

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК  
РСФСР

---

ОТДЕЛЕНИЕ МЕТОДИК ПРЕПОДА-  
ВАНИЯ ОСНОВНЫХ ДИСЦИПЛИН В  
НАЧАЛЬНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

4

МОСКВА 1946 ЛЕНИНГРАД

ВОПРОСЫ  
МЕТОДИКИ МАТЕМАТИКИ, ХИМИИ,  
БИОЛОГИИ

ТРУДЫ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ  
АПН РСФСР

*Под общей редакцией  
директора института  
члена-корреспондента АПН РСФСР*  
**В. Н. МАРКОВА**

---

---

*Разрешено к печати  
Редакционно-издательским советом  
Академии педагогических наук РСФСР*

## СОДЕРЖАНИЕ

|  | Стр. |
|--|------|
| Предисловие . . . . .  | 3    |
| О формализме в школьном преподавании математики —<br><i>А. Я. Хинчин</i> . . . . .                           | 7    |
| Операторное истолкование числа в курсе элементарной<br>математики — <i>И. В. Арнольд</i> . . . . .           | 21   |
| Проблема изображения пространственных фигур в усло-<br>виях преподавания — <i>Н. Ф. Четверухин</i> . . . . . | 27   |
| Методы научного исследования в области методики<br>химии — <i>С. Г. Шаповаленко</i> . . . . .                | 49   |
| Основные принципы построения учебника химии —<br><i>Ю. В. Ходаков</i> . . . . .                              | 95   |
| Научные основы методики преподавания естествознания<br>в начальной школе — <i>М. Н. Скаткин</i> . . . . .    | 111  |
| Борьба за преподавание основ дарвинизма в русской<br>средней школе — <i>М. И. Мельников</i> . . . . .        | 177  |

---

Редактор *В. М. Васильева*

Техн. редактор *В. П. Гарнек*

---

Подписано к печати 10/IV 1946 г. Тираж 5000 А 01868 Форм. бум.  $170 \times 108 \frac{1}{16}$  П. л.  $12 \frac{3}{4}$   
Уч.-изд. л. 17,2 Кол. печ. зн. в 1 п. л. 44688 Заказ № 3034

---

1-я типография Гизлегпрома, Ленинград, Садовая ул., 55/57

### ПРЕДИСЛОВИЕ

Четвертый выпуск «Известий Академии педагогических наук РСФСР» представляет собой сборник научных статей по вопросам методики математики, химии и биологии.

Статьи являются результатом теоретического анализа процесса обучения и обобщения опыта, накопленного передовым учительством.

В статье члена-корреспондента Академии наук СССР А. Я. Хинчина «О формализме в школьном преподавании математики» раскрывается сущность формализма и указывается ряд причин его возникновения. Автор статьи предлагает и некоторые мероприятия, как программного, так и методического характера, которые могут помочь изжитию формализма в преподавании математики.

В статье справедливо указывается, что «все известные нам высказывания, оценивающие качество математической подготовки оканчивающих среднюю школу, сходятся на том, что одним из самых распространённых и тяжёлых недостатков этой подготовки до сих пор остаётся формализм математических знаний и навыков». Формализм «тормозит работу окончивших среднюю школу в высших учебных заведениях» и вредит делу «формирования научного мировоззрения учащихся».

Рассматривая вопрос о причинах формализма, автор считает, что они могут корениться «либо в характере самого преподаваемого материала (т. е. в том, чему мы учим школьников), либо в методах преподавания (т. е. в том, как мы их учим)». В целях предупреждения формального усвоения математики учащимися автор предлагает «придать целеустремлённость тем разделам курса, где это легко может быть сделано и где этого не сделано до настоящего времени» (например, алгебраические преобразования); те разделы курса математики, «которые в пределах школы не находят себе достаточных связей и применений, и потому при всём методическом напряжении не могут быть усвоены с достаточной для их эффективности содержательностью и активностью, должны быть пересмотрены с точки зрения возможности их полного удаления из действующих программ» (например, комплексные числа, формула Бинома и др.); автор находит также необходимым, «чтобы идеей функциональной зависимости был проникнут почти весь курс алгебры, заключительная стадия курса арифметики и значительная часть курса тригонометрии» и, наконец, он рекомендует «ввести довольно радикальные изменения в порядок преподавания геометрии» и в этих целях систематический курс геометрии начинать с VIII класса.

В заключительной части статьи трактуется о том, «какие из господствующих методических традиций могут способствовать развитию формалистических тенденций и как они должны быть изменены для

того, чтобы знания учащихся могли обрести максимальную предметность и действенность».

В статье доктора педагогических наук, проф. И. В. Арнольда «Операторное истолкование числа в курсе элементарной математики» содержится анализ причин известных методических затруднений, связанных с изложением учения о дробях в курсе арифметики, теории отрицательных чисел, а также действий над радикалами и теории логарифмов в курсе алгебры. На основе операторного истолкования числа в статье рассматривается ряд конкретных методических предложений, имеющих целью устранить связанные с упомянутыми трудностями дефекты обычного изложения предмета и обеспечить связь между усвоением формально-логической стороны дела и развитием конкретных представлений учащихся.

Автор исходит из того, что «самые значительные трудности в преподавании элементарной арифметики и алгебры связаны с расширением понятия числа». Эти трудности усугубляются «обычными способами обозначения и выражения, нередко заимствованными из иностранной литературы и в корне противоречащими как духу русского языка, так и психологии восприятия учащимися основных математических понятий». Меры, предложенные автором в целях устранения целого ряда дефектов в школьном преподавании математики, имеют, безусловно, прямое отношение к борьбе с формализмом. Они помогут более осмысленному и прочному усвоению учащимися математических знаний и навыков.

Статья доктора математических наук, проф. Н. Ф. Четверухина «Проблема изображения пространственных фигур в условиях преподавания» отвечает одной, давно назревшей потребности в школьном преподавании геометрии. Известно, что все преподаватели широко пользуются чертежом на классной доске. Возникает вопрос: как, по каким правилам выполнять такие чертежи пространственных фигур? Методы, разработанные начертательной геометрией (главным образом в технических целях), неприменимы в условиях педагогического процесса. Ни научная, ни учебно-методическая литература до сих пор не внесли в это дело ничего нового. Преподаватели математики поэтому чертят изображения пространственных фигур совершенно произвольно и допускают при этом многочисленные ошибки, искажающие пространственную интуицию учащихся. Автор анализирует поставленную проблему и устанавливает, каким требованиям должны удовлетворять изображения пространственных фигур в условиях преподавания и как должна быть изменена, согласно этим требованиям, схема проектирования. На ряде примеров, автор показывает преимущество предлагаемого им метода.

В статье кандидата педагогических наук С. Г. Шаповаленко «Методы научного исследования в области методики химии» освещается круг вопросов, далеко выходящих за пределы методики химии и представляющих собой несомненный интерес для всех, кто занимается разработкой научных основ методик.

Исходя из определения, что «методика преподавания химии является педагогической наукой, изучающей процесс обучения основам химии и разрабатывающей его в соответствии с развитием химической науки и согласно изменяющимся требованиям советского государства к воспитанию подрастающего поколения», автор устанавливает предмет методики химии и раскрывает её основную задачу: «вооружить учителей передовой теорией обучения, т. е. теорией, идущей впереди практики, показывающей пути и способы поднятия практики до уровня изменяющихся требований советского общества».

«Для изучения своего предмета методика химии должна располагать определёнными, проверенными на практике методами научного исследования». Приступая к конкретному изложению вопроса о методах научного исследования, автор прежде всего указывает на необходимость применения марксистского диалектического метода в исследовании вопросов методики химии. Далее автор детально анализирует систему «частных методов» исследования, классифицируя их в трёх группах (наблюдение, методы теоретического исследования, эксперимент) и выясняет, «для исследования каких проблем пригоден каждый метод, что и при каких условиях он может дать, в какой связи с другими методами он должен применяться». После детального рассмотрения каждого из частных методов в их взаимосвязи, автор конкретизирует всё сказанное на примере изучения эффективности учебной работы по химии. Он рассматривает опыт анализа знаний и навыков учащихся путём научно поставленных письменных работ разных видов, устного опроса учащихся, индивидуальных бесед, решения задач и т. п. Эта часть статьи, помимо поучительных выводов из практики интересно и глубоко поставленной научной работы, в то же время освещает и фактическое состояние знаний и навыков учащихся по некоторым, весьма важным разделам курса химии в средней школе.

Вся статья в целом, таким образом, кладёт начало разработке научных основ методик, как педагогических дисциплин, причём автор имеет в виду «не столько разрешить, сколько поставить в свете марксистско-ленинской теории познания проблемы научных методов исследования в области методики химии, полагая, что успешное разрешение этой проблемы потребует участия многих научных работников и, главное, развития исследовательских работ».

В статье «Основные принципы построения учебника химии» проф. Ю. В. Ходаков для оценки правильности решения проблемы построения учебника выдвигает два основных критерия: «принцип доказательности и принцип единства теории и опыта». При этом не упускаются из виду и общедидактические требования «логической последовательности, отсутствия разрывов в развёртывании учебного материала и постепенности перехода от известного к неизвестному, от лёгкого к трудному».

Под принципом доказательности автор понимает «требование, чтобы каждое утверждение вытекало логически однозначно и наглядно из своих предпосылок,— из опыта, проделанного самим учеником или показанного и обсуждённого на уроке, или из другого надлежащим образом мотивированного и усвоенного учеником утверждения».

В беглом очерке истории учебника химии автор показывает, что на первых порах, т. е. в то время, когда химия носила по преимуществу описательный характер и в науке господствовал метафизический способ мышления, учебники химии носили также метафизический характер: в них отсутствовала связь между теоретическим и эмпирическим материалом. В настоящее время задача, по мнению автора, заключается в том, чтобы в учебнике в максимальной степени обеспечивалось единство теории и опыта и тесное взаимопроникновение их. «Тогда мы,— утверждает автор,— придём к диалектическому типу учебника, прообразом которого является гениальное творение Д. И. Менделеева «Основы химии».

Далее автор подвергает анализу с вышеуказанных точек зрения английские, американские, французские и немецкие учебники химии, сравнивая их в ряде случаев с учебниками химии советской школы. При этом особое внимание автор уделяет логической структуре учебни-

ков и удельному весу и качественному значению заключённого в них теоретического и эмпирического учебного материала.

В статье кандидата педагогических наук М. Н. Скаткина «Научные основы методики преподавания естествознания в начальной школе» сделана попытка рассмотреть процесс обучения естествознанию с его внутренней логико-психологической стороны. Основная задача обучения естествознанию в школе, как известно, состоит в том, чтобы передать учащимся важнейшие знания о природе, накопленные предшествующими поколениями. В результате обучения в сознании детей должна быть создана правильная картина мира. Автор показывает, что представления, понятия, законы природы нельзя механически вложить в головы учащихся, что их образование предполагает активный процесс мышления и деятельности самого ученика. Сущность методики обучения и состоит, по мнению автора, в руководстве учителя этим сложным познавательным процессом, совершающимся в сознании детей при обучении. Анализируя процесс обучения, автор излагает методические приёмы образования у детей представлений и понятий о природе. Большое внимание при этом уделяется вопросу о соотношении в обучении личного опыта ребёнка и обобщенного в науке опыта человечества. Специальную главу автор посвящает проблеме воспитывающего обучения. Свои теоретические положения он сопровождает изложением результатов своей многолетней экспериментальной работы. Рассматриваемые в статье вопросы представляют общедидактический интерес, «поскольку речь идёт об анализе процесса обучения, формирования представлений и понятий у учащихся и руководстве этим процессом».

Статья кандидата педагогических наук М. И. Мельникова «Борьба за преподавание основ дарвинизма в русской средней школе» представляет собой первый опыт освещения борьбы за преподавание основ дарвинизма в русской средней школе, начиная с 60-х годов XIX в. Вопрос этот имеет большое принципиальное значение, так как среди методистов биологии установилось мнение, что в царской России никакой борьбы за дарвинизм в школьном преподавании не было. Статья предназначена в первую очередь для научных работников (в области методики преподавания биологии), но с пользой может быть использована и учителями-практиками.

Таким образом, публикуемые работы кладут начало детальной разработке научных основ методик преподавания отдельных предметов учебного курса советской школы и, вместе с тем, помогут научным работникам и учителям развернуть борьбу за искоренение главного недостатка школы в настоящее время — формализма в обучении.

---

## О ФОРМАЛИЗМЕ В ШКОЛЬНОМ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ

А. Я. ХИНЧИН

действительный член АПН РСФСР

Все известные нам высказывания, оценивающие качество математической подготовки оканчивающих среднюю школу, сходятся на том, что одним из самых распространённых и тяжёлых недостатков этой подготовки до сих пор остаётся формализм математических знаний и навыков. Этот недостаток в почти равной мере препятствует достижению всех тех целей, какие ставит перед собой преподавание математики в школе. Прежде всего и острее всего это сказывается на непосредственном практическом применении приобретённых знаний и навыков. Тот, кто вынес из школы только внешние, формальные выражения математических методов, не усвоив их содержательной сущности, при встрече с реальной задачей будет, конечно, лишён возможности увидеть, какие из этих методов могут быть применены к её решению. Он не сумеет, как мы говорим, математически поставить практическую задачу; в значительной мере он окажется беспомощным и в решении этой задачи, так как у него не выработалось привычки реально осмысливать производимые формальные операции, вследствие чего ни интересы стоящего перед ним практического задания, ни даже математическое содержание возникшей проблемы не смогут руководить им при выборе этих операций.

Не в меньшей степени формализм математических знаний тормозит работу окончивших среднюю школу в высших учебных заведениях. Высшая математика, с которой они здесь встречаются, по самому духу своему не допускает внешнего, чисто формального подхода. Тот, кто всем своим предшествующим обучением приучен лишь к внешним выражениям, формальным концепциям математических понятий и математических истин, оказывается бессильным перед лицом живой, диалектической проблематики мира переменных величин, где ничего нельзя понять, если не умеешь неотрывно связывать внешний, формальный аппарат со стоящей за ним математической реальностью; а этого-то как раз и не умеет делать тот, кто привык лишь внешним образом усваивать понятия математики и связывающие их закономерности.

Не менее тяжёлым следствием формализма математических знаний мы должны, наконец, признать и почти полную мертвенность, бесполезность такого рода знаний в деле формирования научного мировоззрения учащихся, в деле их идейного, общекультурного воспитания, — в том деле, которое должно являться одной из важнейших задач нашей общеобразовательной школы. Вряд ли надо доказывать, что знания и навыки, связанные лишь с внешней формой изучаемого предмета



и оторванные от его содержания, ни в какой мере не могут влиять на идейное воспитание ученика, на формирование его мировоззрения. В лучшем случае они способны только стимулировать тренировку чисто формальных мыслительных способностей.

Таким образом, формальный характер приобретаемых учениками математических знаний и навыков действительно служит существенным препятствием на пути ко всем тем целям, какие ставит себе наша общеобразовательная школа. Нет и не может быть поэтому разногласий в вопросе о необходимости и неотложности борьбы с этим явлением. Однако для того чтобы такая борьба имела шансы на успех, она должна вестись не кустарно, а на прочных научных основаниях. Вряд ли было бы здесь уместно ограничиться призывом к учителям или составлением скороспелых методических документов, содержание которых по необходимости не выходило бы за пределы давно и всем известных банальностей. Необходимо прежде всего глубокий научный анализ того явления, против которого мы хотим бороться; надо вскрыть сущность, найти все характерные черты формализма; необходимо тщательным исследованием отыскать его глубокие корни и его ближайшие причины, и лишь после этого перейти к научному обоснованию наиболее эффективных приёмов борьбы с ним.

Во всех этих исследованиях теоретическая мысль методиста должна работать рука об руку с наблюдением и экспериментом. Значительная трудоёмкость такого солидного подхода к проблеме не должна нас останавливать, если мы действительно хотим в этом деле вести борьбу на уничтожение, а не ограничиваться рядом мелких кустарно сработанных заплат, действенность которых не имеет никакой солидной гарантии. Я думаю, в частности, что математический кабинет Института методов обучения Академии педагогических наук РСФСР имеет все основания сделать эту задачу в ближайшие годы одной из своих центральных проблем, и привлечь к её решению ряд кафедр наших сильнейших педагогических институтов.

Надо признать, что до сих пор задача эта даже ещё не поставлена как научная проблема. В настоящей моей статье я не собираюсь дать что-либо окончательное, какие-либо дефинитивные выводы хотя бы по одному из возникающих здесь вопросов. Я вижу свою задачу совсем в другом: я хочу предложить лишь некоторый собранный и продуманный мною материал, отдельные соображения весьма предварительного характера; я хотел бы, чтобы эти мои соображения вызвали по возможности оживлённую дискуссию. Если в ходе дискуссии удастся нащупать, уловить контуры основных подходов к поставленной задаче, а вместе с тем и привлечь к ней внимание широких кругов педагогической общественности, то это — всё, на что я могу рассчитывать.

Я перехожу теперь к основной задаче — к вопросу о том, в чём состоит формализм математических знаний. Чтобы вскрыть сущность какого-нибудь сложного явления, часто бывает полезно внимательно проанализировать его на небольшом числе особо ярких конкретных примеров, типичных для практики. Мы начнём поэтому с перечисления нескольких таких примеров.

1. Ученик, быстро и правильно отвечающий на вопрос «что такое логарифм?», в то же самое время не может, даже после довольно длительного обдумывания, справиться с заданием: «вычислить без помощи таблиц  $10^{\lg 7}$ ».

2. Ученик, правильно начертив график логарифмической функции и имея его перед глазами, не может ответить на вопрос о том, что

происходит с логарифмом числа, когда это число, убывая, приближается к нулю.

3. Ученик, легко решающий некоторую систему уравнений с неизвестными  $x$  и  $y$ , в недоумении останавливается перед той же системой, если обозначить в ней неизвестные через  $k$  и  $l$ .

4. Ученик, правильно доказывающий геометрическую теорему при некотором привычном расположении чертежа, не может повторить доказательства при другом, равноправном расположении этого чертежа.

Вглядевшись внимательно в эти, а также и в другие подобные им примеры, мы убеждаемся, что для всех случаев этого рода характерно некое нарушение в сознании учащегося правильного взаимоотношения между внутренним содержанием математического факта и его внешним выражением (словесным, символическим или наглядно-образным). Это правильное взаимоотношение должно, разумеется, состоять в том, что основным объектом изучения служит самый факт, т. е. внутреннее содержание его: внешнее же выражение (словесная формулировка, символическая запись, чертёж) является лишь средством, орудием для усвоения, запоминания и передачи этого содержательного факта. Между тем, в приведенных нами примерах (и во всех других им подобных) это правильное взаимоотношение подвергнуто радикальному искажению. Внешнее выражение математического факта занимает не ту подчинённую роль, какая свойственна ему по природе, а становится самодовлеющим фактором, часто господствующим над внутренним содержанием. В первых двух примерах содержание соответствующих научных фактов вообще отсутствует в сознании учащегося. Ученик, не умеющий найти  $10^{\lg 7}$ , фактически не знает, что такое логарифм, как бы твёрдо он ни вызубрил соответствующее определение. Это определение остаётся для него пустой фразой, ничем не связанной с подлинным содержанием понятия логарифма (ибо для решения поставленной задачи необходимо только знать, что такое логарифм). Точно так же во втором примере ученик, запомнив чертёж, изображающий поведение логарифмической функции, в то же время фактически не знает этого поведения.

Несколько отличную картину видим в двух последних примерах. Здесь содержание математического факта, метод решения той или другой задачи хотя и присутствуют в сознании учащегося, но оказываются прикованными к совершенно определённым, застывшим, неизменным внешним выражениям; всякая попытка заменить такое внешнее выражение другим, равноценным или даже лучшим, приводит к тому, что из сознания ученика вместе с привычной формой выбрасывается и содержание математического факта, случайное, иногда даже неудачно выбранное внешнее выражение — обозначение, чертёж — становится обязательным звеном, связующим математический факт с сознанием учащегося; связь эта нарушается при замене такого случайного внешнего выражения каким-либо другим.

Мы видим, таким образом, что для всех проявлений формализма характерно неправомерное доминирование в сознании и памяти учащихся привычного внешнего (словесного символического или образного) выражения математического факта над содержанием этого факта. Такое доминирование неправомерно не только потому, что при нормальной ориентации сознания содержание изучаемого предмета должно быть для него (для сознания) главным объектом внимания, но и потому, что внешнее выражение, к которому при формальном подходе приковано сознание, является случайным, одним из обширного множества равноправных между собой

внешних выражений, а поэтому подчинять ему в том или другом виде стоящий за ним определённый содержательный факт — значит лишать знакомство с этим фактом какой бы то ни было прочности и устойчивости.

Мы видели, что такое гипостазирование внешнего выражения в разных случаях может иметь разные последствия. Иногда внешнее выражение подменяет собою содержательный смысл, совершенно выпадающий из сознания учащегося; иногда же оно приобретает неправомерное господство над выражаемым им содержательным фактом. Но в основе всех этих явлений лежит одна и та же причина, которую мы точно формулировали выше и в которой мы и должны поэтому видеть сущность общего явления формализма математических знаний.

\* \* \*

Для организации успешной борьбы с формализмом необходимо со всею тщательностью избегать смешения этого порока с другими распространёнными дефектами математической подготовки учащихся. В частности, у нас нередко смешивают формализм математических знаний с явлением отрыва математической теории от практики. Это последнее явление, также распространённое в нашем школьном обучении, является, конечно, подобно формализму, его тяжёлым пороком. Однако, смешение этих двух недостатков, недостаточное понимание имеющихся между ними существенных различий принесло бы только вред делу борьбы с обоими дефектами. Необходимо поэтому подвергнуть исчерпывающему анализу вопрос о взаимоотношении между формализмом и отрывом теории от практики в математической подготовке учащихся.

Дело обстоит, при некотором, вполне допустимом в данный момент упрощении, следующим образом. В математике, как во всякой науке, исходным источником знания, первой ступенью его служит внешний мир, объективная материальная действительность; абстрагированные от неё отношения и формы, т. е. содержательные математические понятия и закономерности, образуют в построении здания математики его вторую ступень; наконец, используемые математикой в целях научного анализа внешние выражения этих понятий и закономерностей, весь арсенал её формально-символических записей, дефинитивно-чётких словесных формулировок и наглядных образов составляют собой третью, внешне-формальную ступень этого здания. Первая ступень есть для математики источник её исследований; вторая образует собою подлинный предмет этих исследований, а третья служит их орудием. Отрыв теории от практики означает разрыв связи между первой и второй ступенями, отрыв математического исследования от его живого источника — материальной действительности. Напротив, явление формализма есть нарушение правильной связи между второй и третьей ступенью. Орудие исследования здесь как бы перестаёт быть орудием и становится самоцелью, а подлинный предмет исследования более или менее выхолащивается. Заучивается и запоминается внешнее, формальное, символическое выражение содержательного математического факта, сам же этот факт либо вовсе отсутствует в сознании, либо присутствует вне всякой связи со своим формальным выражением, никак не ассоциируется с ним в представлении учащегося.

Таким образом, оба явления — и формализм, и отрыв теории от практики — знаменуют собою нарушение правильной связи между различными частями той цепи, которую образуют собою вышеуказанные ступени математического познания. Однако, разрыв этой цепи в этих двух

случаях происходит в различных её местах. В то время как отрыв теории от практики означает нарушение связи между первой и второй ступенями, формализм математических знаний состоит в искажении правильного взаимоотношения между двумя высшими ступенями, в неправомерном доминировании третьей, внешне-формальной ступени над второй, математически-содержательной. Само собою разумеется, что, приковывая внимание учащегося к внешнему выражению математических фактов и тем самым отвлекая его от содержания этих фактов, формализм этим косвенным путём делает всю математическую подготовку учащихся и практически бездейственной: третья ступень, будучи оторванной от второй, не может иметь никакого контакта и с первой ступенью — материальной действительностью. Однако непосредственно формализм есть всё же отрыв внешнего выражения от математического содержания соответствующего факта, а не от его материального истолкования или воплощения. Поэтому для организации успешной борьбы с формализмом необходимо тщательно избегать смещения его с явлением непосредственного отрыва математической теории от жизненной практики.



Иногда приходится встречаться и с гораздо более тяжёлыми недоразумениями в понимании сущности формализма. Так, формализм математических знаний порою смешивают с обязательным для всех ступеней математической науки требованием формально-логической строгости её умозаключений. Борьбу с формализмом хотят понимать как борьбу за изгнание из школьного преподавания математики требований формально-логической строгости обоснования математических истин. Грубая вульгаризация проблемы, основанное на терминологическом созвучии элементарное смешение здесь настолько очевидно, что вряд ли стоит останавливаться на этих тенденциях. Это похоже на то, как если бы мы в порядке борьбы с идеализмом потребовали изгнания из школьного преподавания всякой и д е й н о с т и.

Ещё более вульгарны некоторые выступления, в которых под флагом борьбы с формализмом раздаются обвинения против самой математической науки, преподаваемой в школе: ей ставится в вину абстрактный характер её понятий и закономерностей. Попытки этого рода следовало бы, во избежание грубых методологических и педагогических искажений, пресечь раз и навсегда.

Согласно классическому определению Энгельса, к которому современная наука почти ничего не имеет добавить, предметом изучения математики служат количественные отношения и пространственные формы материального мира. Эти отношения и формы составляют собой содержание математических понятий — таких понятий, как число, уравнение, функция, предел, точка, линия, угол, треугольник, круг, и т. п. Законам материального мира в математике соответствуют связи абстрактно-логического характера между математическими понятиями — математические истины, называемые аксиомами и теоремами. Таким образом, основные понятия математики и основные соотношения между ними рождаются путём абстракции, отвлечения от существующих в реальном, материальном мире количественных отношений и пространственных форм. Обратное, выводы математической науки находят себе интерпретацию в свойствах предметов внешнего мира и применяются к изучению этих предметов и практическому овладению ими. Во всём этом находит себе выражение единство, слиянность теории и практики в математике.

Напротив, внутреннее развитие самой математической науки, логическое развитие её понятий, дедукция её закономерностей может происходить и фактически происходит обособленно от первоначальной материальной базы этих понятий и закономерностей, в чисто абстрактном плане. Раздававшееся иногда требование сохранения связи с материальной интерпретацией на всех этапах математического рассуждения и соответствующие обвинения математической науки в «отрыве теории от практики» следует признать грубой вульгаризацией марксистских установок. Энгельс указывает по этому поводу с предельной ясностью: «Чтобы изучить эти формы и отношения в их чистом виде, следует их оторвать совершенно от их содержания, устранить его, как нечто безразличное для дела».

\* \*  
\*

После этих соображений, касающихся сущности формализма, мы должны обратиться к вопросу о причинах этого явления. Причины эти могут очевидно корениться либо в характере самого преподаваемого материала (т. е. в том, чему мы учим школьников), либо в методах преподавания (т. е. в том, как мы их учим). Я думаю, все мы согласны в том, что на самом деле имеют место причины как первой, так и второй группы, и различие мнений может быть лишь в вопросе о сравнительном весе причин этих двух групп. По моему мнению, основные определяющие причины заложены уже в характере программного материала, выбор которого имеет тенденцию стимулировать формальный характер знаний независимо от методов преподавания. Может быть, здесь играет роль не столько самый текст наших программ, сколько традиционное истолкование этого текста, традиционное подчёркивание одних (формальных) моментов за счёт игнорирования других (содержательных); впрочем, и недвусмысленное текстуальное содержание программы все же имеет здесь немаловажное значение. Что касается методики преподавания, то и она во многих случаях способствует развитию формалистических тенденций, однако, роль её в этом развитии всё же, пожалуй, меньше, чем роль программного материала. Чтобы аргументировать это своё мнение, я приведу теперь ряд важнейших на мой взгляд моментов как в программном материале, так и в традиционных методических приёмах, — моментов, способных породить или поощрять формальный характер знаний и навыков учащихся. Приводимые мною моменты должны служить лишь примерными, список их ни в какой мере не претендует на полноту.

1. Даже при беглом обзоре наших программ бросается в глаза, что ряд разделов лишён ясной целеустремлённости, причём этот дефект в такой мере присущ самому программному материалу, что никакая самая умелая методика преподавания не в силах здесь ничего исправить. В особенности это касается курса алгебры и отчасти курса тригонометрии. Известно, какое значительное место отводится в курсе алгебры так называемым «алгебраическим преобразованиям». Не может быть сомнений в том, что беглое владение алгебраическими преобразованиями входит в число элементарных навыков, обязательных для каждого школьника; но неужели можно признать лучшим способом внедрения этих навыков то, что у нас практикуется — многомесячное, изо дня в день повторяющееся проведение преобразований ради преобразований, при котором даже не ставится вопрос о том, для чего это нужно. Учащихся без конца заставляют разлагать многочлены на множители, употребляя для этого хитроумнейшие приёмы, но никогда не

указывая, для чего всё это нужно. Мало того, во всём разделе алгебраических преобразований полностью отсутствует какая бы то ни было целевая установка. Ясно, что одно и то же выражение может быть преобразовано весьма многими различными способами; совершенно неясно, какой из них имеется в виду, когда требуется «преобразовать» это выражение; столь же неясно, почему требуется именно этот способ преобразования, а не какой-либо другой; мы не говорим уже о том, что ни в одном случае учащийся не понимает, для чего вообще надо данное выражение преобразовывать. То же отсутствие какой бы то ни было общей тенденции мы встречаем и в задачах на доказательство тригонометрических тождеств. Далее, в пределах школьного курса остаётся почти бесцельным введение комплексных чисел; эти вычурные и парадоксальные в глазах школьника числа исторически, как известно, лишь с большим трудом и тяжёлой борьбой пробили себе дорогу, и победили только тогда, когда стала ясной целесообразность и даже необходимость включения их в число объектов математической науки. Но в пределах школьного курса сознание этой необходимости не может стать достоянием учащегося и, как бы мы ни строили преподавание, комплексные числа останутся для него причудливым разделом курса, лишённым всякой целесообразности. А как обстоит дело с формулой бинорма? Краткое и простое выражение  $(a + b)^n$  зачем-то преобразуется, с помощью весьма сложных рассуждений, в другое, длинное, громоздкое и трудно запоминаемое выражение, которое однако велит помнить со всеми подробностями, причём ради этого преобразования предварительно изучается целый абстрактный и трудный раздел — комбинаторика (никаких других приложений и связей в рамках школьного курса не имеющий); ни одного применения эта биномиальная формула в пределах школьного курса себе не находит, и для учащихся, которые в дальнейшем не будут изучать высшей математики, она на всю жизнь останется ярким образцом затраченных впустую больших усилий<sup>1</sup>.

Следует ли удивляться, что при таком положении школьное преподавание математики становится рассадником формализма? Можем ли мы рассчитывать, что при самом хорошем преподавании в сознание учащихся прочно и по существу войдут такие математические понятия, закономерности и приёмы, цель введения которых остаётся непонятной, которые не возбуждают самостоятельного интереса, не импонируют непосредственно своей значительностью, и в то же время в пределах школьного курса не имеют сколько-нибудь значительных связей и применений? Думать так явно означало бы не считаться с элементарнейшими законами психологии познания. Ведь и мы, научно работающие математики, хорошо знаем по своему личному опыту, что от усвоенных нами в прошлом такого рода научных фактов в нашей памяти в лучшем случае остались только их внешние, формальные выражения. Тем более невозможно заставить прочно укорениться в ещё неокрепшем сознании школьника такой математический факт, который по своему положению в программе не может вызвать в нём заинтересованности, с которым учащийся не может активно и целеустремлённо работать. Сознание ученика с психологической неизбежностью идёт в таких случаях по линии наименьшего сопротивления — он старается сохранить в памяти хотя бы внешние, формальные

<sup>1</sup> Хорошо было бы, по нашему мнению, в программу вместо этой формулы (или хотя бы наряду с ней) ввести элементы теории вероятностей — живой, с формальной стороны предельно простой материал, являющий собою гораздо более убедительное применение формул комбинаторики и вместе с тем допускающий сколько угодно прямых практических иллюстраций.

выражения ускользающих от него по своей неактуальности научных закономерностей.

2. За последние годы некоторые из важнейших вопросов курса алгебры, остававшиеся прежде распылёнными среди различных разделов программы, были выделены в самостоятельные темы. Сюда относятся учение о функциональной зависимости, теория неравенств и исследование уравнений. Это выделение явилось следствием признания особой важности выделяемых вопросов, и имело целью сделать изучение их более систематическим, а соответствующие знания учащихся — более прочными и глубокими. Однако, эффект проведённой реформы оказался прямо противоположным ожидаемому. Причины этого весьма убедительно вскрыл в своей диссертации один из наших лучших методистов — И. Ф. Слудский. Оказывается, наши учителя в массе поняли это выделение как запрещение говорить (или по меньшей мере как разрешение не говорить) об этих вещах в других частях курса. Что же получилось? Все мы знаем, в какой мере почти все разделы элементарной математики, будучи освещены и проникнуты идеей функциональной связи, выигрывают в доходчивости, наглядности, конкретной ясности, действенности и привлекательности. А тут — уравнения первой степени без линейной функции, уравнения второй степени без квадратичной функции, логарифмы без логарифмической, обобщённые показатели без показательной функции; даже в тригонометрии функциональная точка зрения в значительной мере выхолащивается. Это изъятие из многообразного материала наших программ как раз того элемента, который согревал его тёплым дыханием жизни, живой и конкретной динамикой, с неукладывающейся ни в какие застывшие, мёртвые схемы текучестью, — этот недалёковидный маневр с неизбежной закономерностью повлёк (и до сих пор влечёт) за собою значительную формализацию подхода к основным темам программ курсов алгебры и тригонометрии и тем самым способствовал формализму математических знаний учащихся. То же самое, хотя и в несколько меньшей степени, относится и к теории неравенств и к исследованию уравнений. Мы имеем здесь снова два таких круга идей, присутствие которых в любом разделе курса придаёт ему значительную конкретность и содержательность. А между тем мы знаем примеры того, что наши учителя считают себя не в праве пользоваться в VII классе знаками  $>$  и  $<$  (которые с пользой можно было бы ввести в постоянное употребление уже с I—II классов) на том основании, что «неравенства проходятся позже». Исследование уравнений должно было бы сопровождать решение этих уравнений на всех этапах курса. В какой мере такой путь способствует повышению конкретности и привлекательности задач на решение уравнений, убедительно показывает превосходный алгебраический задачник Обера и Папелье, изданный Учпедгизом, где этот приём последовательно проведён на всём протяжении книги.

3. Переходя теперь к программе курса геометрии, я считаю, в согласии со многими другими высказываниями по этому вопросу, что принятая у нас система, при которой «систематическое» (т. е. претендующее на формально-логическую строгость) изложение геометрии начинается с шестого года обучения, в корне порочна, и в частности весьма способствует развитию формализма в знаниях учащихся. Во-первых, формально-логические доказательства навязывают здесь учащимся в таком возрасте, когда в них не назрела ещё мыслительная потребность, когда наглядное рассмотрение обладает ещё исчерпывающей убедительностью. Это насилие над естественным возрастным состоянием сознания ведёт лишь к тому, что формально-логическое обоснова-

ние предметно очевидных истин воспринимается учащимися, как нечто по существу ненужное, как мудрствование, которому приходится следовать лишь в порядке школьной дисциплины, во избежание плохих отметок. Такое положение прежде всего неизбежно подрывает авторитетность преподавания, а затем с той же неизбежностью ведёт к тому, что школьник произвольно идёт в усвоении этих ненужных в его понимании рассуждений по линии наименьшего сопротивления, сохраняя в памяти лишь внешнюю, формальную их структуру. Ведь и мы, научно работающие математики, знаем и помним, как трудно запоминаются доказательства как раз наиболее самоочевидных предложений, и какая научная культура требуется для того, чтобы усвоение таких доказательств могло происходить на надлежащем уровне. Во-вторых, принятая у нас система преподавания геометрии ведёт к тому, что учащийся, прежде чем перед его глазами предстанут наглядно впечатляющие геометрические образы — круги, эллипсы, многоугольники, цилиндры, призмы, конусы, пирамиды, многогранники, шары и т. д., — вынужден долго, целыми годами кропотливо возиться со скучным, дающим лишь весьма скудную пищу геометрическому воображению материалом — параллельными и перпендикулярными прямыми на плоскости, взаимным расположением прямых и плоскостей в пространстве и т. п. Снова и снова мы стоим перед лицом такой ситуации, когда как бы нарочно из преподаваемого на данной возрастной ступени материала выбрасывается всё то, что может способствовать живому, активному интересу к предмету, а тем самым и его содержательному, свободному от формализма усвоению, и, напротив, сохраняется и культивируется только то, что может быть усвоено лишь с преодолением вполне естественного в данном возрасте отвращения.

