ ребенка о количестве определялся объективным установлением отношений между величинами, измеряемыми одной и той же мерой, а не непосредственным восприятием.

Установление математического подхода к оценке количеств и количественных отношений с учетом объективного критерия привело к тому, что характерные ошибки счета, допущавшиеся в период предшествовавший обучению, исчезли.

Подход к числу с позиций измерения существенно облегчил детям понимание следующих разделов программы, в частности понятия порядкового числа, отношений между числами, выполнение арифметических действий и т. п.

В результате введения меры и измерения существенно изменилось понятие единицы. Единица определялась теперь не через противопоставление «один — много», а как величина, отмеренная мерой и равная ей, т. е. определяющим признаком единицы стало отношение равенства с принятой мерой. Поскольку же мера не всегда совпадает с отдельностью, так как в качестве меры могут быть использованы сразу несколько отдельностей («составная мера») или, наоборот, часть какого-то предмета, то в результате и единица перестала отождествляться с отдельностью и приобрела относительный характер. Вместе с тем изменились и представления о других числах. Они также перестали определяться как совокупность отдельностей и стали выражать отношение между мерой и измеренной величиной.

Четкое выделение действий по образованию нового числа, которое всегда выводилось по правилу  $n \pm 1$  из предыдущего и определялось как «столько же и еще одна мера», специальная отработка сложения и вычитания по 1 позволили детям легко определять разницу между числами не только на 1, но и на 2, 3 и т. д. в понятиях «больше или меньше на...». Это сделало посильным решение задач на оценку времени, возраста, расстояния, что обычно считается недоступным для дошкольников. В то же время применение составной меры (состоящей из нескольких элементов) не только позволило фактически выполнять действия умножения и деления, не предусмотренные в программе детского сада, но и открыло возможность все четыре арифметических действия и счет во всех его разновидностях формировать не последовательно, как это делается обычно, а одновременно и в гораздо большем объеме. Интересно, что все это не затрудняло, а даже облегчало обучение. По всей вероятности, это происходило от того, что при одновременном формировании арифметических действий указанным путем, во-первых, каждое действие дополнительно разъясняет другое, во-вторых, постоянная смена действий предупреждает фиксацию каждого из них, неизбежно наступающую при изолированном их изучении, и устраняет необходимость преодолевать затем последствия этой фиксации.

После усвоения действий с числами для детей не представляло никакой трудности разложить эти числа на составляющие, так как состав числа являлся теперь продуктом арифметических действий в этих пределах.

Таким образом, обучение начальным арифметическим понятиям на основе измерения позволило поставить учащихся на математическую точку зрения в определении зависимостей между величинами и выработать знания в более широких пределах, чем обычно.

Однако проведенный Л. С. Георгиевым первый эксперимент нуждался еще в существенной доработке и уточнении ряда положений, касающихся связи и взаимоотношения вводной части курса с обычным курсом арифметики. Кроме того, он вообще не касался многих разделов курса начальной арифметики, даваемых в школе, хотя открывал перспективы более глубокого и более быстрого овладения этой программой. В связи с этим возникла необходимость проверить сделанные выводы и возникшие предположения и найти конкретные пути приложения выделенных принципов.

Цель повторной проверки формирования начальных математических понятий и действий с числами на основе изучения измерения состояла поэтому в уточнении данных предыдущего эксперимента и построении на их основе такой программы, которая охватывала бы все разделы школьного курс

са начальной арифметики. Эта проверка опять была проведена на детях дошкольного возраста. Для исследования были взяты две старшие группы детского сада по 30 человек каждая. Занятия велись два раза в неделю, по 30—40 минут, с каждой группой отдельно. Программа занятий в обеих группах была одна. Для эксперимента был выбран детский сад с суточным пребыванием детей. Почти все дети обеих групп уже четвертый год посещали детский сад. Выбор групп объяснялся тем, что при таком положении мы, во-первых, имели более однородную степень подготовленности детей, а во-вторых, наименьшую вероятность пропуска ими наших занятий. К началу занятий с нами все дети прошли обучение арифметике в младшей и средней группах детского сада по общепринятой программе детского сада. Согласно этой программе занятия начинаются с обучения детей счету. Первое число, с которым знакомят детей, — единица. Это понятие, как мы уже говорили, формируется через выделение отдельного предмета из группы однородных. Такое выделение и противопоставление понятий «много» и «один» приводит к тому, что у детей закрепляется понятие о единице как об отдельности. Оно поддерживается и еще более укрепляется дальше, при формировании следующих чисел путем пересчета отдельных предметов. В результате этой предварительной подготовки к началу занятий в экспериментальной группе почти все дети знали последовательно названия чисел от 1 до 5, а некоторые и до 10. Многие дети могли в этих пределах пересчитать отдельные предметы. Вместе с тем обнаружилось, что часть детей при пересчете не соотносила название числа с соответствующим указательным движением руки к предмету, т. е. не производила взаимнооднозначного соотнесения сосчитываемого предмета с названием числа. Пересчет предметов и название числа выступали для этих детей как два различных, не связанные между собой действия.