Таковы, на мой взгляд, основные дефекты программного материала, ведущие к формализму математических знаний учащихся. Что нужно и можно сделать для их исправления? Ответ на этот вопрос совершенно ясен из всего предыдущего. Необходимо, во-первых, придать целеустремлённость тем разделам курса, где это легко может быть сделано и где этого не сделано до настоящего времени. Прекрасный пример такого рода сдвига представляет собою изложение отдела преобразований рациональных выражений в недавно изданном курсе алгебры Александрова и Колмогорова; здесь с самого начала чётко указана общая цель всех такого рода преобразований — приведение любого рационального выражения к отношению двух многочленов: сравнительная простота этого последнего вида в глазах школьника является достаточным мотивом предпринимаемых преобразований, и в каждой отдельной задаче он знает, к чему и для чего он должен стремиться. Те же разделы курса, которые в пределах школы не находят себе достаточных связей и применений, и потому при всём методическом напряжении не могут быть усвоены с достаточной для их эффективности содержательностью и активностью, должны быть пересмотрены с точки зрения возможности их полного удаления из действующих программ. Я беру на себя смелость рекомендовать в этом деле достаточную беспощадность; те из учащихся, которые будут изучать математику в высшей школе, смогут усвоить там и эти выкидываемые разделы с несравненно большей пользой, ибо там они сразу оживут в их сознании, станут действенным орудием их научной работы, благодаря большому числу конкретных и убедительных применений.

Во-вторых, необходимо, чтобы идеей функциональной зависимости был проникнут почти весь курс алгебры, заключительная стадия курса арифметики и значительная часть курса тригонометрии. Все мы хорошо



знаем, что даже в высшей школе (на математических факультетах университетов и педагогических институтов) нет ни одного курса, который в такой мере способствовал бы изжитию привычек формального отношения к предмету математики, созданию живого интереса и активно-творческого подхода к нему, как именно курс учения о функциях. Причина этого ясна: в теории функций формальный аппарат играет минимальную роль, и тот, чьё внимание способно приковываться только к внешнему выражению математических фактов, здесь вообще не сможет ступить ни одного шага; с другой стороны, динамическая природа идеи переменной величины по самой сущности своей наилучшим образом приспособлена к тому, чтобы ломать любые застывшие формы; именно с этой идеей, как это было неоднократно высказываемо основоположниками марксизма, в математику входит диалектика — это лучшее орудие борьбы против всех формалистических уклонов. Подобным же образом, оперирование с неравенствами должно пронизывать собою весь курс математики, ибо уже самые понятия «больше» и «меньше» необходимо ассоциируются в сознании учащихся с вполне конкретными, жизненно полнокровными представлениями. Знаки неравенства и простейшие свойства неравенств могут быть усвоены уже на самой ранней ступени обучения, и их усвоение при методически правильном подходе несомненно должно дать полноценный эффект. Решение же неравенств, содержащих неизвестные, должно проводиться параллельно с решением уравнений соответствующих степеней. Исследование уравнений точно так же должно быть проводимо на протяжении всего курса в связи с их решением. В особенности решение всякого буквенного уравнения, сопровождаемое детальным исследованием, примет благодаря этому содержательно-конкретный облик и окажется с необходимостью вырванным из тех формальных рамок, в которых оно могло бы застыть без такого исследования. Интересно ещё отметить, что выделение задачи исследования уравнений в особняком стоящую тему неправомерно уже потому, что ни один учебник не даёт — и не может дать — вразумительного ответа на вопрос о том, что такое исследование уравнений; фактически под этим термином в различных случаях понимаются совершенно различные задачи, которые никак не удаётся включить в единую общую схему.

Наконец, в-третьих, я считал бы необходимым внести довольно радикальные изменения в порядок преподавания геометрии. В семилетней школе курс геометрии должен начинаться как можно раньше, во всяком случае в пределах начальных классов, и продолжаться до окончания семилетки. Структура этого курса должна определяться предметными и педагогическими, а не логическими соображениями. Нет никаких препятствий к тому, чтобы дети в рамках этого курса уже на самой ранней ступени познакомились с простейшими свойствами многогранников, круглых тел и т. п. Разумеется, в основе этого курса должен лежать открытый и принципиальный отказ от требования формально-логических доказательств. Это не значит, что доказательств всюду следует избегать; но вводить их нужно с большой осторожностью и постепенностью и только в тех пунктах, где учащиеся способны ощутить в них потребность; ясно, что дело это требует углублённой подготовки и большого педагогического такта. Вначале логические доказательства полностью отсутствуют, в дальнейшем они начинают встречаться, сперва редко, потом всё чаще и чаще. И только не ранее VIII класса я считал бы возможным начать так называемый «систематический» курс геометрии, где все заключения должны быть логически обоснованы. Я не сомневаюсь, что при таком построении курса геометрии

(которое, кстати сказать, отнюдь не является методической новинкой, но нередко встречается в зарубежной школе) тяжёлые явления формализма геометрических знаний встречались бы значительно реже, чем мы это наблюдаем теперь.

Переходим к рассмотрению вопроса о том, какие из господствующих методических традиций могут способствовать развитию формалистических тенденций и как они должны быть изменены для того, чтобы знания учащихся могли обрести максимальную предметность и действенность. Кое-что в этом направлении уже вытекает из предыдущего. Мы слишком мало заботимся о том, чтобы цель производимых математических операций, усваиваемых понятий и закономерностей в каждый момент ясно стояла перед глазами учащихся. В тех же случаях, когда целевая установка и содержательное значение изучаемого раздела курса, как нам кажется, достаточно разъяснены учащимся, мы слишком часто успокаиваемся на этом и не видим необходимости при решении отдельных задач или доказательств отдельных теорем вновь и вновь подчёркивать эту целевую установку, отмечать роль и значение доказываемой теоремы в общем плане раздела, выяснять её связи и взаимоотношения с другими, ранее усвоенными понятиями, предложениями, задачами. А между тем, на всё это нельзя жалеть ни времени, ни усилий, ибо наличие в сознании учащихся ясного представления о роли и месте различных звеньев изучаемой теории в общем её виде всегда в сильной степени способствует предметному, содержательному усвоению и запоминанию этих отдельных звеньев. Понимать «что к чему» — это уже солидная прививка против формализма.

Однако главное всё же не в этом. Внимательно анализируя свой личный опыт, все мы единодушно сходимся на том, что реально и действительно сохраняются в нашей памяти с неизменной регулярностью только те научные факты, которые в свое время становились для нас предметом или орудием нашей собственной работы, нашей творческой активности. Книга или статья, хотя бы трижды внимательно прочитанная, неизбежно быстро будет забыта, если материал её был воспринят только пассивно, если содержание её не стало для нас сырьём или орудием нашей собственной активной, творческой работы. Лично у меня, под действием многолетнего опыта, давно уже сложилось обыкновение работать над изучаемым материалом следующим образом. Если я заинтересован в том, чтобы по существу, а не только формально усвоить и сохранить в памяти содержание какой-нибудь научной статьи, я прочитав, откладываю её в сторону, и с бумагой и карандашом стараюсь воспроизвести её содержание, по возможности заменяя ходы мысли автора другими, более мне свойственными и привычными, обязательно вводя всюду новые, представляющиеся мне более удобными или естественными обозначения и перефразируя, а иногда и несколько изменяя формулировки отдельных предложений; иногда при этом я выделяю отдельные цепи рассуждений в особые леммы. После того, как всё это в той или другой мере удалось мне, я начинаю размышлять над тем, какие новые задачи встают в связи с результатами усвоенной мной статьи. Все возникшие в моём воображении задачи я тщательно записываю в виде вопросов и пытаюсь их разрешить, продолжая эти попытки до тех пор, пока мне не удастся нащупать степень трудности каждой из поставленных задач. Только после того, как проделана вся эта работа, я получаю некоторую гарантию того, что содержание усвоенной мной статьи в нужный момент встанет в моей памяти как годное к употреблению рабочее орудие, а не будет обременять её

мёртвым грузом, лишь формально усвоенным и ни для какого полезного применения не пригодным.

Я не хочу, конечно, сказать, что этот путь при изучении программного материала должен проделываться школьником. Я привёл его детальное описание только с целью показать, что даже в восприятии учёного-специалиста прочно и содержательно укладывается только то, над чем он активно работал. Совершенно ясно, что с несравненно бóльшим основанием это правило должно иметь место в отношении неокрепшего и невышколенного воспринимающего аппарата ребёнка. Учащийся сам этого не знает, у него нет ещё опыта, и в «зубрёжке» мы должны обвинять не его, а учителя. Иной усердный школьник много раз подряд перечитывает один и тот же материал, с огромным напряжением стараясь как можно лучше его запомнить, так что наконец заучивает поневоле наизусть целые абзацы, а через неделю оказывается, что всё содержание заученного целиком выветрилось из его памяти, и остались в ней только мёртвые, наизусть заученные фразы или формулы. И мы совершаем методическое преступление, если заранее не предупреждаем его об этой опасности и если не руководим с надлежащим педагогическим тактом и умением его работой над усвояемым материалом. Все наши педагогические усилия должны быть направлены на то, чтобы в максимально возможной мере заставить школьника усваивать материал в порядке активной работы над ним, всеми средствами насыщая эту работу элементами самостоятельности и хотя бы самого скромного творчества и твёрдо памятуя, что самая усердная, самая усидчивая и напряжённая работа учащегося не даст ему ничего, кроме мёртвого, формального знания, если она будет состоять в одном только пассивном восприятии. Учащийся должен учиться только в процессе искания, интеллектуально активного труда, самостоятельного преодоления трудностей,— в этом единственная, но зато абсолютно надёжная гарантия того, что знания его не будут только формальными.

Вопрос о том, как всего этого достигнуть в применении к данному программному материалу, есть, на мой взгляд, центральная проблема методики любой из школьных дисциплин. Я не собираюсь, конечно, заниматься здесь решением этой проблемы; такое решение может быть достигнуто лишь многолетним трудом большого коллектива вдумчивых методистов. Есть, однако, отдельные методические приёмы, которыми у нас почти неизменно пренебрегают, и которые тем не менее, как мне кажется, могли бы при достаточно широком их применении значительно содействовать успешному разрешению поставленной задачи. Об этих-то приёмах мне и хочется сказать.

Мы должны стараться всеми мерами, даже в самых казалось бы незначительных деталях, стимулировать и поощрять, по возможности даже провоцировать всякое проявление самостоятельности в подходе учащихся к изучаемому предмету. Для школьника должно стать привычкой выбирать обозначения, отличные от приведённых в учебнике или употреблённых учителем, располагать чертёж иначе, чем это сделано в учебнике; всего этого можно прямо требовать, и некоторые из наших лучших учителей так и делают. Надо приветствовать и поощрять (а не пресекать, как это сплошь и рядом у нас делается) самостоятельные перефразировки в определениях и формулировках теорем (при условии, конечно, полной безукоризненности этих перефразировок); внесение же учеником самостоятельного элемента в какое-либо рассуждение или изобретение оригинального метода решения задачи должно отмечаться перед всем классом, как существенное дости-

жение. Казалось бы, всё это тривиально, а на самом деле, как мы ещё далеки от всего этого! Ведь у нас ещё нередки случаи, когда не только ученику, но и учителю запрещают доказывать теорему иначе, чем это сделано в учебнике. У нас учитель, как правило, требует от ученика, чтобы все задачи данного раздела решались одним и тем же трафаретным приёмом; всякая самостоятельность в этом направлении пресекается.

Без сомнения приносит вред укоренившаяся у нас традиция стандартизации обозначений. Достаточно немного подумать, чтобы представить себе, насколько мы продвинулись бы на пути борьбы против формализма в решении уравнений, если бы наши ученики приступали к решению системы уравнений с неизвестными  $a, b$  или  $k, l$  с такой же непринуждённостью, как они это делают, когда неизвестные обозначены через  $x$  и  $y$ ; если бы я составлял задачник по алгебре, я в каждом новом уравнении обозначал бы неизвестные иначе, чем в предыдущем. А ведь у нас в арифметике есть даже термин «задачи с иксом», на всякое математически культурное ухо производящий впечатление доходящей до скандала вульгарности. Совсем не надо всегда обозначать через  $a_n$  общий член прогрессии; пусть в другом случае это будет  $t_r$  или  $U_k$ .

Надо как можно меньше требовать от учащихся заучивания наизусть. Полезно заучивать наизусть стихи. В математике же учить наизусть определения и формулировки предложений обязательно лишь на ранней ступени обучения; как только учащийся в своём развитии достигает возможности формулировать что-либо «своими словами»,— надо не только предоставить ему это право, но и прямо вменить ему это в обязанность. В одном и том же классе пусть учащиеся, умеющие что-либо формулировать самостоятельно, обязательно делают это, а те, кто не умеют,— пусть учат наизусть, причём учитель должен дать понять, что достижения первых ценнее и выше, чем последних,— это вызовет здоровое и полезное соревнование. Особенно тяжёлое впечатление производит массовое заучивание наизусть таких «определений», которые представляют собою не определения, а ни на что не претендующие описания («определения» числа, точки, линии, угла и др.).

Читатель может выразить сомнение в том, насколько эффективными могут оказаться сдвиги в таких сравнительно мелких моментах, как обозначения, формулировки и т. п. Я думаю, что пробуждение самостоятельности в этих «мелочах», составляя собою, конечно, только самую элементарную ступень учительской заботы об активном подходе школьников к предмету, в то же время имеет уже само по себе достаточно важное значение. На этих «мелочах» воспитывается характер ученика, воспитывается в нём привычка отвечать пусть несложной, но всё же активной работой собственной мысли на каждый поставленный вопрос. Ответить заученное определение можно, ничего в нём не понимая; но нельзя своими словами определить или хотя бы описать понятия, которыми сознание не владеет по существу. Ученик, умеющий доказать теорему при любом расположении чертежа, тем самым обнаруживает, что усвоил её подлинное геометрическое содержание. Во всех этих случаях мы сделали уже немаловажный шаг на пути борьбы с формалистическими тенденциями.

Другим важным орудием борьбы за предметность знаний должно стать некоторое изменение характера требований на проверочных испытаниях. Вопросы должны ставиться так, чтобы удовлетворительный ответ на них мог быть дан только при условии содержательного, а не

формального усвоения предмета. Смысл этого требования очень прост и выполнить его нетрудно; поясню это примером. Несколько лет назад мне пришлось присутствовать на выпускных испытаниях по алгебре в одной из московских школ. Ученица, в билете которой стояла формула бинома, выписала на доске длинную цепь равенств. Учитель, бегло просмотрев заданное, сказал: «это у вас верно, сотрите». Я вмешался и попросил объяснить, каким образом из первого равенства следует второе, из второго — третье, и т. д. Ни на один из этих вопросов я не получил ответа, хотя ждал его довольно долго. Я имею основание считать, что такой формализм требований стал у нас довольно типичным явлением — и не только на испытаниях, но и на уроках. Стоит ли говорить о том, что это с необходимостью влечёт за собою и формальный характер знаний? Не ясно ли, что если ученик будет знать, что на уроке и на экзамене от него потребуют содержательного, а не только формального овладения предметом, то и в своей собственной работе он должен получить стимул к значительному сдвигу в сторону понимания по существу? Всегда и везде вопросы должны ставиться так, чтобы ответ с исчерпывающей ясностью показывал, действительно ли ученик знает то, о чём его спрашивают, или он только заучил наизусть ряд символических записей или словесных выражений; и очень важно, чтобы учащиеся заранее знали, что вопросы будут ставиться именно таким образом и с таким расчётом.

Мне остаётся напомнить читателю то, о чём я просил его в самом начале: смотреть на этот мой скромный труд лишь как на первый вклад в большое и трудное дело изучения сущности и источников формализма в математических знаниях учащихся, в деле изыскания эффективных приёмов борьбы против этого основного порока в математической подготовке, даваемой нашей средней школой. Я не мог и не хотел дать ничего окончательного. Я хотел бы, чтобы то, что сделано мною, вызвало побольше критических откликов, и чтобы в ходе возникшей дискуссии наметилось такое решение стоящих в этом деле задач, которое действительно позволило бы преодолеть тяжёлый порок формализма и тем самым существенно повысить качество математической подготовки учащихся.

---

## ОПЕРАТОРНОЕ ИСТОЛКОВАНИЕ ЧИСЛА В КУРСЕ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

*Проф. И. В. АРНОЛЬД*

Самые значительные трудности в преподавании элементарной арифметики и алгебры связаны с расширением понятия числа. Методические затруднения здесь в известной мере зависят от тех же обстоятельств, которые и в историческом ходе развития математики обусловили чрезвычайно длительный процесс расширения и обобщения понятий, допуская в своей первоначальной форме очевидное конкретное истолкование, но при расширении требовавших очень чётко проведённой формализации и строгого логического обоснования. Кроме того необходимо было осознание конкретного смысла расширенных понятий, обычно в прежнем, более узком, аспекте представлявшихся не только неясными, но даже и противоречивыми, лишёнными смысла.

При практическом преподавании психологические предпосылки, которые лежали в основе указанных затруднений, вновь дают о себе знать; в общих чертах восприятие новых идей учащимися, несмотря на все предосторожности, предпринимаемые преподавателем, всё же идёт по естественному пути, повторяя исторический процесс со всеми осложнявшими его в своё время характерными элементами противоречий между абстрактным и конкретным, между привычными оборотами речи и новым их смыслом, возникающим при расширении понятий, и т. п.

Далеко не все методические вопросы, которые связаны с этими обстоятельствами, достаточно хорошо освещены и выяснены — очень часто в практическом преподавании идут по линии наименьшего сопротивления, а именно — останавливаются в лучшем случае на формально правильном изложении без учёта указанных выше, законных с психологической точки зрения, запросов учащихся; в худшем случае, желая удовлетворить эти запросы, заменяют правильное изложение недопустимой с научной точки зрения вульгаризацией, подменяя определения бессодержательными по существу, но имеющими вид «доказательств» рассуждениями, и таким обманным путём подавляют естественное желание учащихся понять существо дела.

Ещё одно, незначительное на первый взгляд, обстоятельство имеет, как показывает более детальный анализ, с психологической точки зрения исключительно важное значение (что обычно упускается из виду); это — роль установившихся — иногда по случайным причинам — способов обозначения и выражения, нередко заимствованных из иностранной литературы и в корне противоречащих как духу русского языка, так и психологии восприятия учащимися основных математических понятий. Между тем, сравнительно очень небольшие изменения в терминологии

и в способах обозначения, имеющие целью согласование терминологии с родной речью учащихся, определяющей в значительной мере ассоциацию их представлений, могут, как будет показано ниже, значительно улучшить положение (особенно в той части, которая относится к основным арифметическим понятиям). Практические мероприятия такого рода должны быть подвергнуты предварительному всестороннему обсуждению и тщательно подготовлены. Тривиально было бы говорить о трудностях и о той ответственности, которые связаны с такого рода изменениями, но я хотел бы со всей определённой подчеркнуть, что здесь речь идёт о столь важном вопросе и о столь больших последствиях (лишь по внешнему виду незначительных, а на самом деле очень важных), что соображения о технических затруднениях должны отступить на задний план.

Краткое перечисление тех вопросов, о которых ниже будет идти речь, само по себе достаточно для того, чтобы всякий, кому приходится иметь дело с методикой преподавания арифметики и алгебры, согласился с тем, что дело касается общеизвестных методических трудностей. От удачного преодоления этих трудностей непосредственно зависит степень сознательности в отношении учащихся к проходимому материалу, уровень их понимания, отчётливость конкретных представлений, связываемых ими с абстрактными определениями и формулировками, встречающимися уже на сравнительно ранней стадии обучения (в V классе).

В той части арифметики, где речь идёт о действиях над целыми числами, о сравнении дробей, сложении и вычитании их, всякое действие может быть непосредственно пояснено на конкретном материале. Поэтому при нормальном преподавании задача установления связи между абстрактным и конкретным допускает простое и естественное решение. Однако как только речь заходит об умножении дробей, положение радикально изменяется. Можно смело утверждать, что при обычных методах преподавания отчётливость конкретных представлений большинством учащихся утрачивается, заменяясь словесно-формальным усвоением определений и лишь чисто внешним образом запоминаемых правил о применении действия умножения в таких-то, а действия деления в таких-то случаях. Такое восприятие арифметических понятий сказывается, начиная с этого момента и на всём дальнейшем усвоении курса: учащиеся перестают понимать, т. е. отчётливо представлять себе смысл тех действий, которые они должны производить, и тех слов, которые при этом они должны употреблять. Учащиеся, в значительной своей части, начинают относиться к математике в целом, как к чему-то такому, в чём безнадежно искать твёрдой внутренней опоры для руководства к действию и суждению о том, что правильно и что неправильно. По мнению этих учащихся, нужно только стараться запомнить то, что полагается запоминать, удовлетворяя под влиянием внешнего побуждения требованиям, предъявляемым преподавателем.

Аналогичное положение имеет место и при прохождении того отдела алгебры, в котором вводятся отрицательные числа. Сравнение, сложение и вычитание чисел различных знаков ещё удовлетворительно связывается в сознании учащихся с такими представлениями, как имущество и долг, движение направо и налево и т. п. Но когда речь идёт об умножении, все эти иллюстрации оказываются ни к чему, и приходится мириться с формальным определением, оставляющим у пытливых учащихся естественное чувство неудовлетворённости, а у остальных — подтверждающим и укрепляющим то отношение к математике, с которым шла речь выше.

Эти обстоятельства находят своё отражение в дальнейшем при прохождении весьма важных отделов курса алгебры, существенным образом связанных с рассмотренными только что обобщениями понятия о числе. Сюда относится, в первую очередь, введение отрицательных и дробных показателей и, если рассмотреть вопрос несколько шире, теория действий над радикалами, включая самые простые тождественные преобразования этих последних. Прямым следствием этого является отсутствие необходимых представлений для отчётливого и конкретного усвоения понятия логарифма, с чем приходится встречаться, как правило, при проверке знаний поступающих в высшие учебные заведения. Затруднения, имеющие с практической точки зрения уже менее важное значение, наблюдаются в конкретном истолковании понятия о мнимом числе и действий над комплексными числами.

В дальнейшем изложении автор ставит своей целью, не останавливаясь на деталях исторического и обзорного характера, во-первых, вскрыть причины только что охарактеризованного положения, а во-вторых, наметить, повидимому, единственно возможные средства для правильного разрешения соответственных методических проблем и радикального устранения целого ряда дефектов в обычном изложении перечисленных вопросов.

Начнём с вопроса об умножении дробей и проследим не за формальной стороной дела, а за ходом развития представлений учащихся при обычном изложении материала.

Знакомство с дробями (включая вопрос о сравнении дробей и изучении действий сложения и вычитания дробей), как правило, осуществляется одновременно с предельной конкретизацией символа дроби, при которой каждая дробь рассматривается, как некоторая часть какой-либо конкретной единицы, например, дробь  $\frac{2}{5}$  как две пятых части яблока, метра, килограмма и т. п. Мы позволим себе условно говорить для характеристики этого обстоятельства, что учащиеся получают представление о дроби, как о числе именованном, а не отвлечённом. Естественно, что до тех пор, пока речь идёт о сложении, вычитании и сравнении дробей, такое представление, как нельзя лучше, отвечает целям сознательного усвоения законов указанных действий над дробными числами. Но при таком положении вещей совершенно неизбежными являются трудности, возникающие при умножении дробей, и ничего, кроме недоумения и непонимания, нельзя ожидать от учащихся, которым предлагают перемножить дроби  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{3}$ . Ведь в их представлении дробь  $\frac{1}{2}$  есть половина какой-то конкретной единицы,  $\frac{1}{3}$  — тоже. Как же их можно «перемножать»? Такая же трудность возникала бы и при перемножении целых чисел, если бы, например, числа 3 и 5 в представлении учащихся всегда были связаны с каким-либо конкретным наименованием: нельзя говорить о перемножении 3 яблок и 5 яблок или мешков и т. п. Но при изучении целых чисел на помощь приходит язык, подчёркивающий отвлечённый, а не именованный смысл целого числа в обороте, связанном со словом «раз». Именно, возможность сказать «взять три раза по», «два раза по», наконец, просто «дважды» и «трижды» и частое применение этого оборота в конкретных случаях закрепляют в сознании учащихся тот более абстрактный смысл целого числа, который нужен для того, чтобы получить во всех случаях конкретное и правильное истолкование множителя. В этом более отвлечённом аспекте мы, как совершенно ясно видно, имеем дело с операторным смыслом числа, т. е. с истолкованием числа, как характеристики действия, которое должно быть осуществлено над каким-либо объектом (над конкретной



величиной или над числом, множимым, которому в представлении приписывается неопределённый, но конкретный смысл «собрания единиц»): Такое истолкование позволяет в совершенно единообразной форме воспринимать смысл таких записей и оборотов речи, как «3 метра» (3 раза по одному метру), «3 яблока», «трижды пять» (3 раза по пять каких-то конкретных единиц) и т. п.

Вот именно этого-то отвлечённого смысла и нехватает дробному числу в представлении учащихся. Выражение «взять  $\frac{1}{2}$  раза» высмеивается и не совсем зря: русский язык не терпит соединения дробности с понятием, отвечающим слову «раз», хотя обороты вроде «в полтора раза», «в два с половиной раза», за неимением лучшего, завоевали право гражданства в обиходной речи. В силу этого ещё более далёкий от возможного осмысливания оборот «умножить на  $\frac{1}{2}$ » представляется уже совсем ничего не говорящим представлению учащихся; никакие длинные методологические объяснения не могут помочь делу там, где речь идёт об усвоении основной операции, производству которой должны постоянно сопутствовать простые, ясные и без труда воспроизводящиеся представления, а не какой-то длинный обходный путь неубедительных ссылок на то, что «согласились называть», «по аналогии это называется» и т. п.

Нетрудно убедиться, что так же обстоит дело и с отрицательными числами. До тех пор, пока речь идёт о сложении и вычитании, внутреннее учащихся истолкование числа 3, как и м е н о в а н н о г о (3 руб. долгу или 3 единицы длины, отложенные в направлении слева направо и т. д.) ещё приемлемо, хотя и здесь уже приходится отметить некоторое смешение представлений, связанное с д в о я к и м истолкованием числа (например, на такой простой схеме, как шкала температур). Именно, здесь в первоначальном истолковании, преследующем цель дать представление о взаимном расположении положительных и отрицательных чисел, —  $3^{\circ}$  означает «точку температурной шкалы»; в дальнейшем же в записях —  $3^{\circ} + (-5^{\circ}) = -8^{\circ}$  или —  $3^{\circ} + (+5^{\circ}) = +2^{\circ}$  в большинстве конкретных задач либо второе слагаемое приобретает операторный смысл первой ступени (понижения температуры на  $5^{\circ}$  или повышения температуры на  $5^{\circ}$ ), либо все три элемента истолковываются в этом же смысле (понижение температуры на  $3^{\circ}$  и последующее понижение ещё на  $5^{\circ}$  равносильно понижению на  $8^{\circ}$  и т. п.).

Однако и такое истолкование оказывается недостаточно отвлечённым, когда мы переходим к умножению. Естественно, что предложение перемножить — 3 и — 5 в момент, когда в представлении учащихся — 3, — 5 либо точки шкалы, либо характеристики направленных переходов от одного значения величины к другому, вызывает недоумение того же порядка, какое было раньше отмечено в отношении дробных чисел. Находят выход из положения, пользуясь оборотом речи «взять вычитаемым 5 раз», и это, если взглянуть в существо дела, не так-то уж плохо; однако никто не станет отрицать, что в обычном изложении этот путь сопряжён с известным обманом учащегося не только в теоретическом отношении, но и в том смысле, что ему навязывают частное представление вместо более общего, о котором должна была бы идти речь.

Приёмы геометрического истолкования и обходных методологических пояснений и здесь, как и в арифметике, для основной массы учащихся остаются малоубедительными разговорами «вокруг да около», тем более, что в весьма скором времени учащимся предстоит производство таких вычислений как  $(-1) \cdot (-2) \cdot (+3) \cdot (-4) = \dots$  или  $(-1) = \dots$  и т. п.

Иногда прибегают, следуя Коши, к определению умножения как действия, при котором произведение составляется из множимого так, как множитель составлен из единицы. Этот выход из положения уже неоднократно подвергался осуждению в силу неопределённости слов «составлен», и с этим приходится согласиться. Однако нельзя отрицать, что здесь, как и во всех других приёмах прямого решения вопроса, в основе лежит не до конца раскрываемое, но подразумеваемое, операторное истолкование числа, фигурирующего в качестве множителя. Это лишний раз подтверждает развиваемый ниже тезис, что только на этом пути и возможно сохранить координацию между развитием представлений учащихся и обобщением формального аппарата арифметики и алгебры, координацию, отсутствие которой так отрицательно сказывается на усвоении учащимися основных понятий этих дисциплин.

На вопросах, относящихся к учению о радикалах и логарифмах, мы остановимся ниже, а сейчас перейдём к конкретным предложениям, относящимся к только-что разобранному материалу.

На основании сказанного ранее мы будем исходить из той точки зрения, что для создания правильных и отчётливых представлений о действии умножения дробей необходимо придать дроби отвлечённый смысл, аналогичный отвлечённому, операторному смыслу целого числа, содержащемуся в оборотах речи, в которых применяется окончание жды или термин «раз». Как это сделать? Если проследить за обычной формой изложения, при которой говорится о «нахождении части по целому» или о нахождении «дроби числа», то легко усмотреть, что тут, по сути дела, устанавливается операторный смысл дроби  $\frac{m}{n}$  как знака действия, заключающегося в делении чего-то на  $n$  равных частей и в объединении  $m$  таких частей в одну сумму. Однако, это представление не связывается с дробью постоянно, а с помощью довольно сложных и легко ускользающих от учащихся дополнительных определений и правил устанавливается для дроби, фигурирующей в качестве множителя, притом в записи и в речи на втором месте: «умножить какое-либо число на  $\frac{m}{n}$  значит, по определению, найти  $\frac{m}{n}$ -ых этого числа». И вот здесь необходимо подчеркнуть, что при правильном по существу истолковании форма изложения, форма записи и привычный способ выражения — все эти, на первый взгляд, чисто внешние элементы играют решающую роль, если рассматривать вопрос не с узко формальной, а с психологической точки зрения. Форма выражения, не отображающая привычных представлений учащихся, нарушает эти последние и, как бы дело ни обстояло по существу, неизбежно вызовет разрыв между производимыми действиями и их осмысливанием, в особенности, если речь идёт о часто повторяющихся вещах. Для учащихся остаётся неясным, почему «умножить на  $\frac{m}{n}$ » значит «найти  $\frac{m}{n}$ -ых этого числа», или, при другом определении, почему «умножить, значит перемножить числители и знаменатели», и т. д. В вычислении, скажем типа  $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3}$  учащийся вряд ли сможет воспроизвести конкретный смысл действий, если он этого и захочет.

Проследим за указанной только что стороной вопроса с самого начала. Если рассмотреть изучаемую при первоначальном ознакомлении с действием умножения целых чисел таблицу умножения, то окажется, что обычный способ чтения как нельзя лучше согласуется с соответствующей

щими понятиями и полностью использует непревзойденную краткость и выразительность русской речи.

Нельзя пожелать ничего лучшего, чем такие заучиваемые наизусть формулировки, как «трижды пять пятнадцать»; «четырежды восемь тридцать два» и т. д. Отметим, что в соответственной записи  $3 \times 5 = 15$  и  $4 \times 8 = 32$  множитель стоит на первом месте, и ему непосредственно придаётся отвлечённый операторный смысл. В более пространённом чтении те же равенства следовало бы читать так: «3 раза по 5 равно 15», «4 раза по 8 равно 32».

Но что происходит затем? Только учащиеся успели освоиться с этими формулировками, кстати сказать, вполне согласованными, и с такими записями, как 3 м, 3 яблока (трижды по одному метру, трижды по яблоку), как при решении задачи: «В 3 кучах по 5 яблок в каждой; сколько всего?» ответ: «Всего трижды пять, т. е. 15» и запись « $3 \times 5 = 15$ » не только не считаются правильными, а даже подлежат искоренению. Нет, говорят, не так, а вот как: для того, чтобы решить задачу, нужно 5 умножить на 3 и писать  $5 \times 3 = 15$ . Что это? Естественно читать запись  $5 \times 3$  как «пятью три», а здесь ведь по смыслу задачи должно было бы быть «трижды пять». Начинается нелепый процесс переучивания, при котором впервые вносится далеко не безобидный разрыв между представлениями и записью, между искусственными, чуждыми русской речи переводными оборотами и привычными, конкретными и исчерпывающими, понятными каждому русскому ребёнку оборотами речи с окончанием -жды или словом «раз».

Теперь посмотрим, как идёт дело дальше. После длительного процесса переучивания, сопряжённого со всякими добавочными затруднениями при указании наименования, наконец, этот неестественный способ выражения (при котором множитель пишется на втором месте) закреплён. Начинается алгебра. Чему равно  $ab + ab + ab$ ? Учащийся пишет уже  $ab + ab + ab = ab \times 3$ . Нет, говорят ему, это не так, это даже карается: 3, видите ли, не множитель, 3 теперь «коэффициент» и писать его надо в начале, а не в конце. Стало быть, опять надо переучиваться, опять нарушаются с таким трудом усвоенные представления.

Нельзя привести никаких решительно аргументов в пользу сохранения этой нелепой традиции. Наоборот, можно категорически утверждать, что устранение в начальной стадии обучения из русской учебной терминологии переводного оборота речи «умножить на» и закрепление отвечающих духу русского языка и привычным представлениям оборотов речи типа «трижды», «три раза по» и соответственная запись множителя на первом месте разрешит целый ряд методических трудностей. Во сто крат окупятся те незначительные технические затруднения, которые могут оказаться связанными с соответствующим изменением установившегося стандарта. Отметим попутно ещё известные каждому математику неудобства, возникающие при чтении знака умножения с помощью слова «на», означающего одновременно и умножение, и деление, и, сверх того, сложение и вычитание («увеличить на», «уменьшить на»). Если заменить это слово столь же короткими «по» или «раз» для обозначения операции умножения, то эта путаница исчезнет сама собой и чтение «3 раза по 5» или « $a$  раз  $b$ », приобретая в дальнейшем формальный смысл « $a$  раз  $b$  раз  $c$ » и т. п., в начале обучения будет иметь точно отражающее содержание операции смысловое значение. В тех же случаях, когда множители равноправны, естественно употреблять оборот речи «перемножить  $a$  и  $b$ ».

При условии писать множитель на первом месте особенности русской речи сами собой способствуют устранению и тех затруднений при усвоении смысла дробного множителя, о которых шла речь выше. Действительно, нет ничего легче, как ввести наряду с обозначениями:

$3\ ab$  (три  $ab$  в смысле  $ab + ab + ab$ ),

3 метра;            3 яблока;

$3 \cdot 6$  (3 раза по 6, трижды шесть, три шестерки);

обозначение:

$3\frac{1}{2}$  метра;             $3\frac{1}{2}$  яблока;

$$3\frac{1}{2} \cdot 6 = 6 + 6 + 6 + 3$$

(три с половиной шестерки, три с половиной раза по шесть);

$\frac{1}{2}$  метра;             $\frac{1}{2}$  яблока;

$$\frac{1}{2} \cdot 6 = 3 \text{ (половина шести равна трём)}$$

и, далее:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ (половина одной трети равна одной шестой);}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{2} \text{ (две трети трёх четвертей равны одной второй) и т. п.}$$

При этом уже не возникает трудностей в объяснении почему операция умножения на дробь определяется, как нахождение соответствующей части множимого; самая форма записи и речи будет постоянно напоминать о смысле операции умножения в этом более широком смысле слова.

Операторный отвлечённый смысл дроби, как знака действия, здесь воспринимается непосредственно, оказываясь согласованным с обычными представлениями, оборотами речи и приведёнными выше формами записи; оформление этого в виде определения будет воспринято как нечто естественное, почти само собой разумеющееся, в особенности, если предварительно пояснить операторный смысл дроби в записях, сопровождаемых наименованием.

Это даёт возможность в дальнейшем при желании истолковать и формулу  $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{4}$ , как утверждение, что последовательное производство действий, обозначаемых знаками  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  равносильно производству действия, обозначенного знаком  $\frac{1}{4}$ .

Рассматривая с той же точки зрения отрицательные числа, необходимо наряду с истолкованием чисел  $-5$ ,  $+3$  и т. д., как «операторов первой ступени», непосредственно означающих «уменьшение» или «увеличение» (попытка такого подхода к изложению сделана в «Алгебре» Александра и Колмогорова), рассмотреть (в применении, хотя бы, к простейшей хорошо известной учащимся схеме направленных отрезков на прямой) более отвлечённый смысл отрицательных чисел, как «операторов второй ступени», означающих изменение величины отрезка с одновременным изменением его направления на противоположное.

В этом смысле записи вида  $(-3) \cdot 5$ ;  $(-3) \cdot AB$  и т. п., наряду с обычным истолкованием **множимо**, как характеристики направленного отрезка, окажутся непосредственно согласованными с формулой.

$$(-3) \cdot (-5) = +15;$$

смысл её таков: утроение отрезка  $-5$ , сопровождаемое изменением направления на противоположное, приводит к отрезку  $+15$ . Можно также сразу придать этой формуле в той же записи и более общий смысл: увеличение длины отрезка в 5 раз с изменением его направления на противоположное и последующее утроение с изменением направления на противоположное равносильно увеличению длины отрезка в 15 раз без изменения его направления. Формулы, содержащие несколько сомножителей разных знаков, в том числе и формулы, содержащие показатель степени  $(-1)^n$ ,  $(-2)^n$  и т. д. получают при этом также вполне наглядное и простое истолкование. Введение соответственных определений не встретит при таком изложении недоумений со стороны учащихся, и, если при этом на формально-логическую сторону дела они и не обратят большого внимания, на данной стадии их развития это только к лучшему.

Не приходится говорить о том, что такого рода представления, связываемые с дробными и отрицательными числами, как нельзя более облегчат конкретное истолкование действий над комплексными числами, рассматриваемыми, как знаки операций над направленными отрезками плоскости; основная формула  $i^2 = -1$  или  $i \cdot i = -1$  приобретает при этом совершенно ясный смысл: два последовательных поворота отрезка на  $+90^\circ$  равносильны повороту его на  $180^\circ$ .

Нельзя считать, что указанный метод изложения представляет панацею от всех бед, связанных с преподаванием элементарной арифметики и алгебры. Думается однако, что при достаточной степени общности и безупречной с формально-логической точки зрения основе операторное истолкование числа, последовательно проведенное в указанные выше критические моменты преподавания, способно радикальным образом устранить дефекты, охарактеризованные выше. Более детальная методическая разработка этого способа изложения также представляет уже сравнительно простую задачу и, как о том свидетельствуют проведенные мною опыты, учителя V—VII классов без труда схватывают изложенные здесь вкратце идеи и с охотой применяют их в практическом преподавании даже и сейчас, при отсутствии соответственно оформленных учебных пособий.

Уже сказанного достаточно, чтобы судить о том, насколько существенным представляется для элементарного преподавания наиболее общее, как нам кажется, истолкование отвлеченного числа (целого, дробного, положительного или отрицательного, действительного или мнимого), как знака действия (операторное истолкование). Однако этим не исчерпывается роль этой постановки вопроса в отношении преодоления методических трудностей в преподавании элементарной алгебры. Мы остановимся здесь вкратце ещё на двух вопросах — учении о радикалах и учении о логарифмах.

При обычном определении действия извлечения корня, как действия, обратного возвышению в степень, самая характеристика смысла знака  $\sqrt[n]{a}$  («такое число, которое, будучи возвышено в  $n$ -ую степень, даёт  $a$ »), не оставляя желать лучшего с формальной стороны, настолько громоздка, что исключена всякая возможность сопровождать этой формулировкой действия над радикалами. Этим обусловлено здесь общеизвестное в методике алгебры положение, при котором на первый

план выступают формальные свойства операции извлечения корня. Эти свойства учащийся должен запомнить для того, чтобы ими руководствоваться при производстве действий над радикалами, не имея при этом контролирующих и направляющих отчётливых представлений, адекватных существу дела. Положение не улучшается, а ухудшается при введении дробных показателей, опять же формальным путём и без какого-либо выяснения сущности той аналогии, которая замечается в действиях над дробными показателями и обычным оперированием с дробями. При переходе же к действию логарифмирования даже и внешняя аналогия теряется. Отсутствие достаточно чётких простых представлений, которые позволили бы учащемуся на любой стадии вычислений осмыслить значение символа  $a^x$  особенно отрицательно сказывается на понимании им смысла действия логарифмирования. Даже простейшие относящиеся сюда положения запоминаются учащимися лишь как чисто формальные положения, доказательство которых было дано, но являлось — с психологической точки зрения — посторонним элементом, а не руководством к действию, тесно связанным с новым для учащегося понятием. В этом смысле учащемуся с точки зрения его представлений и эмоций внутренне безразлично, написать ли

$$\sqrt[3]{\sqrt[5]{a}} = \sqrt[8]{a} \text{ или } \sqrt[15]{a};$$

написать ли, что  $\sqrt[3]{a} \cdot \sqrt[5]{a} = \sqrt[8]{a}$  или  $\sqrt[15]{a}$  или еще что-нибудь; написать ли, что  $\log ab = \log a \cdot \log b$  или  $\log(a + b) = \log a + \log b$  и т. п.

И в самом деле, нельзя же требовать, чтобы тот смысл формулы

$$\sqrt[3]{\sqrt[5]{a}} = \sqrt[15]{a},$$

который предполагается определением: «число, которое по возвышении в третью степень даёт число, которое по возвышении в пятую степень даёт  $a$ , равно числу, которое по возвышению в 15 степень даёт  $a$ », в этом виде всегда присутствовал в сознании учащихся при производстве действия. Ему остаётся запомнить безразличное для него в остальном правило: «в таком-то случае показатели радикалов перемножаются». Отметим попутно, что и в более элементарных случаях нарушение представлений учащихся сложностью соответствующих формулировок также заставляет их относиться к содержанию формул чисто внешним образом. Однако часто дело исправляется возможностью с у б с т и т у и р о в а н и я целого числа — обстоятельство, на которое у нас в методике, к сожалению, обращено слишком мало внимания. Приведём пример. Из-за необходимости постоянно оперировать довольно громозд-

кими выражениями вроде  $-\frac{1}{3}x^3y^7z^{-1}$  и т. п., которые могут быть

поставлены на место букв в формуле

$$\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}, \quad (*)$$

учащийся, конечно, не может руководствоваться в общем случае наглядными представлениями при написании формулы (\*). Однако ошибки вроде  $\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + b$  сравнительно редки потому, что большинство учащихся всё же имеет в своём распоряжении, быть может и подсознательно, конкретное истолкование формулы (\*), как выражения того, что некоторая сумма должна быть разделена на целое число  $c$  («уменьшена в  $c$  раз»). Учащемуся очевидно, что для достижения этой цели недостаточно разделить на  $c$  только одно из слагаемых. Чем чаще учитель прибегает к такого рода субституированию целого числа (а законы действий над целыми числами интуитивно ясны большинству учащихся), тем сознательнее учащиеся будут относиться к алгебраическим формулам, и тем более они будут застрахованы от возможных грубых ошибок.

Однако, в рассматриваемом нами случае и этот приём не помогает, ибо даже и для целого показателя действия над радикалами лишены прямого наглядного и конкретного истолкования, которое бессознательно или сознательно могло бы воспроизводиться учащимся параллельно с производством им действий по тем или иным формальным правилам.

Между тем, и здесь последовательно проведённая операторная точка зрения, разъяснённая на достаточно хорошо подобранных примерах, даёт полное решение возникающей в охарактеризованном положении методической задачи, как это сейчас будет показано.

Действительно, сущность формальной аналогии между действиями над показателями и действиями над коэффициентами заключается в том, что в обоих случаях знак числа, в частности знак дроби  $\frac{m}{n}$ , применяется для характеристики совокупности действий; она может быть охарактеризована, как «разбиение на  $n$  равных между собой и объединение  $m$  полученных элементов в единое целое» со следующей разницей: в случае, когда дробь  $\frac{m}{n}$  фигурирует в качестве коэффициента (множителя), речь идёт о разбиении на равные слагаемые и объединении  $m$  таких слагаемых в одну сумму; в случае же, когда дробь  $\frac{m}{n}$  фигурирует в качестве показателя, речь идёт о разбиении числа на  $n$  равных сомножителей и объединении  $m$  таких сомножителей в одно произведение.

Аналогично действию разбиения на  $n$  равных слагаемых, обозначаемому знаком  $\frac{1}{n}$ , поставленным перед числом, можно определить действие извлечения корня  $n$ -ой степени или, что то же, возвышение в дробную степень  $\frac{1}{n}$ , как действие разбиения подкоренного количества на  $n$  равных сомножителей, причём результатом является величина одного из этих сомножителей. Тогда все операции над радикалами приобретают прямой и совершенно прозрачный смысл, который легко может быть воспроизведён учащимися на любой стадии вычислений и вполне адекватен сущности изучаемого действия. Возникающие при этом конкретные представления должны быть закреплены на таких примерах, когда указанное действие выполнимо (в общем случае придётся отметить часто встречающуюся иррациональность результата). Эти представления естественно сохраняются и при переходе к более сложным случаям в силу упомянутого уже пси-

хологического закона субституирования и служат прочной внутренней основой для правильного оперирования с радикалами и с выражениями с дробными показателями. Так, например, проиллюстрировав смысл действия извлечения кубического корня  $\sqrt[3]{a}$  схемой

$$\begin{array}{c} \sqrt[3]{a} = b \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ b \cdot b \cdot b \end{array}$$

и примерами

$$\begin{array}{cc} \sqrt[3]{a^6} = a^2 & \sqrt[3]{64} = 4 \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow & \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ a^2 \cdot a^2 \cdot a^2 & 4 \cdot 4 \cdot 4 \end{array}$$

аналогично проиллюстрировав смысл действия  $\sqrt{a}$  схемой

$$\begin{array}{c} \sqrt{a} = c \\ \swarrow \quad \searrow \\ c \cdot c \end{array}$$

и примерами

$$\begin{array}{cc} \sqrt{9} = 3 & \sqrt{a^4 b^2} = a^2 b \\ \swarrow \quad \searrow & \swarrow \quad \searrow \\ 3 \cdot 3 & a^2 b \cdot a^2 b \end{array}$$

нетрудно с помощью схемы

$$\begin{array}{c} \sqrt{\sqrt[3]{a}} = c = \sqrt[6]{a} \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ b \cdot b \cdot b \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ c \cdot c \cdot c \cdot c \cdot c \cdot c \end{array}$$

закрепить прямым наглядным представлением общий закон:

$$\begin{array}{c} \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[nm]{a} \quad (m \text{ сомножителей}) \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ b \cdot b \cdot \dots \cdot b \\ \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ c \cdot c \cdot \dots \cdot c \cdot \dots \cdot c \cdot \dots \cdot c \quad (n \text{ сомножителей в каждой из } m \text{ групп}) \\ \text{всего } nm \text{ сомножителей} \end{array}$$

Не более сложно, чем обычное свойство дроби  $\frac{m}{n} = \frac{mp}{np}$  истолковывается и тождество  $\sqrt[n]{a^m} = \sqrt[np]{a^{mp}}$ ; соотношению  $\frac{5}{2} = 2\frac{1}{2}$  полностью отвечает тождество  $\sqrt{a^5} = a^2 \sqrt{a}$ . Здесь  $a^5 = a^2 \cdot a^2 \cdot a$ , так что для разбиения  $a^5$  на 2 равных сомножителя после образования множителя  $a^2$  „остается ещё“ разбить  $a$  на два равных сомножителя. Точно так же очевидно, что  $\sqrt[m]{ab} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b}$  и т. д.



Переход к записи радикалов с помощью дробных показателей не представит никаких затруднений, а правила действий над дробными показателями окажутся почти очевидными и, во всяком случае, будут допускать «арифметическое» наглядное истолкование во всех случаях. Такой способ изложения не исключает обычных определений и доказательств с помощью последующей проверки формул путём почленного возвышения в степень.

В особенности рельефно выступают преимущества такого метода изложения при изучении логарифмов. Обычное определение логарифма, как «показателя степени, в которую нужно возвысить и т. д.» ничего не говорит учащемуся, никогда не наблюдавшему ничего похожего на возвышение, например, числа 10 в степень 0,6990. В сознании большинства учащихся это определение фигурирует лишь как очень неустойчивая словесная конструкция, применять которую к конкретным случаям они совершенно не могут. Операторная точка зрения позволяет сделать изложение гораздо более конкретным и наглядным. Если при изучении действия извлечения корня речь шла о присущей этому действию внутренней аналогии с делением на части, то действие логарифмирования представляется при операторном истолковании во всех деталях аналогичным действию деления по содержанию или, точнее, действию измерения.

Подготовка к усвоению учащимися нового понятия может быть произведена, скажем, так. На примерах преобразований типа

$$a\sqrt[3]{\sqrt{a^5} \cdot \sqrt{a^4}} \cdot (\sqrt[3]{a^6})^2 = a^{1 + \frac{1}{3} \left[ \frac{8}{2} + \frac{4}{2} \right] + 2 \cdot \frac{6}{3}} = a^7$$

$$a^2 \sqrt[3]{a^2 \sqrt{a}} \cdot a^3 \sqrt{a^5} \cdot a \sqrt[3]{a^2} = a^{2 \frac{2}{3} + \frac{1}{6} \cdot a \cdot 3 \frac{1}{5} \cdot a^{1 \frac{2}{3}}} = a^{2 \frac{2}{3} + \frac{1}{6} + 3 \frac{1}{5} + 1 \frac{2}{3}}$$

легко выяснить, что суть дела здесь сводится к подсчёту того, «сколько раз»  $a$  входит множителем в указанное выражение или «из скольких» множителей, равных  $a$ , оно может быть составлено. Для начала можно вводить примеры, где это число в промежуточных вычислениях и в окончательном результате оказывается целым (субститут целого числа). В дальнейшем, применяя только что указанные способы выражения условно или даже совсем избегая их, можно поставить общий вопрос о нахождении показателя буквы  $a$ , характеризующего ту комплексную операцию объединения в одно произведение множителей, равных  $a$ , и результатов разбиения  $a$  на то или иное число равных множителей, с помощью которой может быть получено то или иное выражение.

Конкретное понимание смысла выражения вида  $a^{n+\frac{p}{q}}$  и в связи с этим понимание только что указанного операторного смысла показателя  $n + \frac{p}{q}$  уже подготовлено предыдущим изложением учения о радикалах и дробных показателях. Можно поэтому, назвав действие нахождения этого показателя логарифмированием или логарифмическим измерением с помощью числа  $a$ , не постесняться вначале употребить способ выражения: «результат, получаемый при логарифмическом измерении числа  $b$  числом  $a$ , показывает, из «скольких» множителей, равных  $a$ , может быть «составлено» число  $b$ », причём дробные части в ответе истолковываются только что указанным способом.

Эти представления делают для учащихся очевидным: при логарифмическом измерении произведения можно произвести соответствующий подсчет для отдельных сомножителей, а потом результаты сложить; результат подсчёта для  $n$ -й степени будет в  $n$  раз больше результата подсчёта для основания степени; для корня  $n$ -й степени, наоборот, в  $n$  раз меньше и т. д. Оформление этих положений в известные тождества

$$\log ab = \log a + \log b, \quad \log a^n = n \log a, \quad \log \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \log a.$$

с последующим общим доказательством путем проверки уже не представит затруднений.

Параллельно следует проиллюстрировать те же соотношения и на числовых примерах; в первую очередь — на достаточно объемистой таблице степеней числа 2, где речь будет идти о действиях над целыми числами и об основании 2; затем — на примерах несколько более сложных, где параллельно с равенством, имеющим операторный смысл  $32 = 4 \cdot 4 \cdot 2 = 4^{2\frac{1}{2}}$ , рассматривается запись  $\log_4 32 = 2\frac{1}{2}$ , показывающая, что для получения числа 32 необходимо взять 4 «множителем  $2\frac{1}{2}$  раза», т. е., говоря точно, присоединить к произведению двух множителей, равных 4, ещё множитель 2, являющийся результатом разбиения 4 на два равных сомножителя. В форме  $\log_4 32 = \frac{5}{2}$  это же равенство может быть истолковано так: для получения числа 32 «из» числа 4 достаточно разбить 4 на два равных сомножителя и перемножить пять таких сомножителей, в соответствии со схемой:

$$\begin{array}{c} 4 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \\ \hline 32 \end{array}$$

Аналогичное истолкование с соответственными наглядными схемами следует дать равенствам типа  $\log_8 4 = \frac{2}{3}$ ,  $\log_4 8 = \frac{3}{2}$  и т. д., не боясь при этом несколько вольных способов выражения. В общем случае, придётся отметить, что операция логарифмирования, как и вообще операция измерения, может привести к иррациональному результату.

Вычисление логарифмов с известной степенью точности, а также и составление таблиц, может быть наглядно проиллюстрировано. Если следовать аналогии с десятичным измерением, то характеристика десятичного логарифма числа  $N$  получится, как первое приближение при логарифмическом измерении числа  $N$  с помощью числа 10. Выделив соответствующий множитель вида  $10^{n_0}$  в числе  $N$ , мы представим последнее в виде  $N = 10^{n_0} \cdot N_1$ , где  $N_1$  лежит в пределах от 1 до 10 и, следовательно, логарифмически измеряется дробным числом. Для нахождения последнего производим, во втором приближении, разбиение числа 10 на десять равных множителей. Найдя тем или иным способом результат (учащимся можно его просто сообщить):

$$10^{0,1} = \sqrt[10]{10} \approx 1,26,$$

ищем наивысшую степень  $n_1$  этого числа, которая ещё меньше, чем  $N_1$ . Мы получим  $N = 10^{n_0} \cdot 10^{\frac{n_1}{10}} N_2$ , где остаточный множитель  $N_2$  — частное от деления  $N_1$  на  $(1,26)^{n_1}$  — вновь лежит в пределах от 1 до 10.

Поступая так далее ( $10^{0,01} \approx 1,023$ ) мы приходим к представлению числа  $N$  в виде

$$10^{n_0} \cdot 10^{\frac{n_1}{10}} \cdot 10^{\frac{n_2}{100}}$$

и сможем записать результат измерения в форме десятичной дроби

$$\log_{10} N = n_0 + \frac{n_1}{10} + \frac{n_2}{100} + \dots$$

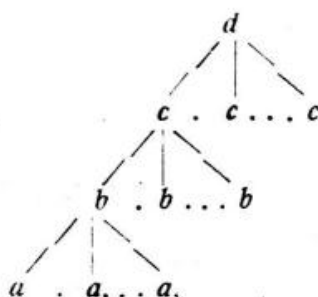
с целой частью  $n_0$  и последовательными десятичными знаками  $n_1, n_2, \dots$ . Вычисления — на отдельных примерах — могут произвести сами учащиеся, если снабдить их таблицей первых девяти степеней чисел

$$10^{\frac{1}{10}}, 10^{\frac{1}{100}}, \dots, \text{ и т. д.},$$

занимающей две строки для двузначных и пять — для пятизначных логарифмов. Эти вычисления, как нельзя более, способствуют закреплению отчётливых представлений о десятичных логарифмах чисел. Вычисления могут быть произведены самими учащимися, если пользоваться двоичной системой счисления и для определения мантиссы производить измерения не с помощью

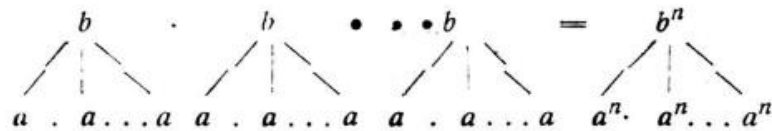
чисел  $10^{\frac{1}{10}}, 10^{\frac{1}{100}}, \dots$ , а с помощью чисел  $\sqrt{10}, \sqrt[4]{10}, \sqrt[8]{10}, \dots$ , получаемых последовательным извлечением квадратного корня с требуемым числом знаков. Искомый логарифм представится тогда в виде суммы дробей вида  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$  и т. д. Интересно отметить, что на этот последний способ нахождения логарифмов обратил особое внимание наш знаменитый соотечественник Н. И. Лобачевский, приведший в своём курсе алгебры доведенный до довольно большой степени точности пример вычисления логарифма числа с помощью этого приёма. Попутно стоит отметить, что с помощью формул для тригонометрических функций половинной дуги и кратных дуг приём подобного же рода использования двоичных разложений чисел, измеряющих дуги, можно использовать в качестве элементарного — и с принципиальной точки зрения вполне общего — приёма построения таблиц тригонометрических функций с любой степенью точности.

Преимущества операторного представления о логарифмах с особенной рельефностью сказываются в вопросах несколько необычного порядка, часто выпадающих из поля зрения при элементарном преподавании. Так, если предложить не только ученику, но и преподавателю средней школы ответить на вопрос, чему равно  $\log_a b \cdot \log_b c \cdot \log_c d$  или  $\log_a b \cdot \log_b c \cdot \log_c d \cdot \log_d a$ , то он вряд ли сможет быстро и правильно ответить. С операторной же точки зрения ясно, что в первом случае осуществлён подсчёт того, «сколько раз»  $a$  входит множителем в  $d$ , соответственно схеме:



а потому результат должен быть  $\log_a d$ ; во втором же случае мы должны получить просто 1, как  $\log_a a$ .

Аналогично, за отсутствием соответственного «правила», трудно сразу сказать, как упростить выражения  $\log_a^n b^n$  или  $\log_n \sqrt[n]{b}$ . Между тем, с операторной точки зрения, иллюстрируемой схемой

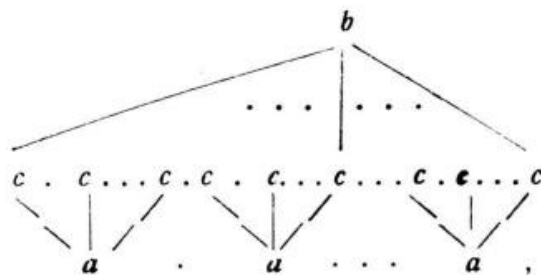


так же очевидно, что оба выражения равны  $\log_a b$ , как очевидно при обычном измерении, что  $\frac{a \cdot n}{b \cdot n} = \frac{a}{b}$  или  $\frac{a}{n} : \frac{b}{n} = a : b$ . Та же аналогия имеет место и между важной для приложений формулой

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

и обычным положением арифметики, согласно которому для измерения  $b$  посредством  $a$  (версты ярдом) достаточно измерить  $b$  и  $a$  посредством третьей единицы меры  $c$  и составить отношение первого результата ко второму (отношение числа, скажем, сантиметров в версте к числу сантиметров в ярде).

То и другое поясняется схемой:



которую вначале можно дать для простейших случаев, например,  $b = c^{15}$ ,  $a = c^3$ , а затем и для более сложных, приводящих к дробным значениям результата.

Думается, что изложенного достаточно для того, чтобы считать вполне обоснованными следующие два положения:

1. Для устранения целого ряда существеннейших дефектов в преподавании элементарной арифметики и алгебры и для создания естественной координации между формальным математическим аппаратом и конкретными представлениями учащихся — необходимо и целесообразно в вопросах, касающихся операций умножения и деления дробей и отрицательных чисел, а также в изложении теории комплексных чисел, теории действий над радикалами и дробными показателями и в изложении теории логарифмов, вести преподавание в тесной

связи с конкретным операторным истолкованием чисел. В этом направлении следует переработать соответствующие отделы во всех стандартных учебных пособиях, включая и сборники упражнений.

2. Для устранения из учебного обихода случайно ставших традиционными, чуждых русскому языку оборотов речи, крайне затрудняющих преподавание, следует ввести в начальной стадии преподавания в качестве стандартного способа запись множителя на первом, а множимого на втором месте с соответствующим чтением символа  $b \cdot a$  так: « $b$  раз по  $a$ » или просто « $b$  раз  $a$ » (в случаях числового множителя — обычное русское «дважды», «трижды» и т. д.).

---

## ПРОБЛЕМА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФИГУР В УСЛОВИЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ

Проф. Н. Ф. ЧЕТВЕРУХИН

член-корреспондент АПН РСФСР

### I. Педагогическая постановка задачи о построении изображений

Преподаватели многих дисциплин, в особенности преподаватели стереометрии и начертательной геометрии, на своих уроках или лекциях широко пользуются наглядными изображениями пространственных фигур. Эти наглядные изображения не только облегчают понимание и усвоение учащимися рассуждений и выводов преподавателя, объясняющего теорему или решающего задачу, но — что особенно важно — они вызывают у учащихся пространственное представление изучаемых соотношений и придают им конкретную геометрическую форму. В такой форме материал запоминается прочнее и с большей пользой.

Верный чертёж помогает найти правильное решение задачи, наоборот, неверное изображение может толкнуть учащегося на неправильный путь. Особенно же велико значение изображений пространственных фигур в воспитании пространственного воображения у учащихся, в выработке у них более тонкого, более развитого пространственного мышления, столь необходимого в современных условиях сложной техники.

Отсюда ясно, что педагогический процесс предъявляет к изображениям, выполняемым преподавателем, ряд требований, которые вызываются специфическими задачами и условиями преподавания. Нельзя игнорировать эти требования без ущерба для дела. Казалось, можно было бы воспользоваться для построения изображений хорошо и детально разработанными методами начертательной геометрии. Однако эти методы, вызванные к жизни проблемами преимущественно технического характера, не предназначены для применения в педагогической работе и не приспособлены к условиям, в которых протекает педагогический процесс.

Чтобы сделать более ясным это различие, попытаемся сформулировать те требования, которым должны удовлетворять изображения, выполняемые преподавателем в его педагогической работе (которые мы в дальнейшем будем называть для краткости «педагогическими изображениями»).

В самой общей форме эти требования могут быть сведены к следующим трём:

1. Изображение должно быть верным<sup>1</sup>, т. е. должно представлять собой одну из проекций изображаемой фигуры (оригинала).

2. Изображение должно быть наглядным, т. е. вызывать пространственное представление оригинала.

3. Изображение должно быть «свободно выполненным», т. е. оно не должно содержать каких-либо построений, не имеющих отношения к теме преподавания. В частности, оно должно быть свободно от тех конструкций, которые связаны с выбором проектирующего аппарата.

Что касается первого из этих условий, то оно является общим для всех изображений, где бы они ни применялись. Различие заключается лишь в степени строгости и точности выполнения этого условия. В технике предъявляются особенно строгие требования к соблюдению на чертежах правил проектирования, так как без этого было бы невозможно точно восстановить по чертежам изображённый на них оригинал. В живописи или в рисунке правила перспективы соблюдаются «в принципе», но техническое выполнение этих правил более свободно, и точности построений, обыкновенно, не требуется. В педагогической работе особенно важно соблюдение принципиальной верности изображения, так как невыполнение этого требования имеет пагубное влияние на пространственное представление учащихся. В этом бывают повинны не только преподаватели, поставленные в трудные условия классной работы, но и авторы учебников, нередко содержащих неверные изображения.

Глаз человека видит предметы такими, как если бы они были спроектированы из его оптического центра. Отсюда ясно, что изображения, дающие наиболее естественное представление о предмете («оригинале»), должны быть построены по правилам проекции, приближающейся к аппарату человеческого зрения. Такой проекцией является центральная проекция (перспектива) при условии, что глаз наблюдателя совпадает с центром проекции. Однако этому условию нельзя удовлетворить в обстановке классного преподавания, когда изображение (мелом на доске) рассматривается учащимися с разных точек зрения. Поэтому целесообразнее выбрать нейтральную точку зрения, не зависящую от расположения учащихся в классе<sup>2</sup>. К тому же следует учесть, что мы обыкновенно смотрим на предмет спереди, т. е. видим его расположенным фронтально. Таким образом, можно остановиться на параллельной проекции (центр проекции — бесконечно удалённая точка), близкой к ортогональной, а иногда именно ортогональной.

Особенно же важным аргументом в пользу параллельной проекции является значительная простота построений в этой проекции по сравнению с перспективой. Надо принять во внимание, что наглядное изображение куба в перспективе должно быть близким к изображению куба в разумно выбранной параллельной проекции (так как такое изображение производит на нас удовлетворительное впечатление). Поэтому становится ясным, что по крайней мере некоторые из точек схода рёбер должны быть весьма удалёнными, а, следовательно, недоступными или неудобными для построений (см. точки *A* и *B* на черт. 1)<sup>3</sup>. Таким образом,

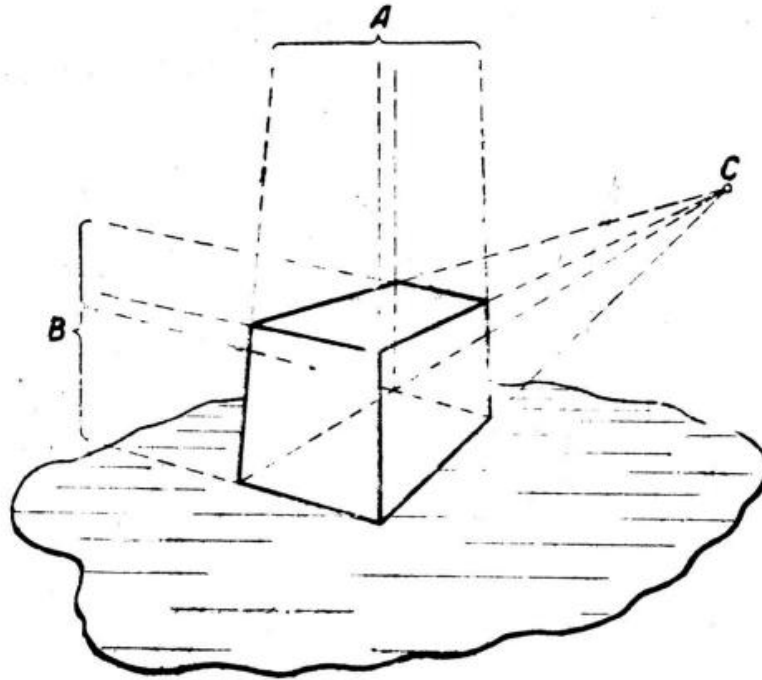
<sup>1</sup> Мы предпочитаем пользоваться термином верное изображение, вместо правильное, так как слово «правильный» часто употребляется в математике в другом смысле (например, «правильная пирамида» и т. п.).

<sup>2</sup> Четверухин, Н. Ф., Введение в высшую геометрию. М., 1937, § 85.

<sup>3</sup> Если сравнить это перспективное изображение куба (черт. 1) с его изображениями в параллельной проекции (черт. 3 и 4), то последние не покажутся менее наглядными.

в классной обстановке следует предпочесть параллельную проекцию, которая почти всегда и применяется в практической работе педагогов<sup>1</sup>.

Допуская возможность различного решения вопроса о выборе проекции, мы, однако, будем считать своего рода «постулатом» принцип верности изображения, т. е. будем считать обязательным требование, чтобы изображение представляло собой одну из проекций оригина-



Черт. 1.

нала. Связь таких изображений с их оригиналами является прочной и логически обоснованной. Что же касается технического выполнения чертежа (мелом на доске), то этот вопрос находится в зависимости от характера педагогического процесса. Здесь можно допустить значительный диапазон колебаний от тщательно, с инструментами (классные линейка, угольник, циркуль) выполняемых построений на доске (в случаях, когда, например, требуется найти «эффективное»<sup>2</sup> решение той или иной задачи на построение в пространстве) — до наглядного чертежарисунка «от руки», предназначенного лишь дать пространственное представление изображаемой фигуры.

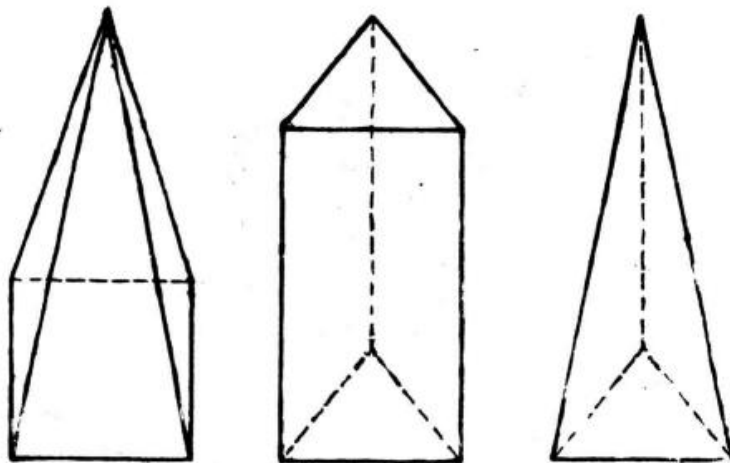
Переходя ко второму из трёх перечисленных выше требований — наглядности изображения, заметим, что оно является весьма существенным в педагогической работе. В технических чертежах наглядность также, конечно, желательна, а иногда и необходима (например, перспектива архитектурного сооружения); однако в технике наиболее распространены чертежи, в которых оригинал проектируется ортогонально на три взаимноперпендикулярные плоскости (план, передний и боковой виды). При этом очень часто наглядность приносится в жертву удобоизмеримости чертежа. Преподаватель же, выполняющий чертежи в процессе преподавания, стремится сделать их возможно более наглядными. Это понятно, так как важнейшая задача преподавателя — вызвать у слушателей пространственное представление изучаемых

<sup>1</sup> О выборе проекции для изображения пространственных фигур в преподавании см. книгу М. Л. Франка, „Геометрический чертёж в курсе стереометрии“, Л. 1941.

<sup>2</sup> „Эффективным“ решением задачи на построение в пространстве мы называем такое, при котором искомый элемент строится на плоскости изображения в результате действительных (а не воображаемых) конструктивных операций.



геометрических соотношений. Не следует при этом смешивать наглядность с верностью изображений. Изображение может быть верным, но совершенно ненаглядным. Так, хорошо известно, что окружность можно изобразить в виде отрезка, куб — в виде квадрата и т. д. Эти изображения «верны», так как они являются проекциями своих оригиналов, но они, конечно, не могут быть названы «наглядными». В одном методическом пособии по геометрии<sup>1</sup> приведены примеры изображений, которые авторы пособия квалифицируют как неправильные и неграмотные. Эти примеры даны на черт. 2. Однако, приведенные изображения представляют собой некоторую проекцию (так называемую



Черт. 2.

«военную перспективу») своих оригиналов. Такая проекция получится если фигуру (пирамиду и призму) спроектировать на плоскость её основания косоугольно. Такие изображения являются правильными, хотя и не обладают свойствами наглядности. Можно ли рекомендовать подобные изображения для применения в педагогической работе? Конечно нет: они недостаточно наглядны, и у людей, не привыкших к такому способу изображения, вызовут недоумение.

Если изображение содержит ошибки, т. е. не является верным, то его нельзя считать наглядным, так как оно вызывает неправильное представление об оригинале.

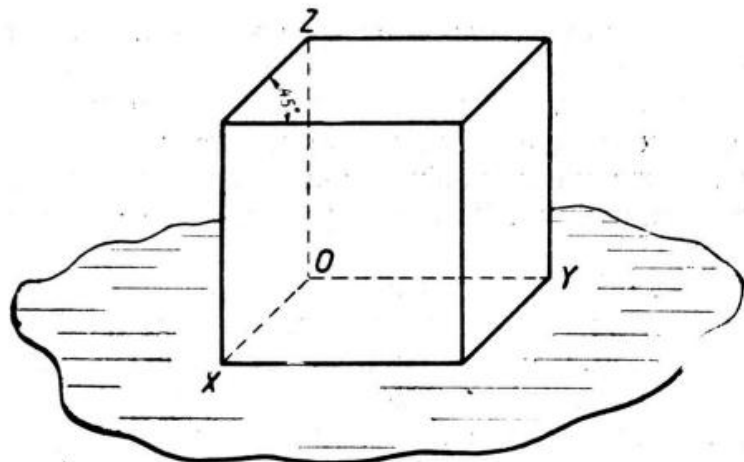
Итак, требование наглядности изображения остаётся весьма существенным в педагогическом процессе, и лишь в случаях крайней необходимости (если, например, наглядное изображение является слишком сложным для выполнения и требует много времени) можно удовлетворяться менее наглядным, но более простым для исполнения, чертежом.

Переходим к последнему условию, которому должны удовлетворять педагогические изображения, т. е. к требованию освободить выполнение изображения от всех построений, посторонних теме преподавания. Это требование является специфическим для педагогического процесса. Именно оно резко выделяет задачу построения педагогических изображений из других задач начертательной геометрии, связанных, главным образом, с развитием техники и живописи.

<sup>1</sup> Гавгнус и Гурвиц, Геометрия. Методическое пособие, ч. 2-я — «Стереометрия», М., 1936, стр. 67.