Так, например, пересчитывая три предмета, ребенок мог назвать все известные ему числа, например, от 1 до 5, и наоборот, пересчитывая большее количество предметов — назвать числа только до трех. Поэтому, хотя все наши испытуемые к началу эксперимента знали названия чисел от 1 до 5, нам пришлось специально учить их взаимнооднозначному соотнесению, с помощью указательного движения руки, предмета и названия числа. При этом приходилось преодолевать и другую ошибку, состоявшую в том, что дети не во всех случаях относили последнее число, полученное при пересчете, ко всему сосчитанному множеству. Так, например, если ребенок произвел счет до пяти, то на вопрос «где же пять?» он показывал не все сосчитанное множество, а лишь тот его элемент, который оказался при пересчете пятым, т. е.

наблюдалось существенное смешение порядкового и количественного счета предметов.

В результате установившегося у детей понятия о единице как об отдельности они допускали все те характерные ошибки в оценке количеств, что и группа, обследованная Л. С. Георгиевым. В начале нашей работы с группой понятие меры никак не связывалось детьми с образованием числа. Мера и число существовали независимо одно от другого. Всякая отдельность по-прежнему продолжала определяться как единица. Потребовались специальные усилия, чтобы разрушить прежде выработанные понятия и на их месте сформировать новые. Наиболее эффективным при этом оказалось введение составных мер. Поскольку единица определяется как то, что равно мере, в данном случае за единицу надо было считать сразу все элементы составной меры. Введя этот прием и специально используя его в ряде занятий, мы сняли категорическое отождествление детьми единицы с отдельностью. Но позже, в самых разных местах программы, главным образом при переходе к изучению новой темы, у некоторых детей оно все же иногда появлялось. Тогда опять требовалось кратковременное напоминание о мере, определение единицы для данного случая. Как правило, этого было достаточно, чтобы ребенок исправил ошибку. Однако эти случаи говорят о необходимости очень тщательной отработки понятий меры, отмеривания и единицы, а также о необходимом возвращении к ним на последующих этапах обучения. Они еще раз подчеркивают значение первоначального обучения для дальнейшего овладения знаниями.

Введение понятия меры и определение единицы как величины, равной мере, позволило сделать еще ряд важных выводов и заключений. Так, особой отработке подвергнуто было еще у Л. С. Георгиева изучение зависимости между мерой, величиной и числом. Поскольку сама мера относительна и может быть выбрана произвольно, то и единица обладает теми же качествами. В связи с этим количество единиц при характеристике множества зависит от того, какая мера будет избрана для их исчисления. Оно находится в обратной зависимости от величины меры, т. е. чем больше мера, тем меньше единиц в этой величине будет отмерено. Иными словами: если мера мала — количество единиц в величине больше, если же мера большая — количество единиц в той же величине меньше. Понимание этой зависимости имеет особо важное значение потому, что через нее познается не только относительность и произвольность выбора единицы, но и зависимость числа от этого выбора.

Эта зависимость отрабатывалась нами в двух разных разделах программы. Первый раз в дочисловой период изучения. Мы показывали ее с помощью предметных эквивален-

тов числа, в качестве которых выступали различные мелкие предметы, бумажки, откладывавшиеся с соблюдением правила взаимно однозначного соотнесения при измерении какой-либо величины. Произведя измерение одной и той же величины различными мерами, каждый раз с отложением предметных эквивалентов, дети производили потом сравнение полученных множеств опять-таки с помощью взаимно однозначного соотнесения их элементов.