Всякому преподавателю ясно, что течение педагогического процесса не может быть прервано без ущерба для дела посторонними вопросами, нарушающими ход изложения и отвлекающими внимание учащихся. Когда преподаватель, в соответствии с развитием темы, сопровождает своё изложение чертежом, помогающим понять и усвоить учебный материал, он не должен при выполнении чертежа производить какие-либо другие построения, кроме тех, которые вызываются ходом рассуждения. К тому же эти построения должны следовать именно в том порядке, в котором протекает изложение темы. В этом-то и заключается особенность и трудность выполнения педагогических изображений. Как мы условились, изображения должны быть верными, т. е. они должны представлять собой проекцию оригинала. С другой стороны, выбрать какой-либо метод проектирования и по правилам этого метода построить изображение, т. е. поступить так, как учит начертательная геометрия, невозможно, ибо в этом случае будет неизбежно нарушено третье условие педагогических изображений, а вместе с тем и самый процесс преподавания. В самом деле, построение изображения по правилам какого-либо заранее избранного метода проектирования потребует выполнения тех или иных графических операций, решения определённых конструктивных задач; все эти действия останутся совершенно непонятными для учащихся, помешают изложению учебного материала и потребуют затраты времени, не имеющегося в распоряжении преподавателя. Таковы те трудности, которые возникают у преподавателей при выполнении ими изображений пространственных фигур в процессе учебных занятий.

Как же пытается разрешить этот вопрос учебно-методическая литература? Обычно рекомендуется пользоваться тем или иным методом проекций и по правилам этого метода строить изображения пространственных фигур в педагогической работе. При этом почти всегда выбирается параллельная проекция, косоугольная или ортогональная. Чаше других рекомендуется так называемая «кабинетная» (или «фронтальная») проекция<sup>1</sup>. В этой проекции плоскостью изображений служит фронтальная плоскость (передний вид), параллельно которой располагаются оси  $O'Y'$  и  $O'Z'$  натуральной системы осей  $O'X'Y'Z'$  в пространстве<sup>2</sup>. Поэтому отрезки, лежащие на этих осях, как и все вообще отрезки плоскости  $O'Y'Z'$ , изображаются без искажения. Третья ось  $O'X'$  изображается биссектрисой  $OX$  прямого угла  $OYZ$  между двумя другими аксонометрическими осями, причём отрезки оси  $O'X'$  при проектировании сокращаются обыкновенно в два раза. Это вполне определяет направление проектирования в кабинетной проекции. На черт. 3 дано изображение куба в такой проекции.



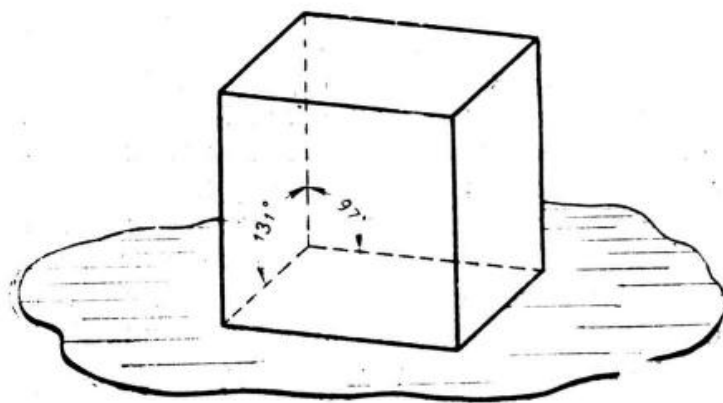
Черт. 3.

параллельная проекция, косоугольная или ортогональная. Чаше других рекомендуется так называемая «кабинетная» (или «фронтальная») проекция<sup>1</sup>. В этой проекции плоскостью изображений служит фронтальная плоскость (передний вид), параллельно которой располагаются оси  $O'Y'$  и  $O'Z'$  натуральной системы осей  $O'X'Y'Z'$  в пространстве<sup>2</sup>. Поэтому отрезки, лежащие на этих осях, как и все вообще отрезки плоскости  $O'Y'Z'$ , изображаются без искажения. Третья ось  $O'X'$  изображается биссектрисой  $OX$  прямого угла  $OYZ$  между двумя другими аксонометрическими осями, причём отрезки оси  $O'X'$  при проектировании сокращаются обыкновенно в два раза. Это вполне определяет направление проектирования в кабинетной проекции. На черт. 3 дано изображение куба в такой проекции.

<sup>1</sup> Владимирский И., Каким должен быть чертёж преподавателя геометрии. Журн. «Математика в школе», № 3, 1941. См. также сноску на стр. 39.

<sup>2</sup> Условимся обозначать элементы пространства теми же буквами, что и соответствующие элементы на изображении, но с добавлением знака «штрих».

Наряду с кабинетной рекомендуют также другие виды проекций, например, ортогональную диаметрическую проекцию с отношением коэффициентов искажения ( $p : q : r = \frac{1}{2} : 1 : 1$ ). Изображение куба в этой проекции представлено на черт. 4. Некоторые авторы, отмечая недостатки упомянутых методов проектирования (не видно диагональной плоскости куба и др.), предлагают другие виды проекции<sup>1</sup>. Очень редко предлагают выполнять изображения в центральной проекции с собственным центром



Черт. 4.

проектирования<sup>2</sup>, так как в условиях педагогического процесса такое проектирование оказалось бы слишком сложным<sup>3</sup>.

Однако способы изображений, предлагаемые учебно-методической литературой, отнюдь не облегчают затруднений педагогов-практиков. Как уже было выяснено, выполнение изображений должно быть освобождено от построений и задач, связанных с применением той или иной заран-

нее выбранной проекции. Поэтому на практике мы видим следующее: преподаватель строит свои изображения произвольным образом, не давая себе отчёта в их верности. Это отсутствие какой-либо теории, которой могли бы руководствоваться преподаватели, естественно, приводит к многочисленным ошибкам в их педагогических чертежах. Часто даже весьма квалифицированные преподаватели пользуются неверными изображениями. Таким образом, положение на этом участке педагогической работы до сего времени остаётся неблагоприятным.

Как обстоит дело с учебной и научной литературой?

Чертежи и изображения, помещаемые в печатных изданиях, могут быть выполнены со всей тщательностью в любой проекции, которая оказалась бы наиболее подходящей в данном случае. Третье требование, столь важное для изображений в классной обстановке, здесь совершенно отпадает. Поэтому, если всё же мы имеем в нашей и иностранной учебной литературе плохие, а иногда просто безграмотные чертежи, то единственным объяснением этому является невнимание авторов и редакторов учебников к этой стороне вопроса, недооценка её и непонимание вреда, причиняемого такой беззаботностью широкому кругу читателей.

Что это именно так, доказывают обратные примеры, примеры научных и учебных руководств, где чертежи и изображения стоят на большой высоте, как в отношении принципиальной верности, так и в отношении их наглядности. «Наглядная геометрия» Д. Гильберта и С. Кон-Фоссена<sup>4</sup> является прекрасным образцом научных книг, обладающих этими достоинствами. В этой книге изображения пространственных фигур построены по правилам перспективы, причём часто с целью увеличения наглядности геометрические образы «овеществлены». Так, например,

<sup>1</sup> См. сноску (1) на стр. 39.

<sup>2</sup> Ludomir Wolfke, Rysunek perspektywiczny i podstawy geometrii wykreslonej, Warszawa, 1936.

<sup>3</sup> Сравн. стр. 35.

<sup>4</sup> Гильберт Д. и Кон-Фоссен С., Наглядная геометрия. СНТИ, М. — Л., 1936 (перевод с немецкого).

отрезки прямых линий изображены в виде маленьких цилиндров, точки — в виде шариков, и фигура, состоящая из отрезков, выглядит на чертеже подобно некоторому каркасу из стержней, скрепленных при помощи шариков. Наглядность таких изображений пространственных фигур, конечно, очень велика, но они требуют также значительной графической работы. Применение их в условиях преподавания совершенно невозможно. На черт. 5 дано одно из таких изображений.

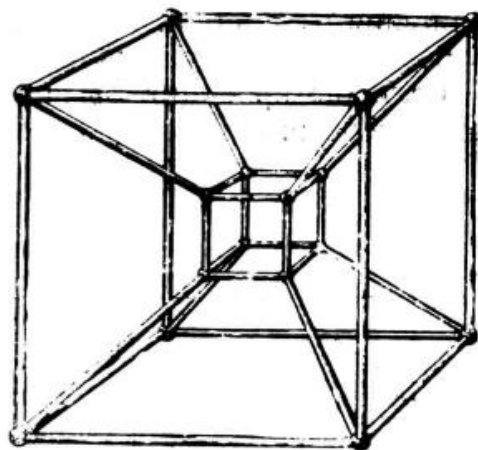
## II. О методе построения изображений, применимом в условиях преподавания

Остановимся несколько подробнее на том различии, которое мы можем установить на основании формулированных в первом разделе трех условий между обычным построением изображения по одному из методов начертательной геометрии и таким построением изображения, которое в возможно большей степени отвечало бы требованиям педагогического процесса.

С этой целью мы будем различать в процессе проектирования какой-либо фигуры следующие основные факторы:

1. «Оригинал» или «объект» изображения.
2. Проектирующий аппарат (положение центра проекции относительно плоскости изображения). Коротко: «Проекция».
3. Положение оригинала относительно проектирующего аппарата и плоскости изображения.
4. Изображение.

Основываясь на этих характеристиках процесса проектирования (построения изображения), мы можем сравнить обычную схему начертательной геометрии, приспособленную к решению технических задач, со схемой, вытекающей из трёх условий, сформулированных нами в первом разделе (стр. 38).



Черт. 5.

### 1. Обычная схема построения изображения, применяемая в начертательной геометрии

(Схема I)

Дан оригинал, т. е. изображаемая пространственная фигура. Выбираем определённую проекцию и положение оригинала. Этими данными изображение вполне определяется и может быть получено при помощи необходимых построений, соответствующих выбранной проекции.

### 2. Схема построения изображения, вытекающая из требований (1, 2, 3) преподавания

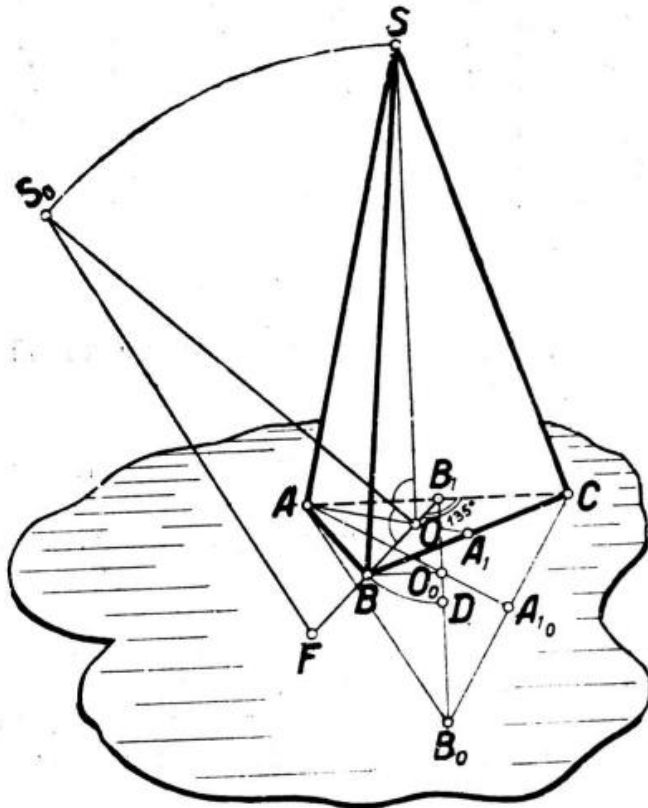
(Схема II)

Даны условия, которым должен удовлетворять оригинал. Проектирующей аппарат и положение оригинала остаются неопределёнными. Изображение также неопределённо. Благодаря этому оно может быть выполнено в известной мере произвольно. Но требование первое (изображение представляет собой проекцию ориги-

нала) не должно быть нарушено. При произвольном выборе элементов изображения необходимо учитывать влияние такого выбора на определение оригинала и проектирующего аппарата.

Сравнение обеих схем показывает их глубокое различие, вызываемое все тем же третьим требованием — освободить процесс выполнения изображения от дополнительных построений и сделать его, по возможности, свободным, произвольным.

Если бы проекция была нами заранее выбрана (как это и предполагается в обычных методах начертательной геометрии), то это повлекло бы



Черт. 6.

за собой необходимость произвести построения, соответствующие выбранной проекции. Следовательно, изображение уже не было бы свободным от посторонних для педагогического процесса построений, а это, как уже было выяснено, нарушило бы течение учебного процесса. Поэтому необходимо оставить неопределенными как проекцию, так и положение оригинала. Кстати сказать, в рассматриваемом случае мы не имеем перед собой оригинала при построении изображения, а имеем лишь ряд условий, которым должен удовлетворять оригинал (например, изображаем правильную шестиугольную пирамиду, боковое ребро которой в два раза больше стороны основания, и т. д.). Эти условия могут определять оригинал вполне или же отчасти.

Что же касается произвола в построении изображения, то он не является неограниченным. Это ясно уже из того, что все проективные свойства оригинала не искажаются при проектировании, и поэтому мы не можем их изображать произвольно. В отношении проективных свойств оригинала никакой произвол недопустим.

Иначе обстоит дело с метрическими свойствами оригинала, которые могут нарушаться и искажаться при проектировании, причём эти искажения зависят от выбора проекции и положения оригинала. Таким образом, произвол в изображении метрических свойств оригинала возможен.

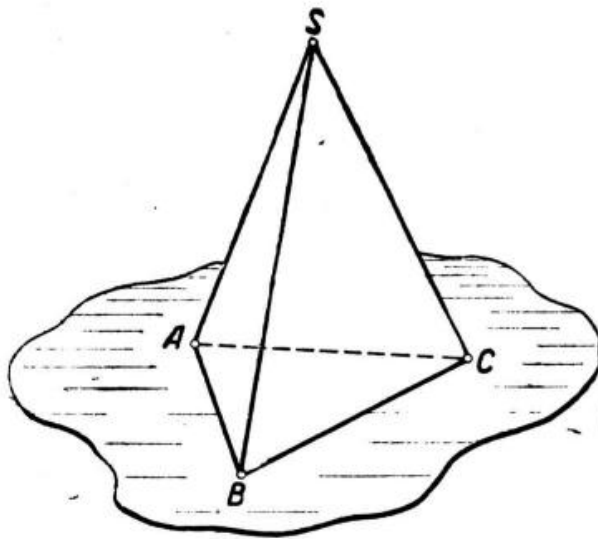
На изображениях, выполненных в соответствии со схемой II, определяющим фактором являются условия, наложенные на оригинал. Именно эти условия, дополняющие изображение, позволяют в большей или меньшей степени определить оригинал, проекцию и положение оригинала. На этом основании мы будем называть такие изображения условными изображениями.

Чтобы ещё лучше обнаружить различие между I и II схемами построения изображений, рассмотрим конкретный пример.

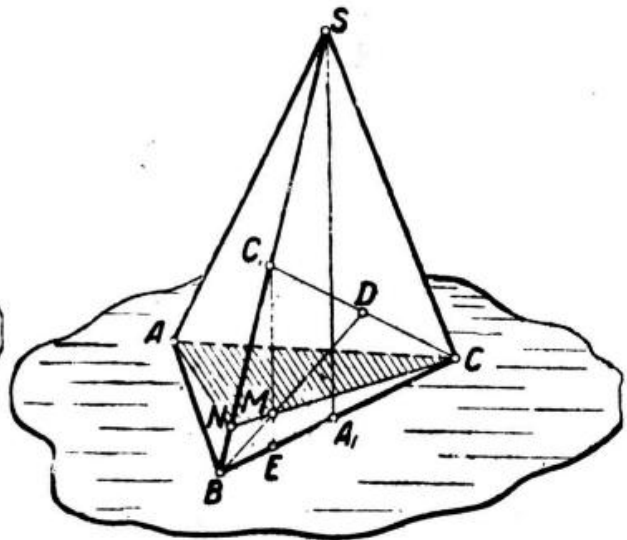
Предположим, что нам требуется построить в параллельной проекции изображение правильной треугольной пирамиды, боковое ребро которой вдвое больше стороны основания.

Выполним это изображение по правилам фронтальной (кабинетной) проекции (схема I, черт. 6).

Примем отрезок  $AC$  за натуральную величину стороны основания пирамиды и построим равносторонний (в натуре) треугольник  $ABC$ , который является основанием пирамиды; высота  $B_1B_0$  этого треугольника изобразится в кабинетной проекции отрезком  $B_1B$ , равным половине высоты  $B_1B_0$  ( $B_1B = B_1D = DB_0$ ) и образующим с отрезком  $AC$  угол в  $45^\circ$  (или  $135^\circ$ , см. черт. 6). Следовательно, треугольник  $ABC$  изображает основание пирамиды. Чтобы построить высоту пирамиды, мы найдём основание высоты  $O$ , как точку пересечения медиан  $AA_1$  и  $BB_1$  треугольника  $ABC$ . Высота пирамиды изобразится отрезком  $OS$ , перпендикулярным к  $AC$ . Длина отрезка  $OS$  строится следующим образом. Находим натуральную величину треугольника  $BOS$ . Для этого откладываем  $OF = O_0B_0$ , строим  $OS_0 \perp OF$  и засекаем прямую  $OS_0$  так, что  $FS_0 = 2AC$ . Тогда  $OS_0$  и даст натуральную величину высоты пирамиды. Отложив  $OS = OS_0$ , соединяем точку  $S$  с точками  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Получим изображение пирамиды в кабинетной проекции. Это изображение потребовало выполнения ряда графических построений, что в условиях педагогического процесса совершенно невозможно.



Черт. 7а.



Черт. 7б.

Выполнение того же изображения в соответствии со схемой II не требует никаких дополнительных построений. В самом деле, как основание пирамиды  $ABC$ , так и вся пирамида  $SABC$  могут быть вычерчены совершенно произвольно, причём следует лишь позаботиться о наглядности изображения (черт. 7 а). Что такое изображение будет верным, вытекает из теоремы Польке-Шварца, в которой утверждается, что произвольно выбранная фигура  $SABC$  на изображении всегда является проекцией оригинальной пирамиды  $S'A'B'C'$  заданной формы<sup>1</sup>. Форма же пирамиды  $S'A'B'C'$  вполне определяется начальными данными задачи (правильная треугольная пирамида, боковое ребро которой вдвое больше стороны основания). Чертёж 7а удовлетворяет третьему требованию, равно как и двум другим, поэтому он является практически при-

<sup>1</sup> Четверухин Н. Ф., Введение в высшую геометрию, 1937, стр. 46.

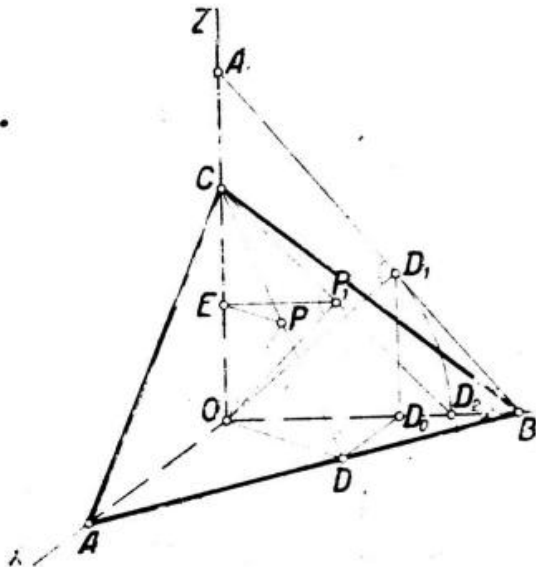
годным и удобным для педагога. Вместе с тем следует отметить, что изображение (см. черт. 7а) определяет проекцию и положение оригинальной фигуры относительно проектирующего аппарата. Поэтому всякое новое построение на том же изображении уже не может быть произвольным. Так, например, если требуется на том же чертеже (черт. 7б) построить сечение пирамиды плоскостью, проходящей через ребро  $AC$  и перпендикулярной к ребру  $BS$ , то эта задача может быть решена так: Проводим апофему  $SA_1$  ( $BA_1 = A_1C$ ) пирамиды. Отмечаем середину  $C_1$  ребра  $BS$ , соединяем точку  $C_1$  с точкой  $C$ . Треугольник  $CC_1B$  в оригинале равнобедренный (так как  $B'C' = B'C'_1$ ). Поэтому прямая  $BD$  ( $CD = DC_1$ ) в оригинале перпендикулярна к прямой  $CC_1$ . Строим  $C_1E \parallel SA_1$  и находим точку  $M$  пересечения прямых  $C_1E$  и  $BD$ . Эти прямые в оригинале являются высотами треугольника  $B'C'C'_1$ , а точка  $M$  — его ортоцентром. Следовательно, прямая  $CM$  в оригинале перпендикулярна к ребру  $BS$ ; то же самое, очевидно, можно сказать и о прямой  $AN$ . Таким образом, треугольник  $ACN$  изображает искомое сечение. Вместе с тем угол  $ANC$  является изображением линейного угла двугранного угла при ребре  $B'S'$  пирамиды.

Перейдём ко второму примеру.

В книге Б. В. Романовского «Задачи на построение в стереометрии» (Учпедгиз, М., 1936) принято все фигуры изображать на плоском чертеже по правилам фронтальной (кабинетной) косоугольной проекции. Под № 167 в этой книге помещена следующая задача:

*Дан прямой трёхгранный угол  $OXYZ$ . Из точки  $O$  опустить перпендикуляр на плоскость  $ABC$ .*

Для решения этой задачи по правилам кабинетной проекции (схема I) автор отсылает читателя к предыдущей задаче № 166. В последней делается ссылка на задачу № 163 и т. д. Решение поставленной выше задачи сводится таким образом к четырем предшествующим задачам. Если взять из них все, что относится к нашему вопросу, то полу-



Черт. 8.

чим одно целое, представляющее собой решение рассматриваемой задачи. Оно дано на черт. 8.

Так как на этом чертеже фигуры, лежащие в плоскости  $Y'O'Z'$ , изображаются без искажения, то последняя удобна для построения оригиналов изображаемых фигур.

Так  $\triangle OA_1B$  является оригиналом для изображённого на этом чертеже  $\triangle OAB$ . Для его построения достаточно отложить отрезок  $OA_1 = 2OA$  и соединить точку  $B$  с  $A_1$ .

Затем строим отрезок  $OD_1 \perp A_1B$ . Так как треугольник  $OAB$  может быть получен путем совмещения плоскости треугольника  $OA_1B$  с плоскостью  $XOY$ , то перпендикуляр  $D_1D_0$  совместится при этом с отрезком  $D_0D$  ( $D_1D_0 \perp OY$ ;  $D_0D \parallel OX$ ). Следовательно, перпендикуляр  $OD_1$  совместится с перпендикуляром  $OD$  в треугольнике  $OAB$  ( $O'D' \perp A'B'$ )





2. Выразить числом параметров каждое условие и каждую метрическую операцию, выполняемую на изображении (параметраж условий).

3. Определить области существования параметров, т. е. области тех значений параметров, которым соответствует действительная проекция (области существования параметров).

Эти данные необходимы лицу, выполняющему изображение, так как ему надо знать, какие возможности в отношении произвольного выбора элементов изображения имеются в его распоряжении в любой момент построения. Такие данные получаются из параметража изображения и налагаемых на оригинал условий, причём должны также приниматься во внимание области существования выбираемых элементов.

Подробное изложение этих вопросов дано автором в отдельной книге (печатается). В настоящей статье автор имел в виду лишь поставить педагогическую проблему построения стереометрических изображений в условиях преподавания и указать пути её разрешения.

## МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕТОДИКИ ХИМИИ

*С. Г. ШАПОВАЛЕНКО*

кандидат педагогических наук

Методика преподавания химии является педагогической наукой, изучающей процесс обучения основам химии и разрабатывающей его в соответствии с развитием химической науки и согласно требованиям советского государства к воспитанию подрастающего поколения.

Процесс обучения химии заключается в передаче и усвоении учащимися научных знаний, умений и навыков. В процессе обучения учащиеся получают химическое образование, их познавательные способности (наблюдательность, память, воображение, мышление, речь и др.) развиваются. Обучение теснейшим образом связано с образованием и воспитанием.

В сложном процессе обучения рельефно выделяются три неразрывно связанные между собою части: учебный предмет (основы химии), преподавание (деятельность учителя, состоящая в передаче учащимся знаний, умений и навыков, а также в стимулировании, руководстве и управлении процессом усвоения основ науки учащимися) и учение (деятельность учащихся, заключающаяся в приобретении знаний, умений и навыков). В силу этого можно сказать, что методика химии занимается разработкой содержания учебного предмета (чему учить); исследованием организации, методов и приёмов преподавания его (как учить); конструированием учебных наглядных пособий и других видов оборудования; изучением особенностей усвоения учащимися основ химической науки; раскрытием закономерных связей между учебным предметом, преподаванием и усвоением; нахождением условий, при которых обучение химии содействовало бы, наряду с другими учебными предметами, реализации задач коммунистического воспитания.

Методика химии преследует цель не только правильно отобразить процесс обучения основам химии в школе (обобщение опыта, составление научных методических понятий, открытие законов обучения), но и указать правила, следуя которым можно было бы успешно развивать преподавание. Методика химии должна вооружить учителей передовой теорией обучения, т. е. теорией, идущей впереди практики, показывающей пути и способы поднятия практики до уровня изменяющихся требований советского общества. Естественно, что понятия, законы, закономерности и правила методики химии, т. е. знания, накапливаемые ею, не могут не носить конкретного, исторического характера: они изме-

няются в соответствии с развитием химической науки и общественных условий обучения.

Для изучения своего предмета методика химии должна располагать определёнными, проверенными на практике методами научного исследования.

Трудно переоценить значение научных методов исследования. История науки даёт убедительные доказательства того, что её величайшие завоевания являются в значительной мере следствием применения правильных методов исследования (Дарвин, Менделеев, Павлов, Маркс, Энгельс, Ленин, Сталин). Метод — это ворота, через которые мы входим в область знания.

И вот сейчас, когда армия учителей химии ждёт от методики теоретического вооружения для улучшения качества обучения в школах, когда правительство фактом открытия Института методов обучения при Академии педагогических наук РСФСР придало большое значение развитию методики, когда в ответ на это надо широко развернуть научное исследование, вопрос о методах его должен привлечь самое пристальное внимание.

В данной статье автор имеет в виду не столько разрешить, сколько поставить в свете марксистско-ленинской теории познания проблему научных методов исследования в области методики химии, полагая, что успешное разрешение этой проблемы потребует участия многих научных работников и, главное, развития исследовательских работ.

## 1. Диалектический метод исследования в области методики химии

Метод науки определяется объектом её, ибо метод — это способ отражения объекта в сознании человека, это подход при изучении его, это — путь в движении от незнания к знанию. Разумеется, чем лучше изучен объект, тем успешнее в последующих исследованиях достигается адекватность метода и объекта. Не так давно (XVII—XVIII вв.), когда знания о явлениях и вещах мира были ограниченными, методы научного исследования были несовершенными. Тогда не была известна всеобщая связь, изменение и развитие явлений природы и общественной жизни, и эти явления изучались изолированно друг от друга, как неизменные и неразвивающиеся. Применялся так называемый метафизический метод исследования. Впоследствии, когда были открыты всеобщая связь и развитие явлений мира, то, опираясь на эти открытия, стали изучать возникновение, связь, развитие и переход явлений друг в друга. Был разработан и стал применяться диалектический метод исследования природы, общества и мышления. Метафизический метод, имевший положительное значение на определённом этапе развития науки, является совершенно ненаучным и реакционным. Теперь нельзя подходить к изучению предметов мира, как к неизменным и изолированным, так как мы знаем, что таких предметов нет, что каждый предмет — есть процесс, связанный с другими, что он имеет свое рождение, жизнь и смерть, переходит во что-то другое, новое. Методы исследования, служа открытию законов изучаемых явлений объективной реальности, опираются на закономерности, открытые при изучении этих явлений. Раз закономерности открыты, то из предмета исследования они становятся его принципами.

Важнейшим итогом педагогических и методических исследований является обнаружение законов связи и развития и в области воспитания, образования и обучения. Не только учебный предмет, преподавание и усвоение, но и отдельные элементы их находятся во взаимосвязи.

взаимодействии, взаимопроникновении и развитии. Обучение переходит в образование, обуславливается целями и задачами воспитания и служит реализации их. Эти законы, раскрывая диалектическую природу объекта методики, должны служить опорой в дальнейших методических исследованиях. А это означает, что метод научного изучения методических явлений должен быть диалектическим, так как только он адекватен их диалектической природе.

Марксистский диалектический метод имеет две стороны, два момента, присутствующие одновременно в едином процессе познания. Это — диалектический подход и диалектический путь.

Гениальная характеристика диалектического подхода при изучении мира дана Лениным в «Философских тетрадах» и Сталиным в работе «О диалектическом и историческом материализме». Диалектический подход требует:

1) чтобы изучались действительные явления, осуществлялась «объективность рассмотрения (не примеры, не отступления, а вещь сама в себе)»<sup>1</sup>;

— 2) чтобы при этом производились «соединение анализа и синтеза, — разборка отдельных частей и совокупность, суммирование этих частей вместе»<sup>2</sup>;

3) чтобы каждое явление изучалось в «неразрывной связи с окружающими явлениями, в его обусловленности от окружающих его явлений»<sup>3</sup>;

4) чтобы исследование переходило «от сосуществования к каузальности и от одной формы связи и взаимозависимости к другой, более глубокой, более общей»<sup>4</sup>;

5) «чтобы явления рассматривались не только с точки зрения их взаимной связи и обусловленности, но и с точки зрения их движения, их изменения, их развития, с точки зрения их возникновения и отмирания»<sup>5</sup>;

6) чтобы развитие понималось как переход «от незначительных и скрытых количественных изменений к изменениям открытым, к изменениям коренным, к изменениям качественным, где качественные изменения наступают не постепенно, а быстро, внезапно, в виде скачкообразного перехода от одного состояния к другому состоянию, наступают не случайно, а закономерно, наступают в результате накопления незаметных и постепенных количественных изменений»<sup>6</sup>;

7) чтобы внутреннее содержание процесса развития, внутреннее содержание превращения количественных изменений в качественные понималось как «борьба этих противоположностей, борьба между старым и новым, между отмирающим и нарождающимся, между отживающим и развивающимся»<sup>7</sup>;

8) чтобы осуществлялся переход «от явлений к сущности и от менее глубокой к более глубокой сущности»<sup>8</sup>;

<sup>1</sup> Ленин В. И., Философские тетради, 1938, стр. 211.

<sup>2</sup> Там же, стр. 212.

<sup>3</sup> История Всесоюзной коммунистической партии большевиков. Краткий курс, 1938, стр. 101.

<sup>4</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 212.

<sup>5</sup> История Всесоюзной коммунистической партии большевиков. Краткий курс, 1938, стр. 101.

<sup>6</sup> Там же, стр. 102.

<sup>7</sup> Там же, стр. 104.

<sup>8</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 212.

9) чтобы прослеживалась «борьба содержания с формой и обратно. Сбрасывание формы, переделка содержания»<sup>1</sup>.

Таковы характерные черты диалектического подхода к изучению явлений.

Диалектический подход указывает прежде всего на то, что надо изучать в явлениях. Он помогает установить правильную проблематику и последовательность исследования.

Применению диалектического подхода надо учиться у основоположников научного коммунизма — Маркса, Энгельса, Ленина, Сталина.

Поль Лафарг в своих «Воспоминаниях о Марксе» так характеризует применение Марксом диалектического метода в экономических исследованиях.

«Он видел не только поверхность, он проникал во внутрь, он исследовал составные части в их взаимном действии, в их взаимном противодействии. Он выделял каждую из этих частей и прослеживал историю её развития. Затем от вещи он переходил к окружающей её среде и наблюдал действие последней на первую и обратно. Он возвращался опять к возникновению объекта, к его изменениям, эволюциям и революциям, которые этот последний проделывал, и доходил, наконец, до самых отдалённых его действий. Он видел перед собою не отдельную вещь самое по себе, вне связи с окружающей её средой, но весь сложный, находящийся в постоянном движении мир» (стр. 11).

«Маркс совмещал в себе оба качества, необходимые для гениального мыслителя. Разложить предмет на его составные части и затем восстановить его со всеми его деталями и различными формами развития и открыть внутреннюю их зависимость — это он делал мастерски. Его доказательства (разрядка наша. — С. Ш.) не были абстракциями, как утверждали экономисты, неспособные мыслить; его метод был не метод геометрии, которая, почерпая свои определения из окружающей мира, при построении выводов совершенно отрешается от реальной почвы. В «Капитале» мы находим не отдельные определения, не отдельные формулы, а ряд в высшей степени тонких анализов действительности, передающих самые лёгкие оттенки и малейшие различия. Маркс начинает с утверждения очевидного факта, что богатство общества, в котором господствует капиталистический способ производства, заключается в огромной массе товаров: товар — нечто конкретное, не какая-нибудь математическая абстракция, — есть, таким образом, элемент, первичная клеточка капиталистического богатства. Маркс берётся за этот товар; он перевёртывает его на все стороны, выворачивает даже наизнанку, раскрывая одну за другою его тайны, существования которых представители официальной экономической науки даже не подозревали и которые, однако, многочисленнее и глубже, чем все таинства католической религии. Всесторонне исследовав вопрос о товаре, он рассматривает отношение одного товара к другому в обмене и затем переходит к их производству и к историческим условиям развития их производства. Рассматривая формы существования товара, Маркс показывает, как одна из них переходит в другую, как необходимым образом одна производит из себя другую. Логический ход развития явлений представлен так искусно и с таким совершенством, что может, пожалуй, показаться простым измышлением самого Маркса и, тем не менее, всё почерпнуто им лишь из действительности, всё это представляет фактическую диалектику товара» (стр. 12—13).

<sup>1</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 212.

Как же применить требования диалектического подхода в методических исследованиях?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо прежде всего соединить знание общих черт диалектического подхода с главными результатами конкретного изучения предмета методики. Если это сделать, то мы получим следующие требования:

1. Изучать объективный процесс обучения. «Сосредоточить работу... главным образом на изучении и обобщении опыта, накопленного практическими работниками школы»<sup>1</sup>.

2. Изучать закономерности обучения в процессе усовершенствования и развития его соответственно требованиям государства к воспитанию подрастающего поколения. Организуя процесс обучения согласно целям и задачам советской школы, изучать закономерности его. Не упускать при этом из виду предыдущие этапы развития, удерживая на новых этапах всё ценное, что было накоплено на предыдущих.

3. Разлагать (анализ) сложные явления обучения на части, проследить связь частей и воссоздавать (синтез) эти сложные явления вновь в конкретном виде.

4. Разрабатывать содержание учебного предмета, исходя из целей и задач советской школы, истории развития и состояния химии, учитывая: а) историю преподавания химии в школе и тенденции его развития в связи с развитием химической науки; б) способы преподавания основ химии; в) общеобразовательную подготовку и развитие учащихся к началу обучения и в процессе его; г) ход преподавания смежных учебных предметов; д) особенности усвоения учебного материала учащимися на различных ступенях обучения.

5. Разрабатывать организацию и методы преподавания химии, отталкиваясь от задач и целей коммунистического воспитания и проследивая: а) историю и тенденции развития преподавания; б) обусловленность принципов, методов, организационных форм и материальных условий преподавания содержанием, методологией и историей науки, составляющей предмет обучения; в) зависимость преподавания от особенностей усвоения учебного материала, которое является критерием правильности принципов, методов, организационных форм и материальных условий обучения; г) изменение способов преподавания в связи с развитием опыта и познавательных способностей учащихся.

6. Изучать процесс и результат усвоения учащимися учебного материала в связи с: а) характером учебного материала, объемом, глубиной и последовательностью его изложения; б) методами, формами и материальными условиями преподавания; в) общим развитием учащихся; г) работой учителя по возбуждению и поддержанию интереса и внимания к предмету; д) общими результатами воспитания. Проследить развитие усвоения и закономерности перехода из одной стадии в другую.

7. Изучать воспитательное влияние преподавания в связи с а) определенным характером учебного материала; б) методами, формами и материальными условиями преподавания; в) опытом обучения.

8. Не ограничиваться описанием того, что лежит на поверхности обучения, а вскрывать сущность его.

9. Проследить изменение форм обучения под влиянием изменения его содержания от VII к X классам.