Вторично отработка этой закономерности производилась после введения обозначения числа. Так же произведя измерение одной и той же величины разными мерами, дети обозначали числом полученные множества, которые затем сравнивали между собой различными способами: способом поединичного взаимно однозначного соотнесения или, в дальнейшем, способами арифметических действий вычитания или сложения.

Таким образом, введение определения единицы как величины относительной мере позволило показать математическую зависимость между мерой, величиной и числом. Эта очень важная математическая закономерность благодаря адекватному выбору материализованных действий и их поэтапной отработке служила потом прочной опорой при изучении арифметических действий деления и умножения.

Работа с двумя большими группами детей в течение целого учебного года выявила ряд трудностей в организации усвоения нашей программы.

Прежде всего, большую трудность составляла необходимость преодоления ранее сформированных знаний. Длительное, в течение трех лет обучение детей по традиционной программе и методике детского сада создало и закрепило у них ограниченное и математически неправильное толкование единицы, а вместе с нею всякого другого числа. Оно выступало как нечто твердо фиксированное и неизменное, вне всякой связи с другими числами и с самой исчисляемой величиной. Для разрушения этого понятия и формирования на его месте нового, основанного на измерении, потребовались большие усилия. Наиболее эффективным при этом оказалось введение составной меры.

По нашей методике действия по формированию каждого отдельного понятия требуют специальной поэтапной отработки. Первым этапом при этом всегда является этап материального или материализованного действия с предметами или их заместителями. В нашем эксперименте отработка этого этапа занимала очень большое место: только здесь детям до конца могло быть раскрыто содержание изучаемого объекта. При отработке этого этапа мы использовали большое количество имеющегося в детском саду и специально созданного нами дидактического материала (игрушки, палочки,

кружочки, ленточки и т. п.). Дети охотно работали с предлагаемым материалом, выполняли предложенные действия. Правда, привлекательность материала приводила иногда к неадекватному использованию его, но обычно это прекращалось, как только дети осваивались с материалом. Вместе с тем обилие и разнообразие предметного материала в этих группах оказалось необходимым для формирования у детей обобщения. С этой целью на первом этапе необходимо было произвести действия с самыми разнообразными предметами, обладающими различными свойствами. Только познакомившись таким образом с разными случаями применения данного понятия и в каждом отдельном случае сформулировав в словах способ действия, ребенок мог потом дать правильное заключение о понятии.

Следующий момент, создавший трудности при обучении большой группы детей, это этап речевой отработки понятий. При переходе к этому этапу наиболее существенными оказались трудности организации контроля. Мы преодолевали их, вводя взаимный парный контроль между учащимися. На занятиях дети всегда сидели попарно. Мы использовали эту ситуацию, давая одному из пары задание выполнить действие, с подробным объяснением хода выполнения его, а другому — проконтролировать выполнение. При этом, чтобы контроль шел по нужному руслу, контролеры получали задание очень дифференцированно, т. е. им прямо указывалось, что именно нужно контролировать на каждом отдельном этапе выполнения действия. Дети с большой охотой и очень ревностно выполняли функцию контролеров, отмечая малейшие погрешности в действиях и словах своих подопечных. При отработке этого этапа, как и всех других, каждое отдельное действие выполнялось дважды с тем, чтобы каждый член пары мог побывать и исполнителем, и контролером.

Все задания давались детям в устной форме, так как дети еще не умели читать, а мы не ставили перед собой задачи обучения их чтению. Но, знакомя детей с числом, его обозначением и названием, мы одновременно показывали цифру, изображение числа. После того как дети знакомились с цифрой, можно было, давая задание, не называть число, а показывать соответствующее изображение его.

Из двух групп детей (60 человек) у нас встретилось несколько человек таких, которые в течение долгого времени не могли запомнить некоторые цифры и отличить их от других. Эти дети в течение всего времени, пока не освоились с цифрой, все действия по счету производили только в предметном плане, на предметах или на пальцах. Последнее «пособие» ввиду постоянного наличия и потому особого удобства оказалось наиболее вредным для дальнейшего развития



действия. Постоянно производя действия на пальцах, ученик быстро автоматизировал их, а это создавало огромные трудности для отрыва его от предметного плана и замены его только речевым, а в дальнейшем — умственным действием.