В практике методических исследований эти требования далеко не всегда осуществлялись и осуществляются, что приводило и приводит к серьезным недостаткам методологического порядка.

<sup>1</sup> Постановления партии и правительства о школе, 1939, стр. 9.

Нарушение первого требования приводит к априоризму — при-внесению в действительный процесс обучения не существующих в нём связей и отношений, подмене изучения самого процесса обучения рассмотрением мнений о нём.

Невыполнение второго требования приводит к созерцательности и некритическому использованию буржуазного опыта.

Игнорирование пятого — восьмого требований придаёт метафизический характер исследованию обучения. Иногда пытаются разработать содержание учебного предмета, исходя только из науки, упуская из виду ученика; пытаются изучать преподавание вне связи с тем, какие результаты оно приносит, как усваивают учащиеся материал, как они при этом воспитываются. Этот недостаток был особенно широко распространен в 1938—1941 гг., когда происходили педагогические конференции, на которых предлагались многочисленные материалы из опыта учителей, но при этом не давалось объективных материалов о результатах усвоения основ наук учащимися. Иногда рекомендуют одни и те же принципы, методы и формы преподавания для различных этапов обучения, не учитывая развития учащихся. Исследуют усвоение учащимися материала в отрыве от применяемых учителями способов и организационных форм преподавания.

Исправление этих недостатков и усовершенствование методов исследования должно проводиться последовательно и неуклонно, так как это — борьба за обеспечение научности и успеха методических исследований.

Руководствуясь диалектическим подходом в изучении явлений, исследователь намечает проблематику, т. е. систему вопросов, которые он ставит, изучая процесс обучения. Но как получить ответ на каждый вопрос, каким путём идти от незнания к знанию?

Этот путь указан Владимиром Ильичем Лениным. «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».

В противоположность эмпирикам материалистического (Локк, Дидро) и идеалистического (Беркли, Мах) направлений, утверждавшим, что только наблюдение может обеспечить истинное знание, в противоположность рационалистам (Декарт, Спиноза, Лейбниц), превозносившим роль разума (теоретического мышления) в познании и отвергавшим значение эмпирического момента в нём, в указанном выше законе Ленин соединяет материалистический, эмпирический и рационалистический моменты познания на базе общественно-исторической практики человека. Тем самым утверждается, что ни живое созерцание без теоретического мышления, ни теоретическое мышление без живого созерцания не могут обеспечить истинного познания. Оно может быть достигнуто применением того и другого вместе на основе исторической практики человека.

Живое созерцание в научных исследованиях осуществляется в форме наблюдения, т. е. целевого созерцания, целевого восприятия изучаемого явления; абстрактное мышление — в форме анализа и синтеза, индукции и дедукции, сравнения, обобщения; практика — в эксперименте, в промышленной, сельскохозяйственной и других видах деятельности. Поскольку наблюдение, анализ и синтез, индукция, и дедукция, сравнение, обобщение, эксперимент являются отдельными участками, отдельными отрезками общего диалектического пути познания, их можно назвать частными методами исследования. Эти методы конкретизируются в зависимости от объекта исследования.

Какова же система частных методов научного исследования процесса обучения основам химии?

Опыт дидактических и методических исследований показывает, что в них применяется следующая система частных методов.

1. Наблюдение:

а) прямое;

б) косвенное — ознакомление с документами, составленными учителями (доклады, отчеты, дневники и т. д.), с работами учащихся (тетради, изготовленные учащимися наглядные пособия, сочинения, контрольные работы и т. п.), с документацией школы (планы, протоколы заседаний педагогического совета и пр.), восприятие литературного материала.

2. Методы теоретического исследования:

а) обобщение;

б) анализ и синтез;

в) сравнение, классификация;

г) индукция и дедукция;

3. Эксперимент:

А. Экспериментальные методы, применяемые при изучении процесса обучения:

а) лабораторный эксперимент;

б) естественный эксперимент (Лазурский, Рубинштейн).

Б. Экспериментальные методы, применяемые для изучения эффективности учебно-воспитательной работы:

а) письменная контрольная работа, состоящая из ответов на прямые вопросы;

б) сочинение;

в) письменная контрольная работа, заключающаяся в решении задач;

г) письменная контрольная работа, состоящая из тем для изложения, прямых вопросов и задач;

д) контрольная работа, состоящая в решении экспериментальных задач;

е) устный опрос учащихся на уроке;

ж) индивидуальная беседа;

з) индивидуальная беседа в процессе выполнения практического задания.

В. Экспериментальные методы, применяемые при изучении опыта учителей:

а) беседа;

б) показательный урок, практическое занятие, экскурсия и пр., проводимые учителем по заданию исследователя.

Заметим, что процесс исследования является единым целостным процессом. Наблюдения и методы теоретического исследования, эксперимент и обобщение его данных протекают или одновременно или следуют друг за другом. Однако, это обстоятельство не мешает рассмотреть эти частные методы отдельно и выяснить, для исследования каких проблем пригоден каждый метод, что и при каких условиях он может дать, в какой связи с другими методами он должен применяться.

## II. Частные методы научного исследования

### 1. Наблюдение

«Для того, чтобы наблюдать, недостаточно видеть, надо смотреть, недостаточно слышать, надо слушать», — говорит Э. Невиль<sup>1</sup>. Наблюдение — это нацеленное восприятие. В отличие от наблюдения, применяемого в общественно-трудовой жизни, научное наблюдение характеризуется прежде всего четкостью целевой установки. Наблюдение возникает иногда как следствие случайно подмеченного путём живого созерцания нового факта, но чаще всего предпринимается, исходя из практических потребностей обучения или исследования. В одних случаях оно проводится для того, чтобы ознакомиться с новым явлением, описать его и собрать таким образом материал для теоретической обработки. Это — первичное наблюдение. В других случаях оно организуется

<sup>1</sup> Невиль Э., Логика гипотезы, 1882, стр. 3.



с целью накопления фактов для подтверждения научных гипотез, возникающих при обработке первоначальных наблюдений. Это — повторное наблюдение.

Первичное и повторное наблюдения связаны между собою и переходят друг в друга.

Представляя собою частный метод научного познания, наблюдение преследует цель собрать материал для отличения изучаемого явления от других, определения его составных частей, отношения этих частей между собою и частей с явлением в целом, для установления в конечном счёте конкретной качественной определённости явления, связей его с другими явлениями и закономерностей развития его. Но для того, чтобы путём наблюдения действительно накапливались материалы для этих обобщений, оно должно совершаться, руководствуясь общей теорией познания (материалистической диалектикой), передовыми педагогическими и химическими теориями. Наблюдения, протекающие без руководящего теоретического начала, неизбежно становятся ползуче-эмпирическими и, следовательно, малопродуктивными для развития науки. Плодотворными являются наблюдения, которые направляются и сопровождаются теоретическими обобщениями.

В каждый данный отрезок времени невозможно охватить наблюдением все стороны, все моменты изучаемого явления. Поэтому, имея как перспективу, широкую цель наблюдения, полезно разлагать её на возможно более узкие, но взаимосвязанные цели, каждую из которых можно было бы реализовать по возможности исчерпывающе. Уменьше наметить широкую перспективу исследования, последовательные этапы реализации его и выделить для каждого данного периода времени узкую практически достижимую цель является отличительной особенностью опытных исследователей.

Соответственно широкой и узкой целям исследования разрабатывается программа наблюдения и выбираются объекты его. Если перспективная программа наблюдений может быть схематичной, то программа наблюдений, соответствующая узкой цели, должна быть дифференцированной, предусматривающей получение исчерпывающего материала. Вместе с тем число объектов (школ, классов, учащихся) наблюдения и в том и в другом случае должно быть ограничено в такой мере, чтобы собрать достаточно убедительный материал для доказательства положений, выдвигаемых из данных наблюдений. Таким образом, число объектов должно быть ограниченным, но наблюдение их полным и систематичным.

Итти к исчерпывающим результатам наиболее кратким и экономичным путём — основная заповедь продуктивного исследования.

Второй отличительной особенностью научного наблюдения является объективность, т. е. факт истинного отражения, независимо от наблюдателя существующих явлений. Объективность наблюдения требует тщательной проверки подмеченных фактов и отграничения их от истолкования и объяснения. Наблюдатель, желающий увидеть то или иное явление, всегда рискует впасть в ошибку, зафиксировав то, чего в действительности не было. Критический анализ данных наблюдений — важнейший элемент обеспечения его объективности и, следовательно, научности.

Наблюдатель должен выработать в себе умение видеть то, что есть в действительности, а не то, что ему хочется. Этот дар умели развивать в себе Коменский, Песталоцци, Ушинский, и это было одной из основных причин успеха их педагогического творчества.

Мы отличаем прямое наблюдение от косвенного.

В зависимости от задач исследования, прямое наблюдение может быть кратковременным и длительным, систематическим и эпизодическим. Так как с течением времени ясность представлений теряется, то результаты наблюдений должны фиксироваться немедленно. Здесь могут применяться стенографирование, фотографирование, протоколирование и ведение дневника. При записи фактов важно тщательно очищать их от субъективных привнесений. Описание наблюдавшихся явлений — самый ответственный момент в применении этого метода. Записанные факты должны подвергаться проверке, чтобы служить надёжной опорой для выводов.

Прямое наблюдение может применяться в изучении всех сторон обучения.

Изучение продуктов учебной деятельности учащихся и документации преподавания составляет содержание косвенного наблюдения. Если прямое наблюдение непосредственно направлено на явления учения и преподавания, то косвенное наблюдение имеет дело с документацией их. Это — начальный этап изучения учебной документации, за которым идёт мыслительная переработка, требующая своих методов. Как успешность прямого наблюдения, так и эффективность косвенного обуславливаются ясностью цели, чёткостью и систематичностью программы и объективностью.

В результате наблюдения создаются научные представления, т. е. образы единичных явлений обучения, воспроизводимые в отсутствие этих явлений. Представление — это творческая переработка данных непосредственного восприятия, это — обобщение, которое должно производиться не путём отбрасывания отличного, не путем сложения и вычитания, а в тесном отношении к общественно-исторической практике обучения. Многократно повторенная практика обучения — вот истинная основа обобщения даже в начальной стадии его.

Наблюдение даёт знание методических явлений, но не схватывает качества их, т. е. внутренней присущей им определённости, благодаря которой явления отграничиваются друг от друга. Однако наблюдение не охватывает качества не абсолютно, а относительно. Так как свойства методических явлений есть проявление их качества в отношении друг к другу и к другим явлениям, то по свойствам (внешнему) мы можем путём мышления познать качество (внутреннее).

В наблюдении методических явлений дано знание видимого. Но сущность явлений, т. е. их внутренние необходимые, закономерные, органические связи, не вне явлений, а в них самих. Сущность является, явление существенно. Явление и сущность составляют противоречивое единство. Мышление открывает в результатах наблюдения существенные связи.

Наблюдением охватываются отдельные моменты развития, но не схватываются движение и развитие методических явлений в целом. Однако путём мыслительных операций — сравнения, различения и др. — над данными наблюдения можно установить связь моментов и, значит, установить картину развития в целом.

И только потому, что в наблюдении и представлении качество, сущность, закон и развитие явлений даны потенциально, — они являются источником научного познания, цель которого уловить качественную определённость, сущность, внутреннюю закономерную связь и развитие явлений.

Чтобы познать методические явления глубже, необходимо от наблюдений подняться к теоретическому мышлению.

Теоретическая обработка эмпирических материалов происходит часто уже в процессе наблюдения, а иногда составляет отдельный этап исследования. Итоги теоретической работы используются в последующих наблюдениях, придавая им ещё большую целенаправленность и чёткость. Связь между наблюдением и методами теоретического исследования настолько тесна, что под методом наблюдения иногда неправильно понимают не одно целевое восприятие, а целевое восприятие вместе с происходящими при этом процессами мыслительной переработки.

## 2. Методы теоретического исследования

«Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формулирования, образования понятий, законов etc.», — говорит Ленин<sup>1</sup>.

Непосредственное знание, добытое в процессе наблюдения, не вооружает для практической педагогической деятельности, так как оно отражает единичные явления, но не сущность их, отражает свойства, но не качество предметов. Между тем, чтобы служить руководством в практике, знание должно вооружить нас законами, принципами действия. Для этого оно должно стать теоретическим, раскрыть существенные, закономерные отношения явлений обучения. Мы согласны с проф. Рубинштейном С. Л. в том, что осознание этих существенных и закономерных отношений, скрытых в непосредственном знании, достигается мышлением, которое совершается в виде системы сознательных операций над данными живого созерцания и представлениями. Мыслительными операциями являются, как известно, обобщение, анализ и синтез, сравнение, индукция и дедукция и др.

Обобщение — образование научных понятий. Характерная особенность познания, совершаемого путем мышления, состоит в том, что оно даёт знание явлений в обобщённом виде, т. е. знание общего в них. Это достигается методом обобщения (абстракции), в результате которого образуются понятия — более высокие формы познания, неразрывно связанные с ощущениями и представлениями. Понятия — это знания, к которым приходит исследователь, раскрывая и осознавая существенные и закономерные связи и отношения явлений. Переход от ощущений и представлений к понятиям есть переход от конкретного к абстрактному и в то же время процесс приближения к конкретному. «Мышление, восходя от конкретного к абстрактному, не отходит — если оно правильное... от истины, а подходит к ней»<sup>2</sup>: Схватывая в понятиях сущность предмета, исследователь глубже отражает его, а потому и ближе подходит к предмету. Поскольку связь с объективной реальностью дана в понятиях в опосредствованной форме, понятия абстрактны; но поскольку понятия отражают ту или иную сторону объективной реальности как момент связи и движения её в целом, они конкретны.

Обобщение (образование понятий) есть переход от единичного к особенному и общему. Так в понятии «практическое лабораторное занятие» дано знание того, что является общим для различных видов практических лабораторных занятий по физике, химии, биологии. Чтобы правильно обобщать, необходимо сознательно руководствоваться диалек-

<sup>1</sup> Ленинский сборник. IX, 1931, стр. 185.

<sup>2</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 166.

тическим соотношением общего, особенного и единичного. В. И. Ленин учит, что общее не существует вне отдельного (например вне отдельных видов практических занятий). Общее не всецело охватывает отдельное, а лишь определённые существенные стороны его. Отдельное неполно входит в общее. Общее в единичном проявляется не всегда одинаково. Оно может проявляться в особых формах. Чтобы знать особые формы проявления общего в единичном, они должны подвергнуться конкретному изучению. В процессе обобщения не отбрасывается всё различное и не удерживается любое общее, а вскрываются закономерные связи и отношения явлений и схватывается, благодаря этому, хотя неполно, не целиком, особенное и единичное. Ввиду этого в содержание диалектических понятий входят не только общие отношения изучаемых процессов, но и существенные различия их. Включая в себя общее, особенное и единичное в существенных связях и различиях, понятия становятся всё более и более содержательными по мере охвата ими все большего и большего круга предметов и явлений.

Таким образом, диалектико-материалистическое обобщение конкретно и противоречиво.

Метод обобщения имеет исключительно большое практическое значение. Обобщённое решение методической проблемы даёт принцип, закон решения её во всех случаях, если сохраняются условия, соответствующие решению её в первом случае. Владение же принципом открывает возможность предвидения и планирования практики. «Мы знаем, — говорит Энгельс, — что хлор и водород под действием света соединяются при известных условиях температуры и давления в хлористоводородный газ, давая взрыв, раз мы это знаем, то мы знаем также, что это происходит при вышеуказанных условиях повсюду и всегда, и для нас совершенно безразлично, произойдет ли это один раз или повторится миллионы раз и на скольких планетах. Формой всеобщности в природе является закон»<sup>1</sup>. Законы процесса обучения, открываемые мышлением, — основа преподавания.

Чтобы процесс обобщения преподавания химии был успешным и осуществлялся как момент диалектического пути познания, исследователь должен сознательно руководствоваться учением материалистической диалектики об абстракции — образовании научных понятий.

Анализ и синтез. Но прежде чем обобщить эмпирический материал, необходимо найти в нём существенные и необходимые зависимости. Это достигается путем анализа и синтеза, индукции и дедукции.

Метафизики всех времен противопоставляли анализ и синтез, как исключаящие друг друга методы исследования. Диалектический материализм показал, что анализ и синтез присущи всякому мышлению. Энгельс по этому поводу говорил, что анализ без синтеза не даёт полноценного знания. «Химия, в которой анализ является преобладающей формой исследования, ничего не стоит без его противоположности — синтеза»<sup>2</sup>. Исследователь не должен останавливаться на расчленении целого на части (анализ) и рассматривать их изолированно, а должен каждую часть ставить в связь с целым (синтез). Объективной основой связи анализа с синтезом и наоборот является разъединение и связь сторон целого в реальной действительности, отражением чего и являются анализ и синтез в мышлении. Классическими применениями аналитико-синтетического метода в исследовании являются «Капитал» Маркса, «Анти-Дюринг» Энгельса, «Материализм и эмпирио-

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы, 1933, стр. 84.

<sup>2</sup> Там же, стр. 33.

критицизм» Ленина, доклады товарища Сталина на партийных съездах и другие работы основоположников марксизма-ленинизма. На этих образцах необходимо учиться применению анализа и синтеза в исследовательской работе.

Во время анализа целое должно незримо, т. е. в представлении, витать в голове исследователя. Представление о предмете в целом является предпосылкой правильного анализа, т. е. такого, который дополняется синтезом. Для успеха анализа исследователь должен заботиться о постоянном освежении и развитии представлений путём дополнительных наблюдений предмета. По мере того как анализ открывает в предмете отдельные части, должно развиваться и представление о них путём дополнительного созерцания этих частей.

Синтез не механическое соединение частей и отношений, а связь их в соответствии с сущностью изучаемых явлений. Этого никогда нельзя забывать при исследовании. Но такой синтез возможен лишь тогда, когда он сопровождается анализом, т. е. открытием всё новых связей, всё новой и новой переработкой в мышлении содержания наблюдений. Само собою понятно, что анализ и синтез дают тем более богатые результаты, чем более богато содержание наблюдений и представлений. Значит восхождение от абстрактного и недифференцированного к конкретному и расчленённому знанию должно сопровождаться многократным наблюдением явлений, их анализом и синтезом, т. е. развиваться спиралевидно.

Наблюдение, связанное с анализом и синтезом, обогащает познание новыми или более широкими представлениями. Это происходит потому, что к чувственному восприятию мы приходим всякий раз теоретически более вооружёнными и вследствие этого видим то, чего не было заметно ранее. Анализ и синтез дифференцируют, уточняют наблюдение и содействуют, вследствие этого, повышению его эффективности. Таким образом, для продуктивности исследования эмпирическое ознакомление с предметом, анализ и синтез его данных должны иметь место и в начале, и в середине, и в конце исследования.

Наиболее успешно анализ и синтез протекают тогда, когда они направляются теоретическими воззрениями, проверенными на практике.

Формой отражения закономерных связей, открываемых анализом и синтезом, являются научные суждения. Единичные связи раскрываются в суждениях единичности, особенные связи — в суждениях особенности и всеобщие связи — в суждениях всеобщности. Открытие в процессе исследования в единичном особенного и дальше общего выражается в переходе суждений единичности в суждения особенности и дальше в суждения всеобщности. Суждения, как и отражаемые ими реальные отношения предметов и процессов мира, находятся в связи между собой, переходят друг в друга. Они развиваются по мере нашего углубления в сущность явлений и развития понятий, содержание которых выражается ими.

Работая над литературными источниками, имея при этом дело с суждениями своими лично и высказанными другими, исследователь должен неустанно анализировать достоверность их. Теоретическая проверка истинности содержания суждений и понятий достигается путём рассуждения — обоснования и умозаключения.

Обоснование — это рассуждение, в котором раскрываются посылки, обуславливающие истинность суждения. Умозаключение — это рассуждение, в котором из данных посылок развивается система суждений. Наиболее глубоким выводом является такой, который основан на посылках, отражающих внутренние и необходимые отношения предметов

и явлений. Следовательно, умозаключения из сущности вопроса являются наиболее глубокими. Но такими умозаключения становятся только тогда, когда сама сущность не придумана, а добыта в конкретном опытным изучении реальных явлений. В конечном счёте истинность рассуждений доказывается экспериментом и другими видами практики.

Суждения и выводы, полученные рассуждениями, верны при определённых условиях, для определённого этапа развития явлений и нашего познания их. Поэтому приложение добытых выводов к новым явлениям не может производиться без предварительного выяснения условий, при которых этот вывод был правилен. Это необходимо учитывать при анализе истинности суждений.

Рассмотрев в общем виде применение анализа и синтеза, покажем использование их в области методики химии. Возьмём пример.

Путём опроса и наблюдения на уроках химии изучены и описаны знания учащихся IX класса о магнии и его соединениях. Чтобы проанализировать этот эмпирический материал и затем восстановить его в конкретном виде, поступаем следующим образом.

Прежде всего устанавливаем, на какие вопросы учащиеся дали ответы при опросе, какого качества эти ответы, производим анализ ошибок, допущенных в ответах. Дальше выясняем связь между ответами учащихся и составляем понятие о том, какими знаниями владеют учащиеся о магнии и его соединениях. Чтобы оценить, в какой мере знания учащихся соответствуют положенным требованиям, мы выясняем эти требования, исходя из задач преподавания химии в IX классе. Здесь также приходится применить анализ. Этот анализ приводит к следующим результатам. Учащиеся должны знать химический знак и атомный вес магния; положение его в периодической системе Менделеева; строение атома и валентность магния; формы водородных и кислородных соединений его; распространение и формы нахождения магния в природе; получение, физические и химические свойства металлического магния и важнейших его соединений (окись магния, гидрат окиси магния, соли магния); народнохозяйственное значение магния; сходство свойств металлического магния и его соединений со свойствами простых веществ и соединений химических элементов, окружающих магний в таблице Менделеева.

Между всеми указанными выше вопросами имеется связь, ведущая к усвоению знаний о магнии на основе периодического закона, периодической системы элементов, теории строения атомов. Совокупность всех этих вопросов раскрывает объём, содержание и систематичность знаний в конкретном виде.

Однако этим не исчерпываются требования к усвоению знаний о магнии и его соединениях. Знания должны быть правильными, конкретными, осознанными, действенными и прочными, как учит нас дидактика. И это должно быть учтено при анализе.

Чтобы раскрыть причины обнаруженного состояния знаний, придется изучить (путём наблюдения) преподавание и отношение учащихся к химии, а затем собранный материал подвергнуть анализу, причём этот анализ вести, не упуская из виду единства и связи содержания учебного предмета, преподавания и учения.

Говоря ранее о научном наблюдении, мы указывали, что для успешности его необходимо ставить чётко очерченную цель и соответственно ей разрабатывать аналитико-синтетическим методом дифференцированную программу наблюдений. Такой программой для наблюдения состояния

знаний учащихся о магнии может служить указанный выше перечень вопросов.

**Индукция и дедукция.** В открытии взаимной связи и зависимости методических явлений исследование движется также путём индукции и дедукции. Первая в абстрактной форме выражается в движении от единичных фактов к общему, охватывающему целые группы явлений. Вторая в абстрактной форме выражается в обратном процессе — в движении от общего к частному. Индукция есть движение познания от конкретного к абстрактному, дедукция — от абстрактного к конкретному.

Индукция и дедукция всегда связаны между собою. По этому поводу у Энгельса мы находим следующие мысли, вызвавшие целый переворот в логике. «Бессмыслица у Геккеля: индукция против дедукции. Точно дедукция не  $\equiv$  умозаключению, следовательно и индукция является дедукцией. Это происходит от поляризования»<sup>1</sup>. «Умозаключение поляризуется на индукцию и дедукцию»<sup>2</sup>. «Никакая индукция на свете не помогла бы нам уяснить себе процесс индукции. Это мог сделать только анализ этого процесса. Индукция и дедукция связаны между собой столь же необходимым образом, как синтез и анализ. Вместо того чтобы превозносить одну из них до небес за счёт другой, лучше стараться применять каждую на своем месте, а этого можно добиться лишь в том случае, если иметь в виду их связь между собой, их взаимное дополнение друг другом»<sup>3</sup>.

Подобно тому, как анализ и синтез являются постоянными элементами научного мышления, такими же элементами мышления являются индукция и дедукция.

Движение от единичного к общему (индукция) предполагает, что общее существует в форме единичного. Движение от общего к единичному предполагает, что общее абстрагировано из единичного.

Индуктивное открытие общего отношения для данной совокупности явлений должно строиться на дедуктивном включении каждого члена в данную совокупность. Индуктивное открытие общего лишь тогда верно, когда оно основывается на тщательном анализе единичного и особых формах проявления общего в единичном. Если анализ открыл, что данное отношение существенно и закономерно для единичного, и установил, при каких условиях и с какой точки зрения, тогда индуктивное заключение приобретает силу и для всей совокупности. В противном случае нет уверенности, что индукцией охвачено существенное. Может быть охвачено внешнее, случайное, обобщение которого, как известно, не даёт подлинного, научного знания. Если индукция оторвана от анализа и синтеза, то, чем большая совокупность явлений охватывается, тем меньшие возможности представляются сделать обобщение. Индукция, оторванная от анализа и синтеза, даёт мёртвые, застывшие, не связанные между собою отношения изучаемых явлений. Индукция же, связанная с анализом, освобождается от данного недостатка. С другой стороны, дедуктивные положения верны лишь тогда, когда общее, из которого дедуцируется частное, было выведено путём аналитико-синтетической переработки данных чувственного восприятия и представлений.

Дедуцирование новых связей из общего, открытого индукцией, связанной с анализом, обогащает понятия новыми частными определениями. Разумеется, что раскрытие всё новых и новых связей явлений оформ-

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы, 1933, стр. 103.

<sup>2</sup> Там же, стр. 104.

<sup>3</sup> Там же, стр. 34.

ляется во всё новых и новых суждениях, а понятия предстают, как развитые системы суждений.

Примером применения индукции и дедукции в методических исследованиях могут служить учёт и обобщение опыта преподавания химии в школах. Изучение начинается собиранием фактов. Накопленные факты подвергаются сравнению и устанавливается общее между ними. Путём анализа определяется, насколько это общее является существенным для каждого единичного факта и, следовательно, для всей совокупности их. Полученные таким образом общие выводы служат в дальнейшем для частных заключений путём дедукции.

**Сравнение и классификация.** При обобщении материалов наблюдения большое значение имеют сравнение и классификация. Сравнение — это метод, посредством которого устанавливаются сходство и различие изучаемых явлений. Классификация — это способ, направленный на объединение явлений в группы, учитывая их сходство и различие и, следовательно, на упорядочение, систематизацию знаний. Сравнение и классификация плодотворны тогда, когда связаны с анализом и синтезом, раскрывающими свойства и качества изучаемых предметов, их взаимную связь и зависимость, т. е. те существенные признаки, по которым должно проводиться научное сравнение и которые кладутся в основу научной классификации.

Сравнение и классификация, как частные методы теоретического исследования, находят постоянное применение в области любой науки. Сравнение и классификация содействуют открытию многообразия предметов и явлений мира и они же, будучи правильно применёнными, помогают найти и единство в этом многообразии.

В области методики преподавания химии мы также постоянно пользуемся сравнением и классификацией. Сравняем и классифицируем программный материал, методы и приёмы преподавания, организационные формы обучения, виды наглядных пособий и т. д.

**Научная гипотеза.** Открытые в начале исследования связи явлений имеют форму догадок. Путём повторного анализа и других способов размышления над эмпирическим материалом эти догадки перерабатываются в научные гипотезы — научно-обоснованные предположения. Опираясь на эти гипотезы, разрабатываются все вытекающие из предполагаемого закона следствия. Но верна ли гипотеза, существует ли в реальном процессе обучения предполагаемый закон, проявляются ли в действительности все те следствия, которые логически вытекают из его признания, — на эти вопросы может ответить только практика обучения. Исследователь должен обратиться к ней, собрать новый, опытный материал, который послужил бы доказательством правильности гипотезы или помог бы уточнить её или отбросить её как ложную.

«Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является гипотеза, — говорит Энгельс. — Открывается новый факт, делающий непригодным прежний способ объяснений, относящихся к той же самой группе фактов. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, опирающемся сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений. Дальнейший опытный материал приводит к очищению этих гипотез, устраняет одни из них, исправляет другие, пока, наконец, не будет установлен в чистом виде закон... Это свойственно не одному только естествознанию, так как всё человеческое познание развивается по очень запутанной кривой, и теории вытесняют друг друга также в исторических науках, включая философию...»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы, 1933, стр. 6.



Проверка научных гипотез осуществляется повторным наблюдением и экспериментом.

**Абстрактные и конкретные понятия.** Только что образованные понятия абстрактны, неконкретны, бедны содержанием. Познание в мышлении восходит от этих абстрактных понятий к понятиям конкретным.

Как же происходит конкретизация понятий?

Конкретность понятий достигается путём раскрытия всё новых связей и опосредствований и нахождения единства в многообразии сторон и отношений явлений, т. е. путём анализа и синтеза, индукции и дедукции, сравнения и обобщения.

Обогащение методических понятий конкретными определениями является результатом всё более и более глубокого проникновения в предметы и явления, изучаемые методикой. Это обогащение происходит потому, что развивается практика обучения и наше познание её.

Движущей силой развития методических понятий являются противоречия, которые возникают в определённые периоды развития познания и педагогической практики:

1) противоречия между практическими задачами и содержанием понятий;

2) противоречия между содержанием понятий и новыми фактами, добытыми в чувственных созерцаниях и удержанными в представлениях;

3) противоречия среди многообразных определений предметов, данных в понятиях.

Познание реальной действительности, отражённое в понятиях, со временем оказывается недостаточным, чтобы быть руководством в практической деятельности и научном исследовании. В недрах практической деятельности накапливаются такие эмпирические данные, которые требуют нового обобщения. Многие из полученных эмпирических данных не согласуются с содержанием существующих понятий. И тогда возникает противоречие. Живые потребности науки и школы направляют исследователей на обобщение эмпирических данных, на дополнительное собирание фактов (путём наблюдения и эксперимента) для разрешения противоречия между содержанием выработанных понятий и новыми фактами. Это приводит к обогащению содержания понятий новыми определениями, но в том и другом случае к более правильному, глубокому и широкому отражению объективной реальности в понятиях и законах.

Характерной чертой развития понятий и законов является не только то, что они в процессе развития полнее, глубже и правильнее отображают действительность, но и то, что они становятся по мере этого всё более верными и точными принципами познания и практической деятельности.

Наглядным примером такой диалектики понятий является, например, развитие понятия о химических задачах. Вначале под химическими задачами понимали лишь стехиометрические расчёты. Вместе с тем, в практике преподавания (Вильбранд, Альмединген, Сморгонский и др.) стали применять вопросы и задания качественного характера, ответы на которые не содержатся в готовом виде в учебнике и которые для своего решения требуют применения знаний, приобретённых учащимися в процессе обучения. Эти вопросы стали называть задачами. Создавшееся противоречие привело к тому, что под химической задачей стали понимать новые для учащихся количественные и качественные вопросы, которые для своего решения требуют применения в новой форме накопленных ранее

знаний и, следовательно, самостоятельного размышления. Но через некоторое время нами было введено решение некоторых количественных и качественных задач экспериментальным путём. Такие задачи мы называли экспериментальными. Этот факт вновь потребовал перестройки понятия о химических задачах. И теперь под химическими задачами понимают новые для учащихся количественные и качественные вопросы, решение которых требует самостоятельного размышления, применения в новой форме приобретённых ранее знаний и экспериментальных навыков.

### 3. Эксперимент

Применение эксперимента в методических исследованиях обуславливается тем, что повторное наблюдение зачастую мало эффективно для того, чтобы подтвердить или опровергнуть научную гипотезу, созданную в процессе теоретических изысканий над эмпирическим материалом. В реальной жизни явления протекают слитно. Изученная связь явлений и вытекающие из неё следствия затушевываются разнообразными влияниями со стороны других явлений, с которыми связаны изучаемые. Раскрыть все эти связи и взаимоотношения путём наблюдения можно лишь тогда, когда движение явлений случайно сложилось настолько благоприятно, что ожидаемые связь и следствия проявляются в отчётливом виде. Обычно требуются длительные повторные систематические наблюдения, которые всё же создают лишь большую или меньшую степень уверенности в наличии предполагаемой связи, но вследствие сложного переплетения взаимных связей явлений не подтверждают ещё существования её. Кроме того наблюдение совершенно бессильно нам помочь, если гипотеза берет круг явлений, не существующих в данное время в школах, т. е. круг явлений, которые надо создать. В методических гипотезах часто утверждается, что если преподавание построить так-то, то учение и его результаты будут такими-то, лучшими с точки зрения целей и задач коммунистического воспитания. Главная задача методики — совершенствовать процесс обучения в связи с потребностями социалистического общества. Очевидно, что проверка таких гипотез требует прежде всего организации новых явлений обучения соответственно предполагаемой закономерной связи.

Противоречие между потребностями исследования и возможностями повторного наблюдения как метода проверки гипотез явилось в истории науки движущей силой в создании экспериментальных методов.

Однако не только этим вызывается необходимость эксперимента. Чтобы стать истиной, научные выводы, сделанные путём теоретической обработки данных наблюдений и анализа литературных источников, должны пройти практическую проверку, так как критерием истины является практика. Энгельс указывает два вида практики, служащей критерием истины, — промышленность и эксперимент. Эксперимент является формой практической проверки научных выводов, а потому он и должен занимать видное место в исследованиях.

Что же такое эксперимент применительно к исследованию вопросов методики преподавания химии?

Эксперимент, или опыт<sup>1</sup>, — частный метод исследования, заключающийся в том, что методические явления организуются и наблю-

<sup>1</sup> Необходимо отметить одно недоразумение, широко распространённое в методических кругах. Наряду с экспериментом различают опыт, как нечто отличное от эксперимента. Это неверно. Экспериментальная работа и есть опытная работа, эксперимент и есть опыт. Но нужно, конечно, отличать опыт (эксперимент) как метод исследования от опыта преподавания как объекта исследования.

даются в строго определённых условиях, изменяя которые исследователь обнаруживает достоверность предполагаемой зависимости изучаемых явлений. В эксперименте явления извлекаются, в большей или меньшей степени, из естественной связи их в сложившемся педагогическом процессе или создаются исследователем впервые соответственно строго определённым условиям. Но главное в эксперименте это то, что исследователь, изменяя одно явление (или часть его), оставляя без изменения другие явления (или части изучаемого явления) или вводя новое явление в ту или иную ситуацию, наблюдает возникающие при этом следствия и убеждается таким образом в реальном существовании в явлениях предполагаемых закономерностей.

Эксперимент — это наблюдение, производимое при изменённых, согласно гипотезе, условиях.

Действенный характер методики подсказывает широкое применение эксперимента в исследованиях. Он применим для проверки программ, учебников, наглядных пособий, методов и организационных форм обучения. Он применим для изучения процесса усвоения учащимися учебного материала, развития их познавательных способностей, привития свойств и качеств соответственно целям и задачам коммунистического воспитания. Но он не применим для разработки самих целей и задач воспитания. Последние разрабатываются теоретическим путём, исходя из задач партии и советской власти, из задач дальнейшего укрепления советского государства.

В педагогике и психологии различают лабораторный и естественный эксперимент. Первый проводится в искусственных условиях (индивидуальное занятие с учеником, занятие с небольшой группой учащихся и т. д.), второй в естественных условиях обучения (экспериментальные уроки в классе). В исследованиях по методике целесообразно применять прежде всего естественный эксперимент. Лабораторный эксперимент должен служить для подготовки естественного эксперимента и для углублённой разработки его результатов. В отдельных случаях лабораторный эксперимент, максимально освобождённый от искусственного характера обстановки, может приобретать и самостоятельное значение в исследовании. Как лабораторные, так и естественные эксперименты могут применяться при том неприменимом условии, что они содействуют развитию и укреплению коммунистического воспитания в нашей советской школе и приносят пользу, и ни в коем случае не вред, учащимся, над которыми они проводятся. Исходя из этого положения, результаты естественного и, тем более, лабораторного эксперимента должны ещё проверяться в практике значительного числа школ прежде, чем переноситься в практику всех школ страны.

Сущность эксперимента в области методики заключается в организации соответствующих видов и форм обучения и наблюдении учебно-воспитательной эффективности их при варьируемых содержании и методах преподавания. Поскольку это так, исследователь, приступающий к экспериментальной работе, должен прежде всего тщательно разработать научную гипотезу, выбрать наиболее краткий и экономный для каждого случая путь экспериментирования, подготовить план и материалы для него, разработать методы учёта результатов и во время эксперимента вести систематические наблюдения за изменением учебно-воспитательных результатов, происходящим при изменении условий.

Без научно обоснованной гипотезы не может быть успешного эксперимента, так как теряется, во-первых, цель его — проверка существования в явлениях определённых связей, во-вторых, представление об условиях, в которых эти связи могут проступать наглядно, в третьих,

представление о такой вариации этих условий, которая позволила бы получить достоверные доказательства. Отсюда видно, насколько важно тщательно разрабатывать гипотезу.

При разработке научной гипотезы исследователь прежде всего подвергает анализу факторы, влияющие на изучаемое явление или группу их. Он выделяет главные и решающие для изучаемого явления факторы и всесторонне продумывает вопрос, как проследить влияние определённого фактора или совокупности их на изучаемое явление. В научной гипотезе необходимо чётко сформулировать закономерность, которая согласно научным данным должна действовать в отношении изучаемого явления. Экспериментатор обязан продумать все следствия, которые можно будет наблюдать, если истинность гипотезы подтвердится. Вся эта работа осуществляется наиболее успешно в том случае, когда а) исследователь в курсе современных передовых теорий и последовательно руководствуется ими<sup>1</sup> и б) гипотеза возникает из глубокого изучения и обобщения опыта нашей школы. Если руководствоваться указанными выше положениями, то никак нельзя, например, построить гипотезу об исключительном применении лабораторного метода и ликвидации демонстрационного на том основании, что первый имеет большее образовательное и воспитательное значение, чем второй. Теория и практика обучения дают убедительные доводы, что надо применять и тот и другой метод, каждый на своем месте и в своё время. Здесь и без эксперимента видно, что гипотеза нелепа и, следовательно, не нужно проводить экспериментальную проверку её. Экспериментальной проверке следует подвергать только научно обоснованные гипотезы и при том главным образом, те, которые утверждают какие-нибудь закономерности обучения.

Когда гипотеза научно обоснована и чётко сформулирована, приступают к выбору метода экспериментальной проверки её.

Из экспериментальных методов в исследованиях по методике химии могут применяться:

- 1) метод единственного сходства в обучении большого количества классов;
- 2) метод единственного различия в обучении одной совокупности классов по сравнению с обучением другой совокупности классов;
- 3) метод сопутствующих изменений обучения, осуществляемых в одном, двух и более классах.

Метод единственного сходства основан на следующем правиле, указанном Дж. Ст. Миллем: «Если два или более случая подлежащего исследованию явления имеют общим лишь одно обстоятельство, то это обстоятельство, в котором только и согласуются все эти случаи, — есть причина (или следствие) данного явления»<sup>2</sup>.

Возьмём пример. Необходимо экспериментальным путём проверить новую программу. Организуя эксперимент по методу единственного сходства, мы берём несколько классов в разных школах (например в десяти) и предлагаем учителям построить преподавание по новой программе, используя при этом разные методы. Учащиеся, учителя и методы обучения во всех классах разные. Общим является лишь новая программа. Если во всех классах в итоге преподавания обнаружится определённое качество знаний, можно сделать заключение, что оно, вероятно, является следствием применения новой программы.

<sup>1</sup> Еще Леонардо да-Винчи говорил: „Тсория — это полководец, а эксперименты — солдаты“.

<sup>2</sup> Дж. Ст. Милль, Система логики силлогистической и индуктивной. М., 1911, стр. 354.

Метод единственного различия основан на втором правиле, указанном Дж. Ст. Миллем: «Если случай, в котором исследуемое явление наступает, и случай, в котором оно не наступает, сходны во всех обстоятельствах, кроме одного, встречающегося лишь в первом случае, то это обстоятельство, в котором одним только и разнятся эти два случая, есть следствие, или причина, или необходимая часть причины явления» (стр. 355).

В США ещё до сих пор пытаются применять метод единственного различия в точном соответствии с этим правилом Милля. Берут два класса, «уравнивают» состав учащихся, поручают преподавание в них одному и тому же учителю, который ведёт его одинаково в двух классах, за исключением одного момента (например, лабораторных занятий), которые вводятся в первом классе. Явления, возникающие в первом классе, признаются следствием этого обстоятельства (в данном примере лабораторных занятий). При «уравнивании» классов применяют тесты, т. е. испытания для определения уровня развития и подготовленности учащихся. Согласно результатам тестов производят комплектование классов с таким расчётом, чтобы получился равный состав учащихся.

Как в США, так тем более у нас применение метода единственного различия в таком виде вызвало резкую критику. Прежде всего резкой критике был подвергнут способ определения развития учащихся с помощью тестов (например Бине и Берта). У нас метод тестов признан совершенно ненаучным. Затем не менее резкой критике был подвергнут факт переукомплектования классов. У нас переукомплектование классов, связанное с разрушением сложившихся коллективов учащихся, вообще признаётся недопустимым, за исключением случаев перехода учащегося на новую ступень обучения (V и VIII классы). Учение в одном и том же коллективе в течение многих лет имеет для учащихся большое значение.

Указанное выше применение метода единственного различия исключается в наших условиях, так как уравненные классы создать невозможно. Заметим, между прочим, что именно это обстоятельство вызвало многие заявления о непригодности эксперимента в педагогических исследованиях. Казалось, что эксперимент может проводиться только методом единственного различия при наличии двух уравненных классов.

Между тем, метод единственного различия можно применять, сочетая его с методом единственного сходства. Дж. Ст. Милль указал следующее правило сочетания метода единственного различия с методом единственного сходства.

«Если два или более случая возникновения явления имеют общим лишь одно обстоятельство, и два или более случая невозникновения того же явления имеют общим только отсутствие того же самого обстоятельства, то это обстоятельство, в котором только и разнятся оба ряда случаев, есть или следствие, или причина, или необходимая часть причины изучаемого явления» (стр. 358—359).

Поясним это на примере. Представим себе, что в 20—25 школах каждый учитель ведёт преподавание в одном классе по новому методу (экспериментальный класс), а в другом, параллельном, во всех моментах так же, но не применяет данного метода (контрольный класс). Образуются две совокупности учащихся по 700—1000 человек в каждой. Можно сказать, что эти совокупности в основном одинаковы. Достигается уравнивание условий, за исключением одного обстоятельства. В случае необходимости можно переместить часть классов из одной группы в другую (из экспериментальных в контрольные и наоборот),

чтобы достигнуть однородности совокупностей учащихся. Если в первой совокупности классов возникнет определённый характер усвоения знаний, а во второй совокупности не возникнет, то можно рассматривать это как следствие наличия нового метода в первой совокупности классов и отсутствия его во второй. В рассмотренном случае различие учащихся, учителей и их работы в отдельных экспериментальных и контрольных классах нивелируется, если преподавание и усвоение во всех экспериментальных классах сравнивать с преподаванием и усвоением во всех контрольных классах.

Таким образом, для уравнивания условий нет необходимости искусственно создавать уравненные классы.

Метод сопутствующих изменений основан на четвёртом правиле Дж. Ст. Милля:

«Всякое явление, изменяющееся определённым образом всякий раз, когда некоторым особым образом изменяется другое явление, есть либо причина, либо следствие этого явления, либо соединено с ним какою-либо причинною связью» (стр. 365).

Этот метод имеет самое широкое применение в педагогических исследованиях, так как для его осуществления экспериментатору требуется вести преподавание всего лишь в одном-двух классах.

Разъясним сущность этого метода на следующем примере. Надо выяснить зависимость усвоения и изложения знаний о веществах от применения учащимся рекомендуемого учителем определённого плана систематизации знаний. На первом этапе исследования учащимися не даётся этот план, но усвоение и изложение знаний тщательно изучаются. На втором этапе исследования в этом же классе преподавание ведётся таким же образом, но, кроме того, учащимся даётся и разъясняется план систематизации знаний о веществах. Если теперь замечается большая чёткость, систематичность знаний и лучшее изложение их, то это необходимо отнести за счёт рекомендации указанного выше плана. Этот вывод приобретает ещё большую достоверность, если, повторив эксперимент в другом классе, получим тот же результат.

Применяя эти три метода экспериментирования, необходимо помнить, что Милль рекомендовал их для установления одного из видов всеобщей связи — каузальной. Перечисленные правила не исчерпывают всех форм связи явлений. Надо принять во внимание также и то, что когда явления изучаются в развитии, причины и следствия могут меняться местами и то, что было следствием на одной стадии развития, становится причиной на другой, и т. д. И, наконец, следует учесть, что эти индуктивные методы исследования должны быть связаны с аналитико-синтетическим методом. Достоверность, найденной этими методами той или иной закономерности должна проверяться всякий раз анализом того, соответствует ли она (закономерность) сущности изучаемых явлений.

Разрабатывая метод экспериментирования, мы производим как бы «мысленный эксперимент», т. е. в мышлении представляем себе всю его организацию и последовательность проведения. Приступать к экспериментальному исследованию целесообразно лишь тогда, когда есть достаточная уверенность в том, что идея эксперимента разработана правильно, обеспечена научность вывода и принята наиболее простая и экономная, с точки зрения затраты сил и средств, форма его.

Рассмотрим теперь вопрос о подготовке документации и плана эксперимента.

До начала эксперимента, руководствуясь созданной гипотезой, должны быть разработаны все методические материалы и наглядные пособия для преподавателя, все пособия для учащихся и т. д. Гипотеза должна быть представлена в системе простых и доходчивых документов, конкретизирующих и нормализующих обучение, соответственно высказанным в гипотезе положениям. Так, например, если намечено экспериментально проверить новую программу по химии для VII класса, то до начала эксперимента должны быть разработаны и программа, и учебник, и методика, отвечающие идее этого курса. Всеми этими материалами должны быть вооружены учителя, привлекающиеся для эксперимента. Таким образом, уже на подготовительной стадии эксперимент вызывает к жизни обширную документацию. «Материализация» (оснащение гипотезы конкретными материалами) содействует разработке гипотезы и критической оценке её.

Должны быть также составлены все материалы для учёта результатов эксперимента.

Поскольку учебно-воспитательные результаты экспериментальной работы могут выражаться в приобретении положенного объёма знаний, умений и навыков и надлежащего качества их, в повышении темпа и прочности усвоения, в возбуждении интереса к объекту изучения, в развитии мышления и воображения учащихся в вопросах данной науки, в упрощении и облегчении работы учителя и т. д., методы учёта этих результатов должны быть многообразными и всесторонними. Важно учитывать отношение учителя и учащихся к эксперименту. Можно представить себе случай, когда в экспериментальных и контрольных классах были зафиксированы одни и те же в основном успехи учащихся, но в экспериментальных классах учащиеся проявляли бóльший интерес к учению, им было легче усвоить материал, а учителям было легче и интереснее преподавать. Конечно, предпочтение надо отдать преподаванию в экспериментальных классах. Поэтому надо учитывать разнообразные стороны обучения. В связи с этим можно рекомендовать ведение дневника учителем, стенографирование уроков, анализ ученических работ, анализ школьной документации, письменные контрольные работы, сочинения, письменное и лабораторное решение задач и другие методы, о которых в дальнейшем вопрос будет стоять особо. Вопрос о том, какие методы должны быть применены в каждом отдельном случае, решается всякий раз конкретно, в зависимости от цели и объекта исследования. Важно, чтобы во всех случаях применялись наиболее простые (негромоздкие) и экономные методы.

План экспериментирования составляется вслед за разработкой материалов. В плане излагаются принципиальные основы эксперимента, указывается, в каких школах, при участии каких учителей, в какой последовательности и в какие сроки он будет проведён.

Учителя, привлекаемые к экспериментальной работе, должны быть всесторонне и глубоко ознакомлены с её замыслом, планом и всеми материалами.

Не следует экономить времени на подготовку эксперимента. Оно окупится результатами.

Экспериментальная работа должна начинаться обследованием состояния знаний, умений и навыков, наличного запаса и содержания представлений и понятий учащихся в соответствии с задачами исследования. Во время экспериментальной работы необходимо тщательно соблюдать инструкцию, стремиться достигнуть наилучших результатов в экспериментальных и контрольных классах, систематически учитывать результаты, сравнивать, сопоставлять и подвергать их критической про-

верке (совещания с учителями, ведущими и не ведущими работу, с научными работниками и т. д.). При этом надо наблюдать за сопутствующими непредвиденными изменениями и стремиться дать им объяснение. Это часто ведёт к возникновению новых гипотез и организации новых экспериментальных работ. Поэтому не следует быть в плену своих гипотез, стеснять своё воображение. Надо выдвигать и обосновывать фактами новые гипотезы. Текущий эксперимент в этих случаях порождает последующие.

Внедрению результатов экспериментальной работы в практику массовой школы должны предшествовать широкие обсуждения их с учителями и научными работниками, а в отдельных случаях повторение эксперимента в большем числе школ и классов, нежели это было в первом эксперименте.

#### 4. Методы изучения эффективности учебной работы по химии

В последние годы вопросу о методах изучения эффективности учебной работы не уделялось внимания. Педагоги-теоретики, совершенно правильно отвергнув метод тестов, взамен его не предложили других методов. Вследствие этого методические проблемы зачастую разрабатываются крайне несовершенно. В статьях и докладах о лучшем опыте мы редко находим объективные материалы, характеризующие приобретение учащимися знаний, умений и навыков.

Отсутствие разработанных методов учёта эффективности учебной работы ставит в затруднительное положение экспериментальную работу, так как эксперимент предполагает сравнение результатов, а для этого надо уметь их учитывать. Вопрос о методах изучения эффективности учебной работы имеет актуальное значение.

О состоянии знаний, умений и навыков, приобретённых учащимися в процессе обучения, о развитии их воображения и мышления можно судить, наблюдая, как учащиеся оперируют знаниями, умениями и навыками в различных учебных и жизненно-практических ситуациях. В работе школ для этой цели используют ответы учащихся на вопросы, изложение на заданную тему, решение расчётных и экспериментальных задач и т. д. Для того чтобы это наблюдение было наиболее эффективным, его осуществляют при произвольно варьируемой стимуляции. Стимулами здесь служат темы для изложения, вопросы, задачи. В зависимости от указаний учителя, реакции учащихся на эти стимулы приобретают различные формы: устная, письменная, лабораторная. Разумеется, что и характер материала, поступающего при этом в распоряжение учителя, неодинаков, и, следовательно, изменяется характер выводов.

Те способы, которые применяет учитель для организации учащихся на оперирование знаниями, умениями и навыками, мы называем методами учёта. Наибольшее распространение имеют следующие методы учёта: устный опрос, письменные работы (сочинения и контрольные работы, состоящие из вопросов и задач), лабораторные практические занятия.

Для научного изучения состояния знаний и развития познавательных способностей учащихся можно пользоваться этими же методами учёта, предварительно рационализировав их так, чтобы обеспечить получение объективных данных. Для рационализации этих методов необходимо использовать два источника: во-первых, методику учёта школьной успе-



ваемости и, во-вторых, методику изучения психических функций, применяемую в области психологии.

Письменная контрольная работа, состоящая из прямых вопросов. Для изучения объёма, правильности, глубины, конкретности, осознанности, систематичности и прочности знаний применима контрольная письменная работа, состоящая из вопросов, поставленных в прямой форме.

Составлению контрольной работы предшествует выяснение содержания тех знаний, усвоение которых будет подвергнуто изучению. Перечень вопросов, усвоение которых предполагается изучить, целесообразно оформлять в виде таблиц. Ниже мы даём таблицу, где приведены вопросы, изучаемые в теме «Окислы, основания, кислоты и соли».

| №<br>п/п | Вопросы программы   | Основные классы неорганических соединений |           |         |          |
|----------|---|---|-----------|---------|----------|
|          |   | ОКИСЛЫ                                    | ОСНОВАНИЯ | КИСЛОТЫ | СОЛИ     |
| 1        | Химический состав . . . . .   | х   | х         | х       | х        |
| 2        | Получение . . . . .   | хх  | хх        | хх      | хххххххх |
| 3        | Физические свойства (физическое состояние, цвет, запах и вкус) отдельных окислов, оснований, кислот и солей . . | х   | х         | х       | х        |
| 4        | Химические свойства . . . . .   |   |           |         |          |
|          | а) отношение к воде . . . . .   | х   | х         | х       | х        |
|          | б) " к индикаторам . . . . .  |   | х         | х       | х        |
|          | в) " к металлам . . . . .   |   |           | х       | х        |
|          | г) " к окислам . . . . .  | х   | х         | х       |          |
|          | д) " к кислотам . . . . .   | х   | х         |         | х        |
|          | е) " к основаниям . . . . .   | х   |           | х       | х        |
|          | ж) " к солям . . . . .  |   | х         | х       | х        |
| 5        | Классификация . . . . .   | х   | х         | х       | х        |
| 6        | Определение понятия . . . . .   | х   | х         | х       | х        |
| 7        | Применение . . . . .  | х   | х         | х       | х        |

В этой таблице значок „х“ обозначает, что окислы, основания, кислоты и соли изучаются с соответствующих (указ. в первой колонке) сторон. Два и больше значков „х“ означают, что изучаются два и больше способов получения веществ.

Исходя из содержания знаний, составляются вопросы для контрольной работы. Каждый вопрос формулируется однозначно и чётко, избегаются трудные для понимания слова. В целом контрольная работа должна представлять систему вопросов, охватывающих основное содержание знаний, усвоение которых эти вопросы вскрывают.

В качестве примера рассмотрим составление контрольной работы для учёта знаний о кислотах после прохождения в VIII классе темы: «Окислы, основания, кислоты и соли».

В задачу преподавания этой темы входит разъяснение общих свойств кислот. Сведения об отдельных кислотах даются лишь постольку, поскольку это необходимо для усвоения понятия «кислота». В связи с этим в содержание контрольной работы входят только вопросы, указанные в таблице.

Составление вопросов сопровождается одновременной разработкой ключа, т. е. ответов на вопросы, и указаний для их оценки. Если ключ не составляется одновременно с вопросами, то трудно предусмотреть, что конкретно даёт контрольная работа, насколько удачно сформулированы вопросы и как их оценить.

Составив вопросы для контрольной работы, целесообразно проверить их прежде, чем размножать и пускать в употребление. С этой

целью вызывается для индивидуальной беседы 8—10 средних по успеваемости учащихся и им предлагается ответить на вопросы. При этом выясняется, что затрудняет учащихся, какие вопросы надо изменить, тут же подбираются лучшие формулировки вопросов и предлагается учащимся ответить на них. На основании такой беседы уточняются вопросы контрольной работы. Разумеется, что учащиеся, обследованные путём беседы, освобождаются от контрольной работы. Далее полезно провести контрольную работу в одном-двух классах, а затем, улучшив текст и ключ контрольной работы, применять её при исследовании. При неудачной постановке вопросов всегда происходит снижение количества правильных ответов.

Бланки для контрольных работ целесообразно оформлять так, как оформлен прилагаемый ниже образец, с тем лишь изменением, что остаются свободные места для вписывания ответов.

#### Карта для учета знаний по химии. Кислоты. VIII класс.

Школа № . . . . .  
 Адрес школы . . . . .  
 Фамилия и имя учащегося . . . . .  
 Класс . . . . .  
 Число, месяц и год заполнения карты . . . . .

| Оценка        | Количество ответов, получивших данную оценку |
|---------------|--|
| 1             |  |
| $\frac{1}{2}$ |  |
| 0             |  |

#### Вопросы

1. Назовите элемент, который входит в состав всех кислот. Напишите формулы соляной . . . серной . . . азотной . . . и уксусной кислот.
2. Как изменяется цвет лакмуса при действии на него разбавленных кислот? Как изменяется щелочной раствор фенолфталеина при действии на него разбавленными кислотами?

3. Что вам известно о взаимодействии кислот:

- а) с металлами;
- б) с окислами;
- в) с основаниями;
- г) с солями;

Приведите примеры (напишите равенства реакций и названия получающихся веществ).

4. На какие группы разделяются кислоты по составу? Приведите примеры кислот, относящихся к каждой группе.
5. На какие группы разделяются кислоты по основности? Приведите примеры кислот, относящихся к каждой группе.
6. Какие два способа получения кислот вам известны? Приведите примеры (напишите равенства реакций).
7. Какие вещества называются кислотами?

Контрольная работа проводится через 2—3 недели после прохождения темы, чтобы учесть прочность усвоения. До урока бланки раскладываются по столам, а по приходе учащихся в класс им предлагается дать ответы на все вопросы, помещенные в бланках. Учащимся рекомендуется не задерживаться на тех вопросах, которые вызовут затруднение, а переходить к следующим, чтобы вернуться к первым, когда будут даны ответы на все остальные.

Во время работы учитель наблюдает за тем, чтобы она выполнялась учащимися самостоятельно.

Обработка результатов контрольной работы начинается проверкой. Каждый ответ контрольной работы прочитывается и оценивается. Оценку производит учитель, руководствуясь ключом. Правильные ответы отмечаются на бланке единицей, неточные и неполные ответы —  $1/2$ , ошибочные — (знак минуса) и отсутствие ответов обозначается нулем.

Для учёта знаний об отношении кислот к металлам, окислам, основаниям и солям, а также по другим пунктам программы, даётся два вопроса. Каждым двум ответам на эти вопросы даётся одна оценка, так как учитывается один пункт программы. Если учащийся на два вопроса дал правильные ответы, то усвоение данного вопроса оценивается, как правильное. Если учащийся на вопрос, требующий формулировки общего отношения кислот к другим веществам, дал правильный ответ, а конкретного примера не привёл или сделал в нём ошибку, ставится оценка  $1/2$ . Другими словами, при общей оценке нескольких вопросов надо руководствоваться тем, какие задачи стояли перед обучением. В данном случае стояла задача создать понятие об общих отношениях кислот к металлам, окислам и т. д., следовательно, при оценке прежде всего это должно приниматься во внимание.

После проверки работы каждого учащегося подсчитывается количество правильных, неполных и неверных ответов и количество вопросов, оставшихся без ответов. Эти цифры записываются на бланке в соответствующей графе.

Дальше составляется сводка оценок. Контрольные работы подбираются в следующем порядке: сначала работы с наименьшим количеством правильных, точных и полных ответов, затем работы с наибольшим количеством правильных, точных и полных ответов. Другими словами, контрольные работы располагаются в порядке от худших к лучшим. Оценки ответов в подобранных таким образом работах переносятся в сводный бланк. После перенесения оценок в сводку подсчитывается количество правильных ответов по первому вопросу, затем по этому же вопросу подсчитывается количество неполных, неточных и ошибочных ответов. Далее эти цифры переводятся в процент к общему числу учащихся, выполнивших работу. То же делается по второму, третьему и другим вопросам контрольной работы.

Пользуясь сводкой, можно произвести количественный анализ выполнения работы всеми учащимися. Сводка показывает, какое количество неполных и неверных ответов дали учащиеся по каждому вопросу, сколько учащихся обнаружили незнание по одному, сколько по двум и больше вопросам, какие вопросы наиболее плохо усвоены учащимися, какие усвоены ещё недостаточно, какие усвоены хорошо. Это и есть количественный анализ.

Но знать усвоение учащимися каждого вопроса в отдельности, в отрыве от всей системы вопросов, заданных в контрольной работе, ещё недостаточно. Поэтому анализ дополняется синтезом, в задачу которого входит установить характер усвоения всей системы вопросов, пройденных по разделу о кислотах. Другими словами, в задачу синтеза входит выяснить переход количества усвоенных вопросов в определённое качество — в усвоение системы знаний общих свойств кислот.

Характер усвоения устанавливается путём просмотра сводки. Количество учащихся, обнаруживших данный характер усвоения, подсчитывается в абсолютных и процентных показателях.

Эта работа даёт возможность перейти к качественному анализу. Но задача его заключается не только в том, чтобы установить характер

усвоения материала, но и в том, чтобы констатировать, какие неточности и ошибки допущены учащимися. Заготавливается бланк:

| № п/п | Формулировка неверных, неточных и неполных ответов | Частота повторения | Фамилии учащихся |
|-------|--|--------------------|------------------|
|       |  |                    |                  |

В этот бланк, отмечая частоту повторения, записываются все неполные и неверные ответы на первый вопрос, далее на второй, третий и т. д. Затем констатируются типичные (т. е. наиболее часто повторяющиеся) ошибки и неточности в ответах учащихся по каждому вопросу.

Сочинение. Этот метод пригоден для выяснения запаса и качества знаний, которыми учащиеся свободно оперируют по заданной теме.

Для того чтобы исследовать, что даёт сочинение в сравнении с контрольной работой, были проведены контрольные работы и сочинения на тему «Кислоты» в одних и тех же школах. Первыми было охвачено 240 учащихся основных восьмых классов, вторыми 274 учащихся параллельных восьмых классов. Были получены следующие результаты (см. табл. 1).

Таблица 1

**Запас знаний о кислотах по данным контрольных работ и сочинений**

| № п/п | В о п р о с ы                     | Контрольная работа  |                          | Сочинение           |                          |
|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
|       |                                   | всего ответов (в %) | правильных ответов (в %) | всего ответов (в %) | правильных ответов (в %) |
| 1     | Определение . . . . .             | 81                  | 37                       | 69                  | 10                       |
| 2     | Химический состав . . . . .       | 90                  | 81                       | 64                  | 58                       |
| 3     | Химические свойства:              |                     |                          |                     |                          |
|       | а) отношение к лакмусу . . . . .  | 84                  | 79                       | 79                  | 75                       |
|       | б) " к металлам . . . . .         | 94                  | 82                       | 23                  | 11                       |
|       | в) " к основным окислам . . . . . | 90                  | 80                       | 7                   | 6                        |
|       | г) " к основаниям . . . . .       | 89                  | 72                       | 9                   | 7                        |
|       | д) " солям . . . . .              | 87                  | 80                       | 10                  | 9                        |
| 4     | Получение . . . . .               | 78                  | 64                       | 40                  | 30                       |
| 5     | Классификация . . . . .           | 89                  | 77                       | 49                  | 48                       |

Как видно из таблицы, усвоение знаний о кислотах по данным сочинений ниже, чем усвоение по данным контрольных работ.

Для объяснения этого явления была построена следующая гипотеза. Расхождение общего количества ответов в контрольной работе и высказываний в сочинении объясняется тем, что в сочинении ученик самостоятельно ставит вопросы, а в контрольной работе вопросы даются ему обследователем. Ученик ставит такие вопросы, которые ближе ему, которые в сознании находятся, так сказать, на переднем плане, которые он лучше усвоил, или те, которые он считает необходимым изложить при освещении содержания темы. Контрольная работа, состоящая из вопросов, выясняет весь запас, все скрытые

ресурсы знаний; сочинение же — лишь ту часть, которой ученик лучше оперирует в систематическом изложении. Из таблицы видно, например, что учащиеся лучше оперируют тем, что получено в непосредственном восприятии (отношение к лакмусу), и хуже тем, к чему они пришли путём мышления, но что составляет существенную для химии сторону (отношение к металлам, окислам, основаниям и солям). Отсутствие той или иной мысли в сочинении ещё не означает отсутствие знания, а лишь показывает, что эта мысль несколько отодвинута в сравнении с другими. Поэтому, если ученику дать план, то результаты сочинения должны приблизиться к результатам контрольных работ.

Для проверки этой гипотезы был проведён следующий эксперимент. В двух восьмых классах при повторении темы «Окислы, основания, кислоты и соли» было разъяснено, какие вопросы надо освещать, раскрывая содержание понятий «окисел», «основание», «кислота» и «соль». Перечень этих вопросов был роздан на руки и был использован при повторении.

Сочинение и контрольная работа на тему «Кислоты», проведенные после повторения, показали иную картину: результаты сочинения оказались лишь немного ниже, чем результаты контрольной работы (см. табл. 2).

Таблица 2

## Запас знаний о кислотах по данным контрольных работ и сочинений

| №<br>п/п | Вопросы                              | Контрольная работа        |                                | Сочинение                 |                                |
|----------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|          |                                      | всего<br>ответов<br>(в %) | правильных<br>ответов<br>(в %) | всего<br>ответов<br>(в %) | правильных<br>ответов<br>(в %) |
| 1        | Определение . . . . .                | 98                        | 87                             | 89                        | 85                             |
| 2        | Химический состав . . . . .          | 98                        | 87                             | 89                        | 85                             |
| 3        | Химические свойства:                 |                           |                                |                           |                                |
|          | а) отношение к лакмусу               | 91                        | 72                             | 90                        | 88                             |
|          | б) " к металлам . . . . .            | 100                       | 92                             | 90                        | 90                             |
|          | в) " к основным<br>окислам . . . . . | 98                        | 92                             | 82                        | 80                             |
|          | г) " к основа-<br>ниям . . . . .     | 97                        | 93                             | 91                        | 87                             |
|          | д) " к солям . . . . .               | 99                        | 95                             | 90                        | 82                             |
| 4        | Получение . . . . .                  | 91                        | 85                             | 73                        | 67                             |
| 5        | Классификация . . . . .              | 97                        | 74                             | 78                        | 75                             |

В данном случае ученики знали, какие вопросы надо осветить, излагая сведения о кислотах, поэтому показатели значительно поднялись. Отсюда, между прочим, видно, какое большое значение для обучения систематическому изложению мыслей имеет дифференциация проблемы на вопросы. Несколько более низкий уровень результатов сочинений по сравнению с контрольными работами объясняется исключительно тем, что ученики, предоставленные самим себе в постановке вопросов, в некоторых случаях вопросов не поставили и ответов на них не дали. Число правильных ответов в сочинениях снижается главным образом за счёт вопросов, на которые не было дано ответа, в то время как в контрольных

работах—за счёт неверных и неточных ответов. Это приводит к тому, что в целом процент правильных ответов в контрольных работах оказывается почти равным проценту правильных ответов в сочинениях. В сочинениях учащиеся оперируют теми знаниями, которые они хорошо усвоили и в правильности которых имеют определённую уверенность. В контрольной же работе постановка вопросов толкает учащихся на ответы, и они дают их даже в тех случаях, когда чётких знаний не имеют.

Сочинение проводится так. До урока в классе раскладываются на столах листки бумаги. По приходе учащихся преподаватель просит их написать на этих листках название школы, адрес её, класс, фамилию, имя, дату и тему сочинения. Затем он разъясняет, что надо так написать сочинение, чтобы всесторонне и полно раскрыть содержание темы. Больше никаких разъяснений не даётся. На вопрос учащихся, с чего начинать, надо ли писать о том, о другом и т. д., преподаватель неизменно отвечает: «Делайте так, как вам кажется лучше».

Обработка сочинений начинается с чтения их. При чтении каждую отдельную мысль берут в скобки, а на полях около неё ставят номер вопроса, к которому она относится, и оценку. Если мысль учащихся относится к определению, а определение в перечне вопросов стоит за № 1, то на полях ставят № 1 и рядом оценку. Оценка отмечается теми же условными знаками, какие были указаны для контрольной работы. Проверив и разметив таким образом сочинение, оценки переносят в сводку (такая же, как для контрольных работ), а неверные и неточные ответы — в бланки для качественного анализа.

Сначала в сводку переносят оценки ответов из сочинений в том порядке, как они проверялись. Затем в сводке делают нумерацию работ от худшей к лучшей и в этом порядке сводку переписывают ещё раз.

С этого момента дальнейшая обработка и анализ сочинений проводятся так же, как это указано в отношении контрольных работ.

Письменная контрольная работа, заключающаяся в решении химических задач. Для изучения состояния знаний и развития умения оперировать ими в жизненных ситуациях, для изучения и развития воображения и мышления учащихся пригоден метод контрольной работы, состоящей из химических задач.

Составлению контрольной работы предшествует установление перечня тех вопросов, по которым предполагается изучить наличие знаний и умение оперировать ими. Далее по этим вопросам подбираются задачи, имеющие значение в химической практике.

На заводах, в лабораториях и в исследованиях химикам приходится решать следующие типы задач:

1. Получить вещество, исходя из данных материалов.
2. Получить вещество, подобрав для этого соответствующие материалы.
3. Очистить вещество.
4. Объяснить химический процесс в целом или отдельные явления, в которых он выражается.
5. Произвести качественный и количественный анализ вещества.
6. Рассчитать возможный выход вещества при получении его тем или иным способом.
7. Дать анализ правильности суждений.

Вот далеко неполный перечень наиболее типичных и распространённых практических задач, которыми следует пользоваться и для изучения состояния знаний учащихся.

Приведём в качестве примера набор задач для учета знаний о кислотах по теме «Окислы, основания, кислоты и соли».

**Карта для учёта знаний по химии. Кислоты. VIII класс.**

Школа № . . . . .  
 Адрес . . . . .  
 Фамилия и имя учащегося . . . . .  
 Класс . . . . .  
 Дата работы . . . . .

| Вопросы программы                    | № задач     | Оценка    |
|--------------------------------------|-------------|-----------|
| 1. Химический состав . . . . .       | 1           | . . . . . |
| 2. Отношение к индикаторам . . . . . | 2           | . . . . . |
| 3. " к металлам . . . . .            | 3а, 1,      | . . . . . |
| 4. " к основным окислам . . . . .    | 3а, б, в, 7 | . . . . . |
| 5. " к основаниям . . . . .          | 3в          | . . . . . |
| 6. " к солям . . . . .               | 3а, в, г, 5 | . . . . . |
| 7. Классификация . . . . .           | 6           | . . . . . |
| 8. Определение . . . . .             | 4           | . . . . . |
| 9. Получение . . . . .               | 3г, д, 8    | . . . . . |

1. Как доказать, что в состав кислот входит водород?  
 2. Выданы три пробирки с жидкостями. Среди них пробирка с раствором щелочи, пробирка с раствором поваренной соли и пробирка с раствором соляной кислоты. Как узнать, в какой из пробирок находится кислота?

3. В лаборатории имеются следующие вещества: хлористый барий, гидрат окиси кальция, соляная, серная и азотная кислоты, медь, окись кальция, серномагниева соль, металлический магний, окись ртути, углекальциевая соль, сера, углемагниева соль, окись магния, хлористый натрий, вода, кислород.

Исходя из этих веществ, необходимо получить:

- хлористый магний,
- серномедную соль,
- азотнокальциевую соль,
- соляную кислоту,
- сернистую кислоту.

Напишите равенства реакций получения этих веществ всеми возможными в данных условиях способами и разъясните, почему так можно их получить.

4. Укажите, почему приведенные ниже определения понятия „кислота“ не точны.

- Кислотами называются соединения окислов неметаллов с водой.
- Кислотами называются соединения ангидридов с водой.
- Кислотами называются вещества, содержащие водород, способный замещаться металлами.

5. Когда в раствор хлористого бария приливают раствор серной кислоты, то выпадает осадок. Объясните, почему это происходит?

6. Напишите формулы следующих кислот: серной, соляной, азотной, угольной, метафосфорной, ортофосфорной, сернистой, уксусной.

Укажите, какие из перечисленных кислот

- бескислородные,
- кислородные,
- одноосновные,
- двухосновные,
- трёхосновные.

7. Сколько г окиси меди и серной кислоты надо взять, чтобы получить 40 г серномедной соли?

8. Нарисуйте любой прибор для получения азотной кислоты. Азотную кислоту надо получить, исходя из азотнатриевой соли и серной кислоты.

Из приведённой в карте таблички видно, что одна и та же задача нередко требует применения знаний по нескольким вопросам.

Для контрольной работы следует давать новые задачи, не встречавшиеся ранее в процессе обучения, так как знакомые задачи требуют лишь воспроизведения способа решения, применявшегося ранее.

Контрольная работа, состоящая из задач, проводится так же, как контрольная работа, состоящая из прямых вопросов.

Обработка контрольной работы начинается оценкой правильности решения задач. Задача считается решённой, если не только приведён правильный ответ и правилен ход решения задачи, но если и дано правильное обоснование их. Если ответ получен правильный и ход решения указан верный, но обоснование дано неверное, неточное, или неполное, то решение задачи оценивается как неполное или неточное. Исходя из решения задач, производится оценка оперирования знаниями по отдельным вопросам программы, что и записывается в таблице вверху бланка. В этой таблице дан перечень основных вопросов темы. Рядом поставлены номера задач, с помощью которых учитываются знания по этим вопросам, и оставлено свободное место, чтобы выставить оценки.

Если для учёта применения знаний по какому-нибудь вопросу предлагалось несколько задач, то оценка знаний по этому вопросу даётся с учётом оценок решения всех этих задач.

Дальнейшая обработка проводится так же, как рекомендовалось это делать в отношении контрольных работ, состоящих из прямых вопросов.

Письменная контрольная работа, состоящая из тем для изложения, прямых вопросов и задач. Кроме указанных трёх видов письменных контрольных работ для учета состояния знаний может применяться письменная контрольная работа, состоящая из небольших тем для изложения, прямых вопросов и задач. Вопрос о соотношении тем для изложения, вопросов и задач решается всякий раз, исходя из того, какую цель преследует изучение знаний.