Эти случаи послужили подтверждением положения о том, что действие не должно длительно задерживаться на каком-либо одном этапе во избежание быстрой автоматизации, так как после этого перевод действия на следующий этап связан с трудностями разрушения создавшегося автоматизма.

Перевод действия в умственный план совершался постепенно. Освоив первый, материализованный этап действия и ознакомившись с цифрой, дети тут же начинали осуществлять действия как бы в двойном плане: на предметах и одновременно на цифрах. Затем постепенно объектом действия становились только цифры. Но для выполнения действия учащемуся требовалось непременно иметь их перед глазами. Только после этого действие могло быть осуществлено в чисто умственном плане, без опоры на предметы или на запись чисел.

У детей, которые долго не могли освоиться с цифрами и отойти от предметного плана, не было умственного плана формируемых действий. Таким образом, цифра явилась необходимым моментом интериоризации внешнего действия, выступив связующим звеном между предметным и умственным планами действия.

В течение всего учебного года дети работали только в классе. Никаких заданий на дом не давалось. На цифрах работали, используя разрезное полотно цифр, из которых выкладывали заданное число, пример. Письму цифр дети не обучались.

Несмотря на имевшиеся трудности, за учебный год мы успели пройти большую программу и получили интересные результаты.

Следствием тщательной отработки темы измерения явилась выработка у детей научного математического подхода к определению количеств и количественных отношений. Прежде чем ответить на вопрос о количестве, дети выделяли меру, производили нужные действия (в плане материализованных действий, в речевом или в умственном плане) и лишь после этого отвечали на поставленный вопрос. Поэтому ответы их были обоснованы и дифференцированы.

Все дальнейшие разделы программы давались на основе твердых общих знаний о мере и измерении, об использовании их в оценке количеств и количественных отношений. Понятие меры красной нитью прошло через все темы курса. Обращаясь к числу на первых этапах, при образовании числового ряда по правилу  $n \pm 1$ , мы указывали в качестве меры единицу, но образовав из этих единиц десятков, рассмат-

ривали его как самостоятельную, новую, более крупную меру или единицу, большую по сравнению с предыдущей в 10 раз. Точно так же рассматривали единицы каждого следующего арифметического разряда: как новую меру, в 10 раз большую, чем предыдущая. Такой подход дал нам возможность рассмотреть сразу всю десятичную систему счисления, которую дети приняли легко и с большим интересом. Точно так же отрабатывались арифметические действия внутри этой системы как аналогичные тем, что производились в первом десятке с единицами, но только с более крупными мерами<sup>1</sup>.

Таким образом, единый принцип, положенный в основу изучения чисел и арифметических действий с ними и определивший объективный подход учащихся к математическим явлениям, а также тщательная отработка этапа материализованных действий, для которого каждый раз подбирался соответствующий материал, адекватно отражающий существенные свойства изучаемого явления, дальнейшая поэтапная отработка с последовательным переводом действия на более высокие этапы, — все это дало возможность уже детям старшего дошкольного возраста «безболезненно» освоить принцип образования числа, построение числового ряда, а вслед за этим также принцип построения всей десятичной системы и арифметические действия внутри нее.

Полученные результаты дали основание для проведения аналогичного эксперимента в школе. Необходимо было проверить возможности приложения разработанной программы в условиях обычного школьного обучения, а также время, нужное для проработки на основе наших принципов всего курса школьной начальной арифметики первых четырех классов. С этой целью с 1 сентября 1965 года началась работа сразу в двух первых классах. Существенно, что на этот раз все занятия проводились школьными учителями, предварительно прошедшими некоторую подготовку и имевшими специально для них подготовленные подробные методические разработки. Занятия проходили по школьному расписанию в виде уроков ежедневно по 45 минут.

Как и в предыдущие годы, обучение начиналось с создания у учащихся общей ориентировки в математическом материале, с постановки их на математическую точку зрения, т. е. с изучения меры и действия измерения.

Хотя план работы над темой оставался в основном прежним, мы учли недочеты предшествующего эксперимента и внесли в работу существенные изменения. В связи с этим изменился и характер полученных результатов обучения.

---

<sup>1</sup> Подробно обучение по этим разделам программы изложено в статье Н. Г. Салминой в настоящем сборнике.