Контрольная работа, заключающаяся в решении экспериментальных химических задач. Для учёта того, как оперируют учащиеся знаниями в лабораторной практике и какими навыками лабораторной техники они владеют, применяется контрольная работа, состоящая из лабораторных химических задач.

Правильное решение задач письменным путём указывает, что теоретически ученик решил задачу. Но это не означает ещё, что ученик решает данную задачу практически. Как показывает исследование, очень часто учащиеся, решая задачи теоретически, не умеют решать их практически. Например, учащимся была дана задача получить азотномедную соль, используя для этой цели необходимые вещества, выставленные на столе. На стол были выставлены азотнокалиевая соль, серная кислота, окись меди, азотная кислота, медный купорос и едкий натр. Большинство учащихся приступили к решению задачи правильно. Они брали разбавленную азотную кислоту и окись меди, присыпали в кислоту немного окиси меди, нагревали и наблюдали. Когда на дне ещё лежала непрореагировавшая окись меди, а в растворе уже получилась азотномедная соль, ученики сообщали, что задачу они решили. Но на вопрос: «Где же азотномедная соль, покажите её», значительная часть учащихся давала неверный ответ, указывая на осадок окиси меди. Практически задача осталась нерешённой.

Практическое решение задачи требует вскрытия новых связей, не умея разобраться в которых, ученик не в состоянии успешно решить задачу. Например, для того чтобы успешно решить указанную выше практическую задачу, надо разобраться в следующих отношениях: а) свойства исходных веществ и свойства веществ вновь полученных; б) рас-



творимость азотномедной соли в воде; в) количество взятых для реакции веществ и количество веществ, фактически прореагировавших.

Экспериментальное решение химической задачи показывает умение применять знания и в теоретической и в практической плоскости. Задача, решённая лабораторно; включает в себе и письменное решение, так как от ученика требуется описание решения и обоснование его.

Составление задач для контрольной лабораторной работы осуществляется так же, как и для письменной контрольной работы, состоящей из задач. Вот пример набора задач (см. бланк).

### Практические задачи по химии. Кислоты. VIII класс

Школа № . . . . . Адрес школы . . . . .  
 Фамилия и имя учащегося . . . . . класс . . . . .  
 Дата выполнения работы . . . . .  
 Сколько времени затрачено на решение этих задач . . . . .

| Вопросы программы                    | № задач | Оценка    |
|--------------------------------------|---------|-----------|
| 1. Химический состав . . . . .       | 1       | . . . . . |
| 2. Отношение к индикаторам . . . . . | 1       | . . . . . |
| 3. " " металлам . . . . .            | 2       | . . . . . |
| 4. " " основным окислам . . . . .    | 3       | . . . . . |
| 5. " " основаниям . . . . .          | 4       | . . . . . |
| 6. " " солям . . . . .               | 5       | . . . . . |
| 7. Получение . . . . .               | 6,7     | . . . . . |

#### Предупреждение.

- Решайте задачи, пользуясь веществами и посудой, выставленными на столе.
  - Прежде чем решать задачу, прочтите и продумайте её условие. Обратите внимание на то, что дано и что требуется получить.
  - Во всех случаях, когда это возможно, пишите на бланке равенства реакций.
  - Вещества, полученные во время работы, сохраняйте до конца её, чтобы показать их преподавателю.
  - Решив задачи, обратитесь к преподавателю, чтобы показать и объяснить ему результаты опытов.
  - Задачи решайте в следующем порядке: . . . . .
- Задача 1. а) Определите, в каких из четырёх выданных вам пробирок налиты кислоты и в каких щелочи.  
 б) Как вы узнали, в какие пробирки налиты кислоты, в какие щелочи?
- Задача 2. а) Получите серножелезную закисную соль ( $\text{FeSO}_4$ ).  
 б) Опишите кратко, как вы получили серножелезную закисную соль.  
 в) Чем вы руководствовались, получая так серножелезную закисную соль?
- Задача 3. а) Получите азотномедную соль.  
 б) Опишите кратко, как вы получили азотномедную соль.  
 в) Чем вы руководствовались, получая так азотномедную соль?
- Задача 4. а) Очистите поверхность железа от ржавчины. (Ржавчина—это, главным образом, гидрат окиси железа).  
 б) Опишите кратко, как вы очистили железо от ржавчины.  
 в) Чем вы руководствовались, очищая так поверхность железа от ржавчины?
- Задача 5. а) К раствору хлористого кальция прилейте серной кислоты. Что вы наблюдаете? Объясните наблюдения.
- Задача 6. а) Получите метафосфорную кислоту.  
 б) Опишите кратко, как вы получили метафосфорную кислоту.  
 в) Чем вы руководствовались, получая так метафосфорную кислоту?
- Задача 7. а) Получите кремниевую кислоту.  
 б) Опишите кратко, как вы получили кремниевую кислоту.  
 в) Чем вы руководствовались, получая так кремниевую кислоту?

Вверху бланка даётся табличка, в которой перечислены вопросы программы и номера задач, посредством которых учитывается наличие знаний и умение применять их. Свободные места в табличке оставлены для оценок. Затем перечислены инструктивные указания для выполнения контрольной работы.

До массового применения задач организуется проверка их путём решения этих задач 8—10 учащимися.

Применительно к набору задач составляется список реактивов и материалов, куда добавляется ещё несколько реактивов, имеющих назначение усложнить ситуацию.

До начала контрольной работы на столы ставятся реактивы, материалы, посуда и принадлежности, а также кладутся бланки. Так как лабораторную работу должен выполнять каждый учащийся самостоятельно, то число одновременно работающих учащихся определяется количеством рабочих мест в лаборатории. Чтобы не было затруднений в использовании посуды и лабораторных принадлежностей и чтобы не было заимствований, учащиеся должны решать задачи в различном порядке. Это отмечается в бланке.

Перед началом работы даются пояснения. Заостряется внимание на необходимости сохранить полученные вещества с тем, чтобы после решения всех задач показать эти вещества учителю. Обращается также внимание учащихся на необходимость давать тщательно продуманные ответы на все вопросы, поставленные в бланке.

Во время решения задач учитель наблюдает, чтобы учащиеся работали самостоятельно. На вопросы учащихся, касающиеся существа решения задач, учитель ответов не даёт. В процессе работы руководитель проводит наблюдения за тем, как владеют учащиеся лабораторными навыками. Эти наблюдения он отмечает в дневнике. Когда ученик решил задачи, учитель подходит к нему, просит показать полученные вещества и дать обоснования, почему он думает, что это именно те вещества, которые надо было получить, определить и т. д. Если учащийся допустил ошибку, то это отмечается в бланке под номером задачи. Затем прочитываются записи и выставляются оценки.

При оценке решения задач за правильное решение принимается такое, в котором получен не только правильный ответ, но и дано правильное обоснование решения и правильно указано полученное вещество. Оценки переносятся в табличку, помещённую в начале бланка.

Дальнейшая обработка осуществляется так же, как это было рекомендовано для контрольной работы, состоящей из прямых вопросов.

Контрольные лабораторные работы вызывают благожелательное отношение учащихся. Их очень интересует решение экспериментальных задач и для этого они охотно приходят во внеурочное время. Во время решения задач учащиеся работают тихо, напряжённо и не замечают, как идёт время.

Почему же решение задач интересует учащихся?

Общую мысль учащихся по этому вопросу хорошо выразил ученик VIII класса школы СОНО № 361 г. Москвы Колпинский, сказав: «При решении задач испытываешь большое удовольствие, потому что приходится много размышлять и тут же проверять принятые решения. Когда с задачей справился, испытываешь большое удовольствие, так как видишь, что умеешь применять теорию на практике». Другими словами, интерес к решению задач вызывается тем, что в процессе его учащиеся убеждаются в силе своего мышления и вследствие этого испытывают творческий подъём.

**Устный опрос.** Во время устного опроса учащимся могут предлагаться темы для изложения, вопросы и задачи.

Изложение на заданную тему даёт в распоряжение учителя материал, позволяющий судить о развитии умения полно, ясно, последовательно, конкретно и обоснованно излагать свои знания, а также о том, какие вопросы легче всего воспроизводятся и освещаются учащимися, и, следовательно, находятся, так сказать, на первом плане. Но устное изложение не даёт возможности установить, усвоил ли учащийся материал в полном объёме, так как если при изложении учащийся не осветил каких-нибудь вопросов, то это ещё не означает, что он их не знает. Может быть, ученик действительно не имеет знаний по этим вопросам, но, может быть, он не высказал их потому, что они не попали в план изложения. Чтобы дать полное изложение на тему, требуется составить исчерпывающий план и на поставленные в нём вопросы дать ответы. Чем меньше развито умение составлять план, тем больше пропусков наблюдается при изложении, тем меньшее освещение получает тема. В том, что это действительно так, убеждают: 1) дополнительный опрос, 2) предварительное составление плана. Изложение резко улучшается, когда даётся план, охватывающий вопросы, на которые желательно получить ответы при изложении.

Устное изложение позволяет определить в известной мере и систематичность знаний, поскольку излагаются сведения о существенных связях явлений. Но так как в изложении бывают пропуски, то систематичность знаний обнаруживается лишь частично.

В тех случаях, когда мысли, высказываемые учащимися, сопровождаются обоснованиями, поясняются примерами, иллюстрируются написанием химических равенств и формул, демонстрацией опытов и т. д., учитель получает материал для суждения о конкретности и осознанности знаний. Отсутствие обоснований и пояснений примерами ещё не говорит о непродуманности и неконкретности их, в чем нетрудно убедиться, предложив дополнительные вопросы или задания. Если ученик понимает и конкретно представляет то, что он излагает, он даёт ответы на вопросы, пишет равенства реакций, демонстрирует опыты. В противном случае ответы отсутствуют.

Само по себе устное изложение даёт мало материала для выводов об умении применять знания в практике. Но если учащиеся сопровождают изложение демонстрацией опытов и зарисовкой приборов, тогда возможно судить и о наличии практических навыков. Предлагая учащимся по ходу изложения вопросы и задачи, требуя от них написания равенств реакций, зарисовки приборов, демонстрации опытов и т. д., исследователь приобретает возможность получить обстоятельный материал для заключения о подготовке учащихся по химии. Непременным условием проведения устного опроса является подробное протоколирование или стенографирование.

Чем тщательнее будет произведена подготовка к устному опросу, тем успешнее он пройдет. До опроса составляются тематика для устного изложения, дополнительные вопросы и задачи; готовятся наглядные пособия, реактивы, посуда и принадлежности для демонстрации опытов.

При опросе каждый учащийся получает небольшую тему для изложения. Если учащийся, отвечая, допускает ошибки, его не следует прерывать. У отдельных учащихся в таких случаях нарушается течение мысли и они затрудняются дальше излагать материал. Лучше выслушать учащегося до конца, а затем предложить классу внести исправления. Если ученики не окажут помощи, тогда целесообразно ставить допол-

нительные вопросы, чтобы выяснить причины ошибок и затем исправить их. Дополнительные вопросы даются также и для выяснения наличия знаний по тем разделам, которые в устном изложении не освещены учащимся. Для выяснения умения прилагать приобретенные знания к решению практических задач, даются задачи, которые ученик решает письменно или лабораторно в зависимости от того, какую цель преследует опрос.

Выслушивая изложение знаний на заданную тему, исследователь должен наблюдать, охватывает ли ученик своим изложением все вопросы, правильно ли формулирует он свои мысли, насколько стройно и логично излагает материал, конкретизирует ли своё изложение примерами, написанием равенств реакций и формул, описанием опытов и т. д., обосновывает ли он свои мысли, насколько правильно произносит отдельные слова и строит свою речь.

Ставя вопросы для выяснения отдельных сторон знания, исследователь должен следить за тем, чтобы эти вопросы были простыми и доходчивыми, формулировались в понятных терминах и выражениях, выясняли объём, систематичность, конкретность и осознанность знаний. Необходимо избегать мелкой детализации вопросов, попутных замечаний во время ответа и наводящих вопросов. Надо избегать «мышеловочных» вопросов, когда путём ненужной эвристики пытаются во что бы то ни стало добиться ответа на интересующий вопрос. Вопросы, на которые можно дать только ответ «да» или «нет», могут применяться при опросе, но при обязательном условии, что после них ученику будет предложено обосновать свой ответ. Неправильные ответы необходимо тут же исправлять, привлекая к этому учащихся.

При решении задач необходимо следить за тем, чтобы учащиеся давали обоснование каждому действию.

Обработка протоколов и стенограмм устного опроса проводится так же, как и обработка письменных контрольных работ.

**Индивидуальная беседа.** Этот метод может применяться при изучении запаса знаний, причин ошибок в них, степени развития мышления учащихся. Для успешного проведения беседы необходимо предварительно определить цель ее, разработать план и овладеть методикой спрашивания. При исследовании важное значение имеет также хорошая фиксация вопросов учителя и ответов учащихся. Лучшим способом фиксации является стенографирование. Индивидуальная беседа проводится во внеурочное время.

План беседы разрабатывается в точном соответствии с поставленной целью. Однако этот план нельзя рассматривать как список вопросов, которые в действительности экспериментатор поставит учащимся. Подбор вопросов экспериментатор производит, придерживаясь плана, но учитывая и ход беседы. Главное — это с помощью беседы достигнуть цели исследования.

**Возьмём пример.**

Для выяснения запаса знаний о веществах, с которыми (знаниями) учащиеся приходят в VII класс, нами была проведена индивидуальная беседа.

В каждом из десяти седьмых классов для этой цели было отобрано 5—6 учеников, среди которых были ученики с хорошими и посредственными успехами. Беседы проводились в свободное от классных занятий время в течение первой недели учебного года. С каждым учеником беседа велась учителем в отсутствие других учеников. Беседы стенографировались. Стенографистка занимала такое место, чтобы учащиеся во время беседы не замечали, что беседа фиксируется. В стенограмме

обязательно отмечалось, в каких школах ученик учился с III по VI класс.

На основании анализа программ и учебников по естествознанию для этих классов было выяснено, что учащиеся могли иметь запас конкретных представлений о следующих веществах и смесях:

1. Воздух (свойства, состав).
2. Кислород (физические свойства, горение и дыхание в кислороде, нахождение его в природе, получение и обнаружение).
3. Азот (физические свойства, нахождение в природе, неспособность поддерживать горение).
4. Углекислый газ (физические свойства, получение, обнаружение, неспособность поддерживать горение и дыхание).
5. Вода (физические свойства, растворение в воде твёрдых, жидких и газообразных тел, виды растворов, очистка воды фильтрованием и перегонкой).
6. Железо (свойства, выплавка чугуна из руд, применение железа).
7. Медь (свойства, применение).
8. Алюминий (свойства, применение).
9. Свинец (свойства, применение).
10. Поваренная соль (свойства, добывание, применение).
11. Сахар (свойства и применение).
12. Известняк и мрамор (свойства, применение).
13. Негашёная и гашёная известь (получение, свойства, применение).
14. Глина (свойства, образование, применение).
15. Песок (свойства, отделение песка от глины, применение).
16. Гранит (внешний вид, состав, применение).

Этот перечень вопросов и составил план беседы.

В инструкции учителям было указано, что необходимо ставить вопросы так, чтобы выяснить конкретность, осознанность и умение применять знания. Рекомендовалось узнать, какие опыты с данным веществом учащийся видел или делал и как эти опыты протекали (описание опытов). Для обнаружения осознанности и умения применять знания, кроме вопросов по ходу беседы, необходимо было в конце её предложить следующие задачи:

1. Среди трёх банок с газами находятся банка с кислородом, банка с азотом и банка с углекислым газом. Как узнать, в какой банке какой газ находится?
2. Среди четырёх образцов проволоки имеются железная, медная, алюминиевая и свинцовая. По каким свойствам можно отличить эти проволоки друг от друга?
3. На столе стоят 4 банки с веществами. Среди них — соль, сахар, гашёная известь, мел. Как узнать, в какой банке какое вещество находится?
4. Расскажите, как вы поступили бы, если надо было бы очистить воду от нерастворимых и от растворённых в ней веществ.
5. Как выделить песок из смеси его с глиной?

В начале беседы учитель сообщал ученику, что он хочет познакомиться с ним, узнать, где он раньше учился и что помнит о веществах, которые изучал в III—VI классах. Беседа проводилась в деловой форме. Если вопрос вызывал затруднения, он повторялся в другой формулировке или оставлялся без ответа. Неправильные ответы не исправлялись.

Обработка стенограмм заключалась в классификации ответов, подсчёте частоты повторения их и разработке предположений о причинах обнаруженных недостатков.

Исследование показало, что учащиеся имеют весьма ограниченный и часто искажённый запас представлений о веществах и смесях, изучающихся в начальных классах. Особенно бедны представления учащихся о получении и применении веществ.

Индивидуальное решение экспериментальных задач, сопровождаемое беседой. Для изучения развития

мышления и творческого воображения учащихся, состояния знаний и круга приобретенных умений и навыков, целесообразно пользоваться методом индивидуального решения экспериментальных задач, в процессе которого с учащимися ведётся беседа.

Письменные и лабораторные работы дают возможность изучить результат применения знаний, но сам процесс применения проходит незамеченным. Между тем, знание процесса оперирования понятиями и представлениями, т. е. процесса химического мышления, имеет громадное значение для построения методики передачи знаний. Как учащиеся сравнивают, сопоставляют, различают, анализируют, синтезируют, абстрагируют, обобщают, рассуждают? Умеют ли они раскрывать содержание понятий в системе суждений, показывать связь понятий между собой? Умеют ли доказывать правильность суждений путём умозаключений и обоснований, ставить и проверять гипотезы и т. д.? Одна беседа не позволяет изучить этот круг вопросов. Ученик не всегда успешно формулирует свои мысли словами. Но так как мышление может выражаться ещё и в действиях, то лучшим способом изучения его будет такой, где можно наблюдать речь и действия учащихся. Таким способом и является решение экспериментальных задач, сопровождаемое беседой.

Преодоление трудностей при решении задач вызывает процессы мышления и творческого воображения.

Трудность, которую учащиеся преодолевают при решении химических задач, заключается в необходимости вскрыть отношения веществ и химических явлений в конкретной ситуации и уметь поступить соответствующим образом. Эти отношения вскрываются мышлением.

Возьмём пример. Надо получить хлористое серебро, исходя из имеющихся веществ. Чтобы решить эту задачу, необходимо установить, между какими из предложенных ученику веществ имеется такое закономерное отношение, которое при определённых условиях приводит к образованию хлористого серебра. Если это отношение найдено и выражено в суждении (например, «действием соляной кислоты на раствор азотнокислого серебра получается хлористое серебро»), то последующие операции (написание равенства реакции, сливание растворов и т. д.), применяемые при решении задачи, развёртываются как его следствия.

Возьмём другой пример. Чем объяснить, что при действии на цинк раствором серной кислоты происходит выделение водорода? Уже в самой постановке вопроса содержится требование указать ту закономерную связь, которая существует между цинком и кислотой при определённых условиях, вследствие чего и выделяется водород. Это достигается мышлением. Найденная связь выражается суждением: «В состав серной кислоты входит водород; цинк в ряду активности стоит до водорода и при взаимодействии с кислотой вытесняет его; происходит реакция замещения, в результате которой получается серноцинковая соль и водород».

Возьмём третий пример. Надо распознать раствор серной кислоты среди выданных растворов кислот. Чтобы решить эту задачу, учащийся должен знать такую закономерную связь между серной кислотой и другим веществом (в данном случае хлористым барием), какой не имеет никакая другая кислота. Эту связь надо знать, вспомнить, а затем уже применить. Применение требует проведения ряда операций, объяснения возникающих явлений, что и составляет практические трудности этой задачи. Серная кислота обнаруживается в той пробирке, в которой после прибавления раствора хлористого бария выпадает белый осадок, не растворяющийся в крепкой азотной кислоте.

Таким образом, решение задач заключается в том, чтобы определить, на какую закономерную связь опереться в конкретном случае, чтобы получить необходимый результат. Частный случай подводится под общее положение. При наличии химических знаний подведение частных случаев под общее положение производится путём умозаключения или обоснования. В процессе нахождения соответствующих связей (отношений) веществ ученики оперируют определённой системой понятий. Поэтому при решении задач они показывают наличие и правильное применение этих понятий.

Процесс мышления осуществляется, как известно, в системе логических операций (суждение, умозаключение, анализ, синтез и т. д.) над материалом, связанным с определённой задачей. Чтобы познать процесс мышления, необходимо прежде всего наблюдать внешние проявления его и от них уже перейти к внутреннему, скрытому от нас процессу. Так как все операции мышления с внешней стороны проявляются в речи, действиях, мимике, жестах, то с наблюдения их при решении задач и должно начинаться изучение процесса мышления. При решении экспериментальных задач операции мышления выражаются и в речи и в действии. Их можно наблюдать и фиксировать. Однако зафиксированный ход мышления страдает неполнотой и разрывами. Между зафиксированными операциями могут быть моменты мышления, которые проходят без проявления во-вне, а потому нами не замечаются. Между тем, когда мы ставим задачу наиболее полно охватить процесс мышления в понятиях, важно воссоздать процесс в целом и стало быть восстановить операции, которые протекают от наблюдателя скрытно. Проявить операции, протекающие скрытно, можно следующим образом. В процессе решения задачи после каждой операции мышления, наблюдаемой нами, учащемуся ставятся вопросы: «Для чего это необходимо было сделать?» «Как вы рассуждали, делая такое заключение?» или «Чем вы руководствовались, поступая так?» и т. д. Отвечая на эти вопросы, ученик по всей вероятности откроет перед нами то, что было между двумя операциями. Мы говорим «по всей вероятности» потому, что может быть той мысли, которую ученик высказывает в ответе, у него ранее не было, может быть наш вопрос привёл ученика к этой мысли. Спрашивая ученика после каждой операции, мы можем с определённой степенью точности воссоздать все моменты мышления, которые могли бы остаться скрытыми от нас, и восстановить, таким образом, ход мышления в целом.

Возьмём пример. Учащемуся дана задача получить азотномедную соль. На стол выставлены разные вещества и среди них окись меди, азотная кислота, калийная селитра и медный купорос. Ученик получает азотномедную соль, экспериментатор фиксирует операции мышления, доступные наблюдению, и ставит вопросы после каждой операции. Помощник фиксирует ответы. Отпустив учащегося, экспериментатор восстанавливает весь ход решения задачи. Ниже помещается запись решения задачи ученицы VIII класса Выборновой (стр. 87).

Просматривая решение задачи, видим, что ученица оперировала понятиями: «кислота», «основание», «окисел», «соль». Исходя из общего отношения этих веществ, она нашла две пары таких веществ, при взаимодействии которых можно было ожидать получения азотномедной соли. Применяя найденное отношение, она натолкнулась на две новые трудности и преодолела их успешно: а) она нашла, что окись меди — в осадке, а азотномедная соль — в растворе, и б) что вторым способом получить азотномедную соль нельзя, так как реакция не идёт до конца. Другими словами, она правильно разобралась в новых отношениях

| Операции, наблюдавшиеся экспериментатором  | Вопросы экспериментатора к ученику                          | Ответы учащегося  | Ход решения задачи в целом  |
|--|---|---|---|
| <p>1. Говорит: „Азотномедная соль имеет формулу <math>\text{Cu}(\text{NO}_3)_2</math>“.</p> <p>2. Пишет формулу. Думает.</p> <p>3. Смотрит на вещества.</p>  | Зачем Вы осматриваете вещества?                             | Соли · получаются при взаимодействии кислот с металлами, основными окислами, основаниями и солями. Я смотрю, какие вещества выданы.   | <p>1. Говорит: „Азотномедная соль имеет формулу <math>\text{Cu}(\text{NO}_3)_2</math>“.</p> <p>2. Пишет формулу. Думает.</p> <p>3. Соли · получаются при взаимодействии кислот с металлами, основными окислами, основаниями и солями. Чтобы получить азотномедную соль, надо иметь медь, или соединение, меди и азотную кислоту. Я смотрю, какие вещества выданы.</p> |
| <p>4. Говорит: „Здесь имеются азотная кислота, окись меди и медный купорос. Значит можно применить два способа: взаимодействие азотной кислоты с окисью меди и взаимодействие азотной кислоты с медным купоросом“.</p> | Как Вы рассуждали, делая такое заключение?                  | Я рассуждала так: соли · получаются при взаимодействии кислот с металлами, основными окислами, основаниями и солями. Чтобы получить азотномедную соль, надо иметь медь или соединение меди и азотную кислоту. | <p>4. Говорит: „Здесь имеются азотная кислота, окись меди и медный купорос. Значит можно применить два способа: взаимодействие азотной кислоты с окисью меди и взаимодействие азотной кислоты с медным купоросом“.</p>  |
| <p>5. Пишет равенства реакций:</p> $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuSO}_4 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$                     | Зачем Вам потребовалось равенство реакции?                  | Чтобы проверить себя, получится ли азотномедная соль.   | <p>5. Проверю себя, напишу равенства реакций.</p> <p>Пишет равенства реакций.</p>   |
| <p>6. В пробирку с азотной кислотой прибавляет окиси меди и подогревает.</p>   |   |   | <p>6. В пробирку с азотной кислотой прибавляет окиси меди и подогревает.</p>  |
| <p>7. Получила.</p>  | <p>Где же азотномедная соль?</p> <p>А что это в осадке?</p> | <p>Азотномедная соль в растворе. Она синего цвета.</p> <p>В осадке окись меди, которая еще не вступила в реакцию с азотной кислотой.</p>  | <p>7. Получила.</p> <p>В осадке окись меди, в растворе азотномедная соль синего цвета.</p>  |
| <p>8. Вторым способом азотномедную соль нельзя получить, так как она в воде растворяется, и, значит, реакция между медным купоросом и азотной кислотой до конца не дойдет. Это по правилу Бертоле.</p>                 |   |   | <p>8. Вторым способом азотномедную соль нельзя получить, так как она в воде растворяется и, значит, реакция между медным купоросом и азотной кислотой до конца не дойдет. Это по правилу Бертоле.</p>   |



веществ и так же правильно их использовала. В связи с тем, что ею успешно были преодолены все три трудности, задача в целом была решена правильно.

Путём индивидуальных бесед, проводимых в процессе решения лабораторных задач, можно изучить оперирование понятиями в действии, ход мышления, выяснить особенности его, изучить затруднения и недостатки мышления, выяснить причины ошибок и накопить материал для разработки мероприятий, связанных с развитием мышления.

Возьмём несколько примеров, чтобы иллюстрировать эту мысль.

Из 46 протоколов индивидуального решения восьми лабораторных задач, возьмём семь типичных протоколов решения задачи: «Получить кремниевую кислоту».

Для решения задачи на стол были выставлены следующие реактивы, материалы, посуда и принадлежности:

Реактивы и материалы: серная кислота, азотная кислота, едкий барит, калий азотнокислый, натрий кремнекислый, фосфор красный, окись меди, песок, шесть пробирок с различными кислотами и щелочами (среди кислот обязательно соляная), едкое кали, калий хлористый, барий азотнокислый, кальций ортофосфорнокислый, цинк, лакмус, кусок листового заржавленного железа.

Посуда: пробирки, коническая колба, стакан.

Принадлежности: спиртовка, таблица растворимости оснований, кислот и солей, ложка для сжигания фосфора, лучинки, спички.

Рассмотрим протоколы решения задачи: «Получить кремниевую кислоту».

#### Первый тип решения

Ученица X класса

5 минут

| Действия и высказывания учащегося  | Вопросы экспериментатора   | Ответы учащегося  |
|--|--|---|
| Сидит и думает.<br>Смотрит на выставленные реактивы. Говорит: «Не знаю, как практически получить». | А как получить теоретически?<br><br>Почему вы думаете, что так можно получить кремниевую кислоту?<br>Делайте.<br><br>Ну так что же? Попробуйте сделать сейчас. | Подействовать на кремниевый ангидрид водой.<br><br>При взаимодействии ангидридов с водой получаются кислоты.<br>Нет не буду, так как никогда этого не делала.<br>Не буду делать, так как не знаю, как потом себя проверить. |

Первый тип решения характеризуется тем, что ученица не умеет применять свои знания в конкретном случае. Что касается других задач, то эта ученица решала лишь те, которые встречались раньше, т. е. когда путь решения был проторен. Но там, где надо было самой проложить путь решения, ученица отступала. Отсутствуют инициатива и уверенность в своих силах. Важно отметить, что когда ученица решала 7-ю и 8-ю задачи, она стала уже работать увереннее. Значит, даже упражнения небольшой длительности благотворно действуют на умение применять знания.

Ученица в решении задачи шла от общего к частному при определении отношения между кремниевым ангидридом и водой. Но перейти отсюда к практике составило для неё непреодолимую трудность, так как раньше она задач не решала, а самостоятельность и инициатива у неё отсутствуют.

## Второй тип решения

Ученик IX класса

10 минут

| Действия и высказывания учащегося  | Вопросы экспериментатора                                 | Ответы учащегося   |
|--|--|--|
| 1. Осматривает реактивы.   |  |  |
| 2. Говорит: „На песок подействовать соляной кислотой и получится кремниевая кислота“.    | Почему Вы думаете, что получится кремниевая кислота?     | Песок—это ангидрид кремниевой кислоты. Соляную кислоту надо взять потому, что . . . да можно взять и серную.                     |
| 3. Нет, так трудно получить.   | Почему?  | Потому что кислота будет распадаться на окись кремния и воду.  |
| 4. Надо на соль кремниевой кислоты подействовать кислотой.                               | Почему Вы думаете, что так получится кремниевая кислота? | Нет не получится... хотя получится... нет не получится...  |
| 5. Насыпает песок в пробирку и прибавляет раствора серной кислоты. — „Попробую так“.     |  |  |
| 6. „Подогрею“. Подогревает. Наблюдает.   | Зачем Вам потребовалось подогревать?                     | Чтобы произвести соединение окиси кремния с серной кислотой с образованием соли.   |
| 7. Нет не получилась.  | Почему Вы думаете, что не получилась кислота?            | Потому что кислота получается при соединении ангидрида с водой. Надо на окись кремния подействовать водой. Так получают кислоты. |
| 8. Взбалтывает в пробирке песок с водой и затем подогревает.                             | Зачем Вы подогреваете?                                   | Без нагревания реакция не пойдёт.  |
| 9. „Надо проверить лакмусом“. Приливает раствор лакмуса. — „Нет, кислоты не получилось“. | Почему Вы так думаете?                                   | Потому что кислота как только получилась, так сейчас же и разложилась на окись и воду.   |

Ученик VIII класса

## Третий тип решения

12 минут

| Действия и высказывания учащегося  | Вопросы экспериментатора   | Ответы учащегося   |
|--|--|--|
| 1. Думает. Осматривает вещества.<br>2. Говорит: „Надо на кремненатриевую соль подействовать серной кислотой. Получится кремниевая кислота“.<br><br>3. Получить?<br>4. Делает правильно.<br>5. Получил. | Почему Вы думаете, что здесь получится кремниевая кислота?<br><br>А если бы Вы не знали, как получается соляная кислота, как бы Вы тогда получили кремниевую? Да, получите.<br><br>Покажите, где кремниевая кислота?<br>Почему Вы думаете, что кислота в растворе? | Мы соляную кислоту получали действием на поваренную соль серной кислотой. Думаю, что и тут, подействовав на кремненатриевую соль серной кислотой, получу кремниевую.<br>Не знаю. Я тогда затруднился бы получить кремниевую кислоту.<br><br>В растворе.<br><br>Все кислоты жидкие. |

## Четвертый тип решения

Ученик IX класса

8 минут

| Действия и высказывания учащегося   | Вопросы экспериментатора   | Ответы учащегося  |
|---|--|---|
| 1. Берёт кремненатриевую соль и соляную кислоту и говорит: „Чтобы получить кислоту, надо на её соль подействовать другой кислотой. Это—общий способ получения кислот. Можно действовать соляной, серной и другими кислотами“.<br>2. В пробирку с кремненатриевой солью приливает соляной кислоты. Наблюдает.<br>3. Пишет равенство реакции (правильно).<br>4. Получил.<br><br>5. Приливает раствор лакмуса.— „Да, получил. Лакмус покраснел“.<br>6. Думает, глядя на вещества.<br>7. Пишет равенство:<br>$\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{SO}_3$ Говорит: „Нет, это неверный способ“.<br>8. Больше не знаю, как получить кислоту. | Зачем Вам потребовалось написать равенство реакции?<br>Покажите, где кислота.<br><br>Почему Вы думаете, что жидкость—это кислота?<br><br>Почему это неверный способ? | Чтобы проверить себя.<br><br>Жидкость—это кислота, а в осадке хлористый натрий.<br>Все кислоты жидкие.<br><br>Так не получают кислот. |

Из 46 учащихся только двое обнаружили такой негативный подход к решению задач. Его легко изменить, если применять систематические упражнения. В процессе решения задач будет понята практическая сила мышления и будет развито умение применять свои знания на практике.

Второй тип решения можно охарактеризовать как метод проб и ошибок. Учащийся имеет установку на применение знаний, но знания отсутствуют. Поэтому оперирование становится пустым, бесплодным. Нет умения анализировать ситуацию. Общий вывод: для успеха в применении знаний на практике крайне важно вооружить учащихся чёткими, прочными знаниями и умением анализировать конкретные явления, исходя из общих положений.

Третий тип решения характеризуется тем, что здесь учащиеся решают задачу по аналогии. Общего способа получения кислот они не применяют. При дополнительном опросе часть этих учащихся обнаружила знание общих способов получения кислот, часть этими знаниями не владела.

Четвёртый тип решения характеризуется тем, что учащиеся, правильно идя от общего к частному, дают всё же неверное решение задачи, так как обнаруживают неумение связать найденное отношение двух веществ с другими отношениями. В данном случае отношение кремненатриевой соли к соляной кислоте надо было связать с отношением кремниевой кислоты к воде и с отношением полученной в результате реакции смеси веществ к лакмусу (пробовать лакмусом нельзя, так как для реакции была применена соляная кислота). Ученик не сумел установить этих связей. В результате он не решил задачи, хотя путь решения был правильный. На этом примере также обнаруживается необходимость чётких и прочных знаний и навыков для решения задач. Ученик не знал, что не все кислоты жидкие, что лакмусом нельзя было пользоваться в данной ситуации, что для определения растворимости кислот надо пользоваться таблицей растворимости оснований, кислот и солей. Поэтому он не решил задачи.

Вывод: необходимо предупреждать неверные обобщения (например: «все кислоты жидкие»), учить правильно применять лакмус для распознавания кислот и щелочей, учить пользоваться таблицей растворимости солей, кислот и оснований.

Пятый тип решения характеризуется тем, что учащиеся, имея в общем прочные и чёткие знания, спокойно и методично анализируют ситуацию, открывают, исходя из общих положений, частные отношения веществ и в общем правильно применяют их для решения задачи (т. е. обнаруживают умение связать эти отношения с другими).

В решении задачи они опираются на знание общего, ибо не имеют знаний об отдельных способах получения кислот. Это наиболее распространённый тип решения задачи.

Шестой тип решения — наиболее высокий. Ученик во всеоружии знаний. Он знает единичные и общие способы получения кислот. Рассуждения спокойные и уверенные.

Решая задачи, ученики или получают подтверждение правильности своих мыслей, вследствие чего мышление становится увереннее, а знания прочнее, или наталкиваются на противоречия между своими знаниями и полученными неверными результатами. Разрешая противоречия с помощью учителя, ученики улучшают свои знания. В решении задач ученики проверяют силу своего мышления.