Прежде всего, темп усвоения программного материала учащимися первого класса школы оказался более быстрым. Вероятно, это можно объяснить изменением методического подхода к уже имевшимся у детей до школы арифметическим знаниям. Учитывая ту огромную помеху, которую составили эти знания в прошлом эксперименте, мы на этот раз старались избежать их невольной активизации. Мы не выясняли объем имеющихся у детей знаний по арифметике, как это делается обычно, а как бы игнорировали их и создавали свою систему заново, требуя выполнения только наших действий и формулировок. В результате такого подхода трудности, связанные с преодолением предшествующих знаний и переориентировкой детей, были почти полностью сняты. Несомненное значение в этом имели также постоянные и активные действия учащихся по овладению соответствующим понятием. При этом на этапе материализованных действий учащиеся действовали не только с материалом, предложенным учителем, но часто сами находили предмет измерения и выбирали для чего меру. Для этого не надо было специально приготавливать материал. Выбор меры и объекта измерения из имеющегося у каждого ученика учебного материала (пеналы, карандаши, ручки, ластик, тетради, различные коробки и т. п.) только способствовал подчеркиванию практической необходимости меры, ее произвольности и зависимости от различных условий измерения. Изредка этот обильный набор дополнялся специально подобранными предметами, изготовленными детьми в классе на уроке труда или принесенными из дома.

Нужно отметить, что примеры практических измерений, даваемые в школе, должны были обладать несколько большей сложностью. Производить слишком простые измерения или сравнивать объекты, имеющие разницу, заметную на глаз, не имело смысла, потому что в этом случае дети не производили нужного действия, а старались сразу дать ответ (в отличие от дошкольников, которые в любом случае измерение производили). Поэтому мы старались избежать таких ответов, предлагая действия с предметами, имеющими трудно заметную на глаз разницу. Тогда действие измерения приобретало для детей интерес и смысл.

Организация работы малыми группами была на этот раз более разнообразна. Был использован не только парный взаимный контроль, но и работа групп по 3—4 человека, каждый из которых имел свою определенную роль. Например, при измерении один из детей откладывал меру, другой отмечал место, на которое пришелся ее конец, третий откладывал предметные эквиваленты числа, четвертый комментировал их действия и контролировал их.

Результатом внесенных изменений явились более прочные

знания детей этой экспериментальной группы. Мы не наблюдали здесь случаев возврата к неверным определениям. Все действия и определения детей исходили из объективного критерия меры и измерения.

Итак, активные действия детей с адекватным материалом давали возможность выделить основные принципы изучаемого явления и, следовательно, создавали правильную ориентировку их в материале. «Не следует забывать, — писал Ж. Пиаже, — что действие непрерывно изменяет предметы и что эти преобразования также являются объектом познания... люди познают предметы, только воздействуя на них и совершая в них некоторые преобразования» [7].

Современная методика обучения отводит большое место активности учащихся, считая, что «полная сознательность усвоения может быть достигнута учеником только при условии, если он не пассивно воспринимает сообщаемый новый материал, а активно оперирует им» [6]. Однако что означает такое активное оперирование, не раскрывается, способов такой активной деятельности не дается. Сама активность чаще всего подменяется усиленной тренировкой, многократным выполнением фактически одного и то же действия, что ведет к механической фиксации его, а не к раскрытию основных принципов его построения.

Принципиальным положением нашей методики является формирование у учащихся соответствующих действий. Но формируя действие, ни в коем случае нельзя дробить его, отрабатывая длительно сначала один его кусочек, потом — через некоторое время — другой и т. д. Нужно, чтобы действие сразу давалось целиком. Только тогда оно становится понятно и наглядно обозримо и только тогда из него могут быть вычленены основные его принципы. После того как действие дано целиком, оно отрабатывается по этапам и усваивается учеником в процессе этой отработки. Основные закономерности и принципы выступают перед ребенком из самого действия, осваиваются и формулируются самими детьми. В процессе выполнения действия выделяются учебные алгоритмы, каждый из которых строится самим учеником или с его участием и выступает как некая целая система. Так, правила пользования мерой, вытекающие из измерений, производимых детьми, приобрели, например, следующий вид:

1. Определи то, что надо измерить.
2. Выбери меру.
3. Начинай откладывать меру от края измеряемого предмета.
4. Клади меру правильно, чтобы она вся уложилась.
5. Продолжай откладывать меру до тех пор, пока не будет измерен весь предмет.

6. Для каждой отложенной меры отложи заметку.

7. Правильно измерено тогда, когда не осталось неизмеренного места от того, что надо было измерить.

Такое алгоритмирование действия, т. е. четкая разбивка его на звенья и четкое выполнение каждого звена, является необходимой предпосылкой безошибочного формирования его. Действие по выполнению алгоритма контролируется не только по его результату, но и обязательно в процессе его выполнения. Контроль по ходу выполнения действия осуществляется за каждой отдельной его операцией. Вместе с тем выделенный учебный алгоритм действия не является абсолютно жесткой системой. Допускается некоторая спецификация его в каждом отдельном случае.

Программа изложенной вводной части курса арифметики, подробно проработывавшейся в нашем эксперименте, состояла в следующем.

## **I. ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МЕРЕ, ОБРАЗОВАНИИ МНОЖЕСТВ И ИХ СРАВНЕНИИ**

Знакомство с разными видами измерений в повседневной жизни (отмеривание, отвешивание, примеривание платья, обуви, шляп и т. д.).

Введение меры (того, чем измеряют). Разные меры для различных параметров. Меры простые, составные и несовпадающие с границами отдельного предмета. Части меры и мера — часть (мера может состоять из частей и сама быть частью другой меры).

Правила пользования мерой (правильное откладывание меры).

Ноль, как начало отмеривания.

Выражение разных величин в виде множеств (количеств). Введение предметных знаков — меток для отложенных мерой количеств (в непрерывных величинах).

Соизмерение величин. Выделение и специальное изучение приема взаимно однозначного соотнесения.

Соизмерение количеств с помощью взаимно однозначного соотнесения.

Представления «больше», «меньше», «равно» (столько же) и «больше (меньше) на столько-то» (без числа, на такое-то количество).

Соизмерение количеств, отмеренных одной и той же и разными мерами. Изменение результата измерения в связи с изменением принятой меры.

Изучение чисел первого десятка и четырех арифметических действий с ними и последующие разделы программы мы опускаем, так как работа по ним подробно излагается

в статье Н. Г. Салминой, помещенной в этом же сборнике<sup>1</sup>.

Результаты проведенного эксперимента показывают, что создание определенной ориентировки на начальном этапе обучения в значительной части решает проблему дальнейшего усвоения, так как ставит учащихся на определенную точку зрения в восприятии этого предмета.

Дети, работавшие по нашей программе, по отзывам учителей, непосредственно проводивших занятия, а также компетентных лиц, посетивших эти уроки, свободно ориентируются в предъявляемом им математическом материале, проявляют большую активность и интерес к предмету.

## ЛИТЕРАТУРА

1. БСЭ, т. 17. «Измерение».
2. Гальперин П. Я. и Георгиев Л. С. «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 1, 2, 3, 5; 1961, № 1.
3. Георгиев Л. С. Формирование начальных математических понятий у детей. Канд. дисс. Изд-во МГУ, 1960.
4. Давыдов В. В. Анализ строения счета как предпосылка построения программы по арифметике. Сб. «Вопросы психологии учебной деятельности младших школьников». М., Изд-во АПН РСФСР, 1962.
5. Лебег А. Измерение величин. М., Учпедгиз, 1960.
6. Менчинская Н. А., Моро М. И. Вопросы методики и психологии обучения арифметике в начальных классах. М., «Просвещение», 1965.
7. Piaget I. Some Impressions of a Visit to Soviet Psychologists. Am. Psychologists, 1956, vol. II, No. 7. Цит. по кн.: Ж. Пиаже, Б. Инельдер. Генезис элементарных логических структур. М., ИЛ, 1963. Послесловие А. Н. Леонтьева и О. К. Тихомирова, стр. 437.
8. Салмина Н. Г., Сохина В. П. Проблема научного подхода в первоначальном изучении математики. Изд-во МГУ, 1966.

---

<sup>1</sup> Эта программа, до первого десятка включительно, в основном воспроизводит программу, разработанную Л. С. Георгиевым в цитированной диссертации.

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>Н. Н. Сацко, П. Я. Гальперин.</u> (Формирование двигательных навыков) <span style="float: right;">✓ 3</span>	
Н. Г. Салмина. Об изучении чисел и действий с ними в начальной школе . . . . .	72
В. П. Сохина. Психологические основы формирования начальных математических понятий . . . . .	117