Итак, индивидуальное решение задач в сопровождении беседы — хороший метод для изучения процесса мышления и умения применять

## Пятый тип решения (1-й вариант)

Ученик VIII класса

18 минут

| Действия и высказывания учащегося   | Вопросы экспериментатора  | Ответы учащегося   |
|---|---|--|
| 1. Думает.  |   |  |
| 2. Пишет формулу кремниевой кислоты.  | Зачем Вы написали формулу?  | Чтобы знать состав.  |
| 3. Говорит: „Чтобы получить кремниевую кислоту, надо к кремниевому ангидриду прибавить воды“.               | Почему Вы думаете, что так можно получить кислоту?  | Кислоты получаются при соединении ангидридов с водой.  |
| 4. „Мы так не делали, но я думаю, что так получится“.— Думает.  |   |  |
| 5. „Не уверен, что получится, но попробую“.   |   |  |
| 6. В пробирке взбалтывает песок с водой.  |   |  |
| 7. „Прибавлю лакмуса, чтобы узнать, получилась ли кислота“.   |   |  |
| 8. Приливает раствор лакмуса. — „Нет, не получилась“: лакмус не изменился“.                                 |   |  |
| 9. Пишет равенство реакции: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SiO}_3$ | Зачем Вам потребовалось написать равенство реакции? Чем Вы руководствовались, предполагая так получить кислоту? | Я хотел узнать, можно ли так получить кислоту. Если на соль подействовать кислотой, то получатся новая соль и новая кислота. |
| 10. „Мы так не делали. Я не уверен, получится ли кислота, но попробую“.                                     |   |  |
| 11. Делает (правильно).   |   |  |
| 12. „Получил“. Производит испытание лакмусом.   | Покажите, где кислота?<br><br>Почему Вы думаете, что жидкость это — кислота?                                    | Жидкость — кислота, осадок — соль.<br><br>Все кислоты жидкие.  |

## Пятый тип решения (2-й вариант)

Ученик VIII класса

8 минут

| Действия и высказывания учащегося  | Вопросы экспериментатора                                    | Ответы учащегося   |
|--|---|--|
| 1. Осмотрел быстро вещества.   |   |  |
| 2. „Песок с водой не соединяется, поэтому так кислоту получить нельзя“.  | Почему Вы думаете, что песок с водой не соединяется?        | В почве песок обмывается водой, а кислота не получается. Все песок остаётся.   |
| 3. „Если на кремненатриевую соль подействовать соляной кислотой, то получится кремниевая кислота и поваренная соль“. | Чем Вы руководились, принимая такой путь получения кислоты? | Один из общих способов получения кислот — действие на соль кислоты другой кислотой. Получаются новая соль и новая кислота. Я взял кремниевую соль, так как надо получить кремниевую кислоту. |
| 4. Делает (правильно).<br>„Что-то ничего не получается. Помешать можно?“   | Помешайте.  |  |
| 5. „Что это у меня получилось?“ (Удивление).   | Чем Вы удивлены?  | Хлористый натрий в воде растворяется. Кислоты всегда жидкие. А тут какая-то жижа получилась. Неужели кремниевая кислота твердая?   |

## Шестой тип решения

Ученик X класса

3 минуты

| Действия и высказывания учащегося  | Вопросы экспериментатора   | Ответы учащегося  |
|--|--|---|
| 1. „На занятии кружка я получал кремниевую кислоту действием на кремненатриевую соль серной кислотой“.   |  |   |
| 2. „Есть ли тут кремненатриевая соль?“ Рассматривает.  | Ну, а если бы Вы в кружке не получали кислоту, то могли бы Вы всё же её получить и чем Вы тогда руководствовались бы?<br>А если бы Вы и этого не знали, как бы Вы тогда поступили, чем тогда руководствовались бы? | Да, я получил бы её так же и руководствовался бы тем, что сильные кислоты вытесняют слабые из их соединений.<br>Получил бы так же, но руководствовался бы тем, что кислоты реагируют с солями, с образованием новой соли и новой кислоты. |
| 3. Пишет равенство реакции.  | Зачем Вам потребовалось написать равенство?  | Чтобы Вам доказать, что получается кислота.   |
| 4. Делает (правильно).   |  |   |
| 5. Студень — это кислота.  | Почему Вы думаете, что это кислота?  | Она не растворяется в воде.   |
| 6. „Песок с водой не соединяется, поэтому так получить кислоту нельзя, хотя, как известно, имеется общий способ получения кислот путём соединения ангидридов с водой, если они соединяются“. |  |   |

знания на практике. В нём объединяется всё ценное, имеющееся в ранее рассмотренных методах.

Проведение лабораторной работы и беседы осуществляется так. До начала эксперимента на стол выставляются все предметы оборудования, необходимые для решения задач. На стол кладутся также бланки, на которых напечатаны задачи и оставлено свободное место для записей. Во время эксперимента учащиеся пишут формулы и равенства только на этом бланке.

В начале работы учитель говорит учащимся: «Вы будете решать задачи по химии. Прежде чем решать задачу, прочтите её условие и подумайте. Каждую задачу решайте практически, т. е. если предлагается получить вещество, то его действительно надо получить, пользуясь выставленными (показывает на стол) веществами и посудой. Внимательно рассмотрите, что вам выдано. Вещества можете получить несколькими способами. При решении задач рассуждайте громко, не стесняйтесь. Если почувствуете, что рассуждаете неверно, то исправьте ошибку. Можно иначе поступать: после каждого своего высказывания или действия, объясняйте, почему вы так сделали».

Если вопросов со стороны учащихся нет, даётся распоряжение приступить к решению задач. Никаких подсказок и наводящих вопросов не допускается. Если ученик решает задачу неверно, экспериментатор не удерживает учащегося от этого. Если ученик не решил задачи, экспериментатор предлагает перейти к следующей с тем, чтобы снова вернуться к нерешённой задаче в конце работы. Хронометраж ведётся по текущему времени.

Процесс решения задач протоколируется возможно подробнее. Все действия записываются в той последовательности, как они были произведены. Действия нужно записывать возможно более дифференцированно, так как каждое действие выражает определённую мысль.

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНИКА ХИМИИ

Проф. Ю. В. ХОДАКОВ

Для оценки правильности решения проблемы построения того или иного учебника мы выдвигаем два основных критерия: принцип доказательности и принцип единства теории и опыта при организующей роли теории. При этом мы не упускаем, разумеется, из виду общедидактических требований логической последовательности, отсутствия разрывов в развёртывании учебного материала (иначе учебник уподобляется хрестоматии) и постепенности перехода от известного к неизвестному, от лёгкого к трудному.

Под принципом доказательности мы разумеем требование, чтобы каждое утверждение вытекало логически однозначно и наглядно из своих предпосылок — из опыта, проделанного самим учеником или показанного и обсуждённого на уроке, или из другого надлежащим образом мотивированного и усвоенного учеником утверждения (индуктивный — дедуктивный методы). Очевидно, что антитезой доказательности является догматизм. Вред догматизма в отношении «материальной» стороны образования, т. е. полноценности усвоения определённого объёма сведений из данной научной дисциплины, заключается в поверхностном, неосознанном характере полученных знаний. Но ещё больший вред приносит догматизм «формальной» стороне образования, когда вместо того, чтобы на материале данной науки воспитывать у учащихся критическое мышление в них внедряется пагубная привычка принимать всё на веру, во всём полагаться на непререкаемые авторитеты. Тем самым из знания выхолащивается его действительная природа, столь ярко подчёркнутая товарищем Сталиным на Первом совещании стахановцев 17 ноября 1935 г.

Впервые в истории учебника химии принцип доказательности был сформулирован Лавуазье в предисловии к его труду «*Traité élémentaire de chimie*» [1], который служил прообразом учебников химии на протяжении, примерно, первой половины XIX в. Критикуя современные ему учебники флогистиков за тот «общий недостаток, что с первых шагов предполагается обладание сведениями, которые учащийся должен получить лишь на последующих уроках», Лавуазье поставил себе законом «искать истину лишь в естественной связи опытов и наблюдений, не делать никаких выводов, которые не вытекают бы непосредственно из опытов и наблюдений (разрядка наша. — Ю. Х.), сопоставлять химические истины и факты в таком порядке, который облегчает их понимание начинающим».



Так родился тот тип учебника, который представлял изложение лишь приведенных в систему непосредственных данных опыта и наблюдения («*chimie de catalogue*») в соответствии с высоко ценимым Лавуазье локковским девизом его учителя Рсуэля «*Nihil est in intellectu quod non primus fuerit in sensa*».

Пользуясь принципом доказательности в приведенной формулировке Лавуазье, можно было более или менее однозначно решать задачу организации учебного материала в те времена, когда химия ещё пребывала по существу в стадии чисто описательной науки.

Но с тех пор, как вместе с атомным учением Дальтона и его последующим развитием в химию вошла теория, столь узкое понимание принципа доказательности сделалось явно недостаточным, так как в формулировке Лавуазье не предусматривалось место для теорий как в поступательном движении науки, так и в изложении последней, как учебного предмета. Таким образом, с возникновением атомной теории разрушается концепция химии, как чисто описательной науки, в которой каждая новая истина является лишь непосредственным выводом из новых опытов и наблюдений, и возникают вопросы:

1. Может ли быть сохранён и впредь, хотя бы на первом этапе изучения химии, чисто индуктивный способ изложения этой науки?

2. В какой мере возможно при современном уровне химической теории, наоборот, дедуктивное изложение химии, при котором эксперимент, вместо того, чтобы служить непосредственным и единственным источником знаний, используется лишь для подтверждения или иллюстрации того или иного априорного вывода?

3. Как должны быть увязаны дедукция и индукция, теория и опыт в начальном учебнике химии, если учесть, что способность к отвлечённому мышлению у учащихся ещё не развита и не получила ещё надлежащей тренировки в предшествующих курсах, носивших чисто описательный характер?

Убедительный ответ на первый вопрос мы находим в сочинении известного идеалиста, поборника идей Маха в области химии, В. Оствальда «Путеводные нити в химии» [2], поскольку этот труд, оказавший свое влияние не столько на самую химическую науку, сколько именно на её преподавание, как раз и представляет собою попытку «эмпирического и свободного от всяких гипотез обоснования» химической науки. Для наших целей достаточно привести высказывание самого Оствальда, которым он вынужден был закончить главу об органических соединениях:

«На протяжении всей этой лекции я пользовался без стеснения языком атомистической теории... Ранее мои усилия были направлены к тому, чтобы, очистив от гипотетической оболочки опытные данные, выразить их в форме закономерных отношений между измеримыми величинами. Но когда в разговорах со многими учёными друзьями я указывал на возможность обойтись без понятия об атоме для изложения и понимания основных фактов химии, то всегда получал ответ: да, но соотношения органических соединений не могут быть изложены без помощи атомной теории, что и показывает её необходимость. Я признаюсь, что мне неизвестен способ изложения этих явлений без атомной теории и что я не могу даже на отдельном примере дать образчик такого изложения...».

Насколько нам известно, единственными попытками решения обратной задачи — изыскания способов дедуктивного изложения химического материала — являются наши работы по химии кислот и оснований [3, 4] и химии фосфора [5, 6, 7]. В первом случае метод дедукции удалось

выдержать в столь полной мере, что изложению можно было придать строй математических дисциплин, в которых этот метод получил высшую степень развития: изложение начинается формулировкой постулатов, исходя из которых далее доказываются теоремы, применяемые затем непосредственно к выводу и анализу конкретных фактов. Во втором случае удалось изложить химию фосфора в её главнейших чертах, как почти непрерывную цепь логических следствий, исходным пунктом которых является строение атома фосфора [4]. Но этот путь изложения химии, поскольку он в принципе становится более или менее возможным, предполагает наличие у учащихся знаний, которые ещё не могут быть сообщены ученику средней школы, и владение формами мышления (в том числе связанными с пространственным воображением), которые у них находятся лишь в процессе формирования.

Если учебник чисто индуктивного типа, таким образом, уже невозможен, а учебник чисто дедуктивного типа, ещё невозможен, то всё же можно различать индуктивный и дедуктивный типы учебника, смотря по тому, какой из этих методов изложения материала преобладает и определяет построение учебника, форму взаимной увязки в нём теоретического и эмпирического материала. Если эта связь в учебнике вообще отсутствует, тогда перед нами метафизический тип учебника. Задача же заключается в том, чтобы обеспечить в максимальной степени единство теории и опыта, тесное взаимопроникновение их; тогда мы придём к диалектическому типу учебника, прообразом которого является гениальное творение Д. И. Менделеева «Основы химии», замысел которого раскрывается автором в следующих строках: «...Мне желательно было показать, что науки давно уже умеют, как висячие мосты, строить, опираясь на совокупность хорошо укреплённых тонких нитей... На дно не опираясь, и в науках научились пересекать пропасти неизвестного, достигать твёрдых берегов действительности и охватывает весь видимый мир, цепляясь лишь за хорошо обследованные береговые устои... Сопоставляя прошлое науки с её настоящим и предстоящим, в частности её ограниченных опытов с её стремлением к неограниченной или бесконечной и вечной истине, и предостерегая отдаваться безотчётно самому привлекательному, но бездоказательному представлению, я пытался развить в читателе дух пытливости, не довольствующийся простым описанием или созерцанием, а возбуждающий и приучающий к упорному труду и стремящийся везде, где можно, мысли проверять опытами» [8].

Для решения задачи построения учебника диалектического типа необходимо поставить вопрос: в чём заключается методическая и воспитательная ценность теории, если теорию рассматривать не только как орудие познания, но и как метод усвоения уже познанного. С точки зрения последователей Маха теории, поскольку без них «пска нельзя сбойтись» при изложении той или иной научной дисциплины, должны расцениваться, очевидно, как нечто, подобное мнемоническим правилам, — этим их польза и исчерпывается. Значительная часть упомянутого выше труда Оствальда посвящена, однако, попытке доказать, что при обсуждении стехиометрии можно обойтись без атомной теории. Для этого Оствальд воскрешает и развивает идеи Рихтера (автора понятия об эквиваленте), которого он превозносит, как основоположника новой эпохи в химии, незаслуженно забытого «великого человека, слава которого будет расти по мере того, как будет уходить в глубь веков время его жизни». Цель — «очищение фактически существующих закономерностей от гипотетической оболочки» с помощью чисто формального понятия об эквиваленте, повидимому, достигнута. Но, сопоставляя

полученные результаты с теми, которые легко и просто вытекают из атомной теории, сам Оствальд вынужден признать, что «эти (дальтоновские. — Ю. Х.) соображения, несмотря на их гипотетический характер, гораздо более понятны современным химикам, чем соображения Рихтера; нетрудно видеть, что они ведут при этом дальше, чем мысль Рихтера».

Теория не только облегчает, таким образом (даже с точки зрения убеждённых махистов), усвоение науки, но и делает вообще излишней затрату труда на уяснение таких закономерностей, которые непосредственно и наглядно из неё вытекают. Например, закон эквивалентов или столь же трудно уясняемый при чисто формальном изложении закон кратных отношений без всякого ущерба для целостности химического образования могут быть исключены из изложения химии после создания атомной теории. Но, ведь, облегчить усвоение того или иного учебного предмета и составляет основную задачу его частной методики.

Если с махистской точки зрения теория — это произвольная умственная схема, временно находящаяся в каком-то случайном соответствии с уже известными фактами, то согласно диалектико-материалистической концепции теория — это отображение (хотя и неполное, хотя и несовершенное) объективной действительности в нашем сознании. Новые, противоречащие ей факты, как учит история науки, не обесценивают теории, а лишь вскрывают неполноту или несовершенство теории и стимулируют её к дальнейшему развитию.

Главная ценность теорий с материалистической точки зрения и заключается поэтому в том, что поскольку теории отображают объективную действительность, они расширяют и углубляют наше познание за пределы чувственного восприятия действительности и позволяют понять явления охватываемой ими области в их внутренней взаимосвязи и единстве. Тем самым теория становится мощным орудием формирования материалистического мировоззрения — в противовес примитивно-эмпирическому мироощущению, — а также незаменимым орудием воспитания творческого мышления.

Изложение науки обращается из «каталога фактов» в полноценную систему знания лишь через посредство ведущих теорий данной науки, которыми в химии являются:

1. Молекулярная теория.
2. Атомная теория.
3. Периодический закон.
4. Электронная теория атома и химической связи.
5. Теория электролитической диссоциации.
6. Теория строения органических соединений.

Для наиболее полноценного использования организующей роли теории изложение каждой ведущей теории должно быть максимально приближено к началу курса путём надлежащей целеустремленной подготовки для неё опоры в виде фактического материала с тем, чтобы не был нарушен принцип доказательности. При этом должен назреть до сознания очевидной необходимости переход от регистрации фактов к их теоретическому обобщению. В дальнейшем теория должна играть организующую роль в изложении нового фактического материала, и следует пользоваться всяким случаем, чтобы, опираясь на ту или иную известную теорию или факт, предвосхитить результат того или иного опыта или практического применения научных принципов. Таким образом, мы неизбежно приходим к известной ленинской формулировке процесса познания, которая сохраняет силу и применительно к «познанию уже познанного», т. е. к частной методике той или иной науки: «От живого

созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности» (Ленин [9]). Поэтому тип учебника, удовлетворяющий принципу единства теории и практики при ведущей роли теории, как противоположный метафизическому типу, и чуждый крайностей как индуктивного, так и дедуктивного типа, и можно назвать диалектическим типом.

В качестве объектов для анализа с точки зрения сформулированных выше критериев мы избираем из числа наиболее распространённых учебников те, которые являются наибольшим приближением к метафизическому, индуктивному и дедуктивному типам учебника.

В качестве примера учебника метафизического типа может быть приведен немецкий учебник Rippel-Sternhagen «Grundlinien der Chemie» 4-е и 5-е изд., 1932) [10]. Если не считать исторического введения, учебник начинается непосредственно с атомной теории, изложенной совершенно догматически. Весовые законы химии, от которых обычно отталкиваются при обосновании этой теории, излагаются непосредственно вслед за нею, но без всякого намёка на их внутреннюю связь с теорией Дальтона, после чего изложение основных понятий химии заканчивается рассмотрением химического языка и формального учения о валентности.

Точно так же и в последующем изложении теоретические главы резко отграничены от описательного материала и настолько не связаны ни с предыдущим, ни с последующим изложением, что могут быть изъяты из учебника без малейшего ущерба для него как единого целого. В самом деле, после изложения в случайном месте и на случайных примерах (вслед за описательной главой о галогенах) теории электролитической диссоциации на всём остальном протяжении текста ни разу даже не упоминается слово «ион». Точно так же после освещения периодического закона (перед металлами) в последующем тексте всякое упоминание о нём отсутствует. Что же касается электронной теории атома, то она излагается опять-таки в совершенно случайном месте — в конце книги, после хрома, по поводу того, что его аналог — уран — радиоактивен. При этом автор, ограничившись приведением лишь двух электронных схем — водорода и лития — и беглым намеком на связь числа внешних электронов с валентностью элемента, заключает параграф следующими словами: «Эти теории для практической химии до сих пор не имеют никакого значения».

Для сопоставления нелишне указать, что, например, в одном из распространённых американских учебников Fletcher, Smith a. Harrow «Beginning Chemistry» [11], вышедшем в свет за 3 года до учебника Риппеля, электронная теория атома нашла себе место почти в самом начале учебника, как основа далеко идущих обобщений фактического материала.

Тот факт, что причиной столь далеко идущей недооценки значения теории Риппелем является философская установка автора, наглядно обнаруживается в объяснении терминов «гипотеза» и «теория», приводимом в связи с изложением закона Авогадро.

Это объяснение даётся в формулировках, довольно близких к разобранной выше махистской концепции. От теории требуется лишь по возможности однозначная интерпретация относящихся к данной области явлений. При этом автор обращает внимание на то, что подчиняя с помощью теории одни законы другим, более общим, мы неизбежно приходим к «последним законам», логически уже не доступным объяснению. Но оказывается, что кроме «последних законов» существуют и...

«последние факты: например, мы никогда не в состоянии будем объяснить, почему хлор пахнет, а кислород — нет» (?! — Ю. Х.).

Этот своеобразный реквием дерзанию разума проникнуть через посредство теоретических обобщений во внутреннюю сущность вещей завершается поэтическим аккордом в виде следующей меланхолической цитаты из Гримскратцера:

„Und der Mensch hat seine Grenzen,  
Grenzen, über die hinaus  
Sich sein Mut im Staube windet.  
Seiner Klugheit Aug'erblindet,  
Seine Kraft wie Binsen bricht.  
Und sein Innres wagend spricht:  
„Bis hierher und weiter nicht“.

(И у человека есть свой предел, перед которым развеивается в прах его мужество, ослепляются очи его разума, его сила ломается, подобно тростнику, и его внутреннее чувство говорит ему: досюда, но не далее.)

Ещё более характерен для немецкой учебной литературы индуктивный тип учебника, представленный двумя разновидностями, соответственно двум точкам зрения немецких методистов на организацию учебного материала. Согласно «синтетическому» методу Арендта изложение должно начинаться с описания элементов с последующим переходом к соединениям второго и далее высших порядков. Согласно же «аналитическому» методу второго крупнейшего методиста Вилбранда изучение химии должно начинаться с веществ, хорошо известных ученикам.

В 17-м посмертном издании учебника R. Arendt «Grundzüge der Chemie» [12], переработанном Дёрмером в соответствии с прусскими программами и установками, теоретический материал дан в минимально возможном объёме. Из ведущих теорий химии излагаются лишь атомно-молекулярное учение и теория электролитической диссоциации. Первая излагается с большим запозданием (в отличие от учебника Риппеля), после изучения соединений элементов с галогенами, т. е. после того, как пройдена без всякого теоретического освещения и без формул и равенств почти половина материала неорганической химии. Изложению атомно-молекулярного учения, занимающему всего  $2\frac{1}{2}$  страницы, непосредственно предпосылаются весовые законы. Однако ученикам опять-таки не разъясняется, каким образом из этих законов вытекает атомное учение. Изложение теории электролитической диссоциации занимает лишь  $\frac{1}{3}$  страницы и является заключительным параграфом главы «Химические действия электрического тока», изложенной чисто феноменологически — в стиле ньютоновского «*hypotheses non fingo*».

Таким образом, по существу излагается лишь основная идея теории Аррениуса, не находящая себе в дальнейшем никакого использования. Ни о периодическом законе, ни о строении атома в учебнике даже не упоминается, и материал систематизируется не по элементам, а по формам химических соединений: элементы и их окислы, сульфиды, соединения с галогенами, гидраты окислов и кислоты, соли и т. д.

В построении учебника Арендта есть своя — по существу совершенно формальная — логика, но до учащегося она не доходит. Ему остаётся непонятным, например, почему изучение химии должно начинаться именно с металлов, поскольку предварительно не даётся понятия о химическом элементе; ему остаётся даже неизвестным, что же именно составляет содержание химии как науки, и какое место занимает она среди других наук.

В качестве примера сравнительно удачного использования Арендтом «индуктивной логики» может быть приведено обоснование в рассматриваемом учебнике кислородной теории горения. Отправным пунктом её является наблюдение тех изменений, которые происходят с неблагородными металлами при обжиге. Далее устанавливается факт, что в отсутствии воздуха металл в окалину не переходит. Ставится вопрос, каким же образом участвует воздух в этом процессе. Для его решения замеренный объём воздуха пропускается над раскалённой и предварительно взвешенной медью и устанавливается, что а) объём воздуха сокращается, причём оставшийся газ уже не вызывает почернения меди, б) почернение меди сопровождается прибылью в весе. Возникает предположение, что исчезнувшая часть воздуха соединилась с медью. Остаётся извлечь её из окалины обратно, — для чего вместо окалины меди берётся легче разлагающаяся окалина ртути, — и убедиться, что выделяющийся из ртутной окалины газ тоже превращает медь в окалину, но в отличие от воздуха расходуется при этом без остатка. В заключение составляется «синтетический воздух» — путём смешения 4 объёмов азота и 1 объёма кислорода — и показывается, что дерево горит в этой смеси так же, как и в обыкновенном воздухе.

Переходя далее к рассмотрению отношения металлов к воде и констатируя, что металлы при прокаливании в её парах превращаются в те же самые окислы, но при этом ещё выделяется водород, Арендт выводит отсюда логическое заключение о составе воды. При последующем изучении водорода это заключение используется для прогноза, что при горении водорода должна получаться вода, что и подтверждается опытом. Таким образом, «индуктивная логика» Арендта не чуждая элементов дедукции, и этим учебник Арендта выгодно отличается от других учебников того же типа, в которых изложение фактического материала обычно сводится к голой регистрации результатов опыта, без попытки предвосхищать их, когда это возможно<sup>1</sup>.

Весьма интересно сравнить учебник Арендта с бессмертным прообразом учебников индуктивного типа «*Traité de chimie*» Лавуазье (изд. 1778 г.) [1] Вводную главу Лавуазье посвящает агрегатным переходам, как общему физическому свойству веществ, анализируя эти превращения, вопреки своему «*hypotheses non fingo*» с точки зрения своеобразной «молекулярно-теплородной» теории. Обобщения этой главы используются во второй главе для обоснования априорного представления о воздухе, как заведомой смеси газов, с помощью своеобразных и убедительных «мысленных опытов». Именно Лавуазье мысленно переносит земной шар в температурную область, где господствует температура выше точки кипения ртути, и доказывает, что атмосфера земли должна будет при этом пополниться новыми газообразными составными частями за счёт тех жидких тел, которые при данных условиях температуры и давления обязаны будут перейти в газообразное состояние. Значит и наоборот, при понижении температуры из атмосферы должны последовательно выбывать, обращаясь в жидкости,

<sup>1</sup> В одном из наилучших американских учебников [18] при изложении кислородной теории горения целиком заимствуется логическое построение Арендта, но благодаря своевременному введению понятия об элементе цель достигается более наглядно и убедительно. Самые опыты также заимствуются у Арендта и воспроизводятся в вариантах, которые имеются в более старых изданиях его учебника [27]. Теория обжига металлов излагается при этом непосредственно после введения, посвящённого изобретению огня, как величайшему культурно-историческому подвигу человечества. Таким образом, фактически учебник начинается именно с кислородной теории горения, разбираемой на примере обжига металлов.

«о которых мы не имеем сейчас никакого представления», те составные части воздуха, которые в нём присутствуют нормально.

В третьей главе ставится уже конкретный вопрос: каково же число и природа газов, составляющих воздух. В качестве ответа на этот вопрос и излагается знаменитый «12-дневный опыт» анализа воздуха с помощью ртути. Чтобы увязать его результат с теплородной теорией, согласно которой кислород, соединяясь с металлом, должен отщепить от себя теплород, далее приводится «всем сегодня известный прекрасный опыт» с горением в чистом кислороде железа, как металла, обладающего большим сродством к кислороду, нежели ртуть. Но применительно к своим целям Лавуазье воспроизводит этот опыт в свойственном ему блестящем стиле всестороннего количественного исследования явлений, не оставляющего никаких сомнений в правильности их интерпретации.

Пятая глава начинается формулировкой требования, которое «никогда нельзя забывать в искусстве делать опыты—упрощать их, насколько возможно, устраняя из них все обстоятельства, которые могут усложнить эффект». Этим мотивируется переход от экспериментирования с воздухом к опытам с чистым кислородом, как активным началом воздуха, а именно — к количественному изучению горения в нём фосфора (под колоколом над ртутью и в герметическом сосуде), серы и угля. Глава завершается формулировкой понятия «окисление»:

«Следуя доброй логике, надлежит обозначать общим названием операции, дающие одинаковый результат. Это единственное средство упростить изучение науки. Мы назовём поэтому окислением... вообще всякое соединение какого-либо горящего вещества с кислородом».

Построение «кислородной системы» Лавуазье завершается, спустя две главы, посвящённые вопросам номенклатуры, включением в эту систему воды, на основании опытов анализа воды, среди которых центральное место занимает приводимый в большинстве современных учебников опыт разложения водяного пара железом. Отмечая, что железо превращается при этом в продукт, тождественный с продуктом окисления железа непосредственно кислородом, а также тождественный с «железной рудой с острова Эльбы» (т. е., повидимому, магнитным железняком), Лавуазье и выводит отсюда состав воды. Но, начиная изучение состава вещества с помощью анализа, Лавуазье всегда завершает изучение синтезом. «Если то, как я представил состав воды, истинно и точно, вода должна получаться при соединении обоих начал (т. е. водорода и кислорода), и это происходит действительно, как явствует из последующего опыта» (сжигания водорода.— Ю. Х.).

Таким образом, Арндт лишь точно воспроизводит индуктивно-логический путь Лавуазье, использованный последним в обосновании его «кислородной системы» — от обжига металлов на воздухе к синтезу воды,— и то, что нам сейчас импонирует в учебнике Арндта при сравнении его с некоторыми другими учебниками индуктивного типа, обусловлено именно наибольшей близостью учебника Арндта к общему первоисточнику учебников этого типа — классическому труду Лавуазье.

Как пример учебника индуктивного же типа, построенного по методу Вилбранда («аналитическому методу») [ор. 7], может быть упомянут в том же (1930) году вышедший учебник Elfers, Stockfish u. Graeber «Lehrbuch der Chemie für Mittelschulen» [13]. При практически одинаковом (с учебником Арндта) объёме учебного, в частности теоретического, материала этот учебник строится по принципу группирования всего учебного материала вокруг более или менее хорошо известных

ученику из повседневной жизни веществ, как это явствует из простого просмотра оглавления.

1 год: Поваренная соль. Вода. Атмосферный воздух. Кислород. Водород. Натрий. Хлор. Соляная кислота. Сера. Сернистая и серная кислота. Углерод. Кислоты, основания и соли.

2 год: Сода. Селитра. Кальций. Известь. Магний. Алюминий. Кремний. Железо. Недра земли. Медь. Свинец. Никель, олово и цинк. Ртуть. Серебро, золото и платина.

3 год: Органические соединения.

Само собой понятно, что при таком построении учебника система науки более или менее исчезает и накопление фактических сведений обращается по существу в единственную, самодовлеющую цель обучения, а теоретические обобщения — в случайные попутные примечания.

Вместо использованного Арендтом образца индуктивного метода — разбора опытов по обжигу металлов — в рассматриваемом учебнике отправным пунктом изложения химии служат опыты по непрямому анализу поваренной соли. Предлагается сначала удостовериться, что металлический натрий сообщает пламени ту же окраску, что и поваренная соль. Отсюда делается вывод, что «составной частью поваренной соли должен (разрядка наша. — Ю. Х.) быть натрий». Но ведь с одинаковым логически правом из этого опыта можно заключить, что, наоборот, поваренная соль является составной частью натрия, или же, отвергнув оба вывода, утверждать, что натрий и соль, не слагаясь друг из друга, имеют в своем составе общую составную часть, окрашивающую пламя! Далее авторами рекомендуется прилить серной кислоты к пиролюзиту, нагреть и, убедившись в отсутствии каких-либо эффектов, прибавить в смесь поваренной соли: получается хлор — вторая составная часть соли. Отсюда делается заключительный вывод (проверяемый синтезом поваренной соли): «Поваренная соль состоит из двух веществ, из металла — серебряноблестящего натрия и зеленоватого газа — хлора». Порочность доказательства наличия в соли хлора также очевидна. Ведь если изменить порядок сочетания веществ и прибавить, например, серную кислоту к нагретой смеси соли и пиролюзита, то — по логике авторов — придется признать хлор за составную часть серной кислоты, а не поваренной соли.

Таким образом, принцип доказательности здесь совершенно не выполняется. Но легко понять, что принципиально невозможно подойти к проблеме анализа сложного вещества косвенными способами, минуя предварительное обсуждение реакций прямого разложения и формулировку стержневого понятия химии о химическом элементе, т. е. нарушая естественный логический принцип построения химической науки, как это свойственно вилбрандтовскому направлению.

Культ эксперимента перешёл в Германию из Англии, и для английской учебной литературы индуктивный тип учебника столь же характерен, как и для немецкой. На примере английского учебника химии как бы подтверждается лестное с точки зрения Маха<sup>1</sup> мнение последнего об английском складе ума: «Англичанину чуть ли не прирождён здоровый метод исследования природы. Во всяком случае этот метод прививается воспитанием. Он никогда не покрывается «метафизическим туманом» (кавычки наши. — Ю. Х.). Е. Мах, «Prinzipien der Wärmelehre» (цит. по [9]).

<sup>1</sup> Совершенно необоснованное, однако, если вспомнить имена Дарвина, Максвелла Крукса, Томсона Дж. Дж., Редзерфорда и др.



В системе среднешкольного образования физика и химия — два предмета, в которых *par excellence* культивируется эксперимент — «искусство вопрошать природу» (выражаясь словами Менделеева), как один из важнейших приёмов научного подхода к познанию вещей. При этом именно в химии эксперимент приобретает, быть может, форму, наиболее удачную с точки зрения воспитания у учеников «индуктивной логики», так как химический эксперимент складывается из большого числа отдельных, одновременно делаемых наблюдений, в которых нужно хорошо разобраться, чтобы прийти к нужному выводу, вытекающему из этих наблюдений обычно не столь непосредственно, как в физике. Только через посредство опыта у ученика может быть создано также правильное и хорошо запоминающееся представление о физическом и химическом характере изучаемого вещества. Значение эксперимента в преподавании химии не может быть недооценено ни с точки зрения частной методики её, ни с точки зрения значения «индуктивного метода» для общего развития учащихся. В культивировании индуктивного метода состоит несомненная заслуга английских и отчасти немецких методистов. Порок их — в пренебрежении теорией и вырождении вследствие этого подлинного индуктивного метода в примитивный эмпиризм, в том смысле этого слова, который придавал ему основоположник индуктивного метода Ф. Бэкон: «Эмпирики беспрерывно роются, ищут и если найдут, что искали, выдумывают что-либо новое и опять ищут. Их труд дробится, не обобщаясь. Они ходят в потёмках ошупью. Лучше было бы с самого начала входить с зажжённым светочем разума».

Если на немецкие учебники химии оказала известное влияние классическая немецкая философия с её культом непознаваемого и её «немецкой болезнью» (по выражению А. И. Герцена) разрыва между теорией и опытом, теорией и практикой<sup>1</sup>, то американский учебник химии развивался под влиянием других философских идей и социальных мотивов.

Согласно американским авторам, учебник химии, следуя за всей системой образования, прошёл в Америке следующие этапы.

С возникновения среднешкольного курса химии в течение  $\frac{3}{4}$  прошлого века преобладал учебник типа «катехизиса», отображающий поверхностный, чисто информационный и практический характер обучения химии, который в свою очередь предопределился чисто практическими задачами освоения страны. В этой атмосфере родилась философия прагматизма, и от науки требовались лишь факты, факты и ещё раз факты. После гражданской войны, начиная с 1860 г., химия завоёвывает себе большую популярность, как дисциплина не только узко практического, но воспитательного значения. Начинает осознаваться и значение научной теории, как метода воспитания ума, в соответствии с изречением Леонардо да Винчи: «Ум ребёнка не сосуд, который нужно наполнить, а пламя, которое нужно зажечь». В 1872 г. химия включается в программу вступительных испытаний в колледжи, и период 1872—1910 гг. входит в историю американской педагогики как «период господства колледжей».

Большинство учебников, напечатанных за это время, являются лишь сокращёнными учебниками колледжей. Они построены соответственно логическому развитию предмета, но без учёта психологии обучения.

<sup>1</sup> Вскрытие социальных корней немецкой методической мысли и превосходная критика воображаемой «непогрешимости» индуктивного метода содержится в критическом предисловии проф. Л. М. Сморгонского к переводу «Методики преподавания химии» К. Шейда (Учпедгиз, 1935).

Современный характер американского учебника химии фактически оформился лишь после первой мировой войны, вызвавшей (в частности в связи с химической войной) новую волну интереса к химии, в особенности к её практическим применениям как в государственном масштабе, так и в повседневной жизни (автомобиль, радио, проблемы здоровья, приготовление пищи и пр.). Широкое привлечение на страницы учебника материала из повседневной жизни и представляет наиболее бросающуюся в глаза внешнюю особенность американских учебников химии, сравнительно с немецкими. При этом обсуждение практических приложений науки не является только самоцелью, а используется как наиболее доходчивый способ усвоения и конкретизации общих принципов науки<sup>1</sup>.

Ни в одной стране при этом издание учебников по химии не приобрело столь массового характера, как в Америке. По данным на 1932 г. за предшествующие 20 лет было издано более 60 учебников (включая лабораторные пособия, но исключая, повидимому, переиздания), из которых по меньшей мере  $\frac{1}{3}$  хорошо привилась в американской школе. Это число, судя по библиографическому разделу «Journal of Chemical Education», за последующие годы продолжало пополняться новой единицей каждые 2—3 месяца — большей частью, однако, за счёт переизданий в изменённом виде прежних учебников. Распределение материала по рубрикам: теория, фактический материал (описание элементов и их соединений) и практические приложения (в проценте к общему объёму), на примере трёх из числа наиболее распространённых американских учебников, в сравнении с разобранным выше немецким учебником Риппеля, представляется в следующем виде.

Таблица 1

| Учебник                                    | Теория | Описание элементов и соединений | Исторический материал | Практические приложения |
|--|--------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Mc Pherson a. Henderson [18] . . . . .     | 13     | 31                              | 4                     | 24                      |
| Dull [19] . . . . .                        | 12     | 26                              | 3                     | 25                      |
| Brownlee a. oth. [20] . . . . .            | 16     | 35                              | 4                     | 18                      |
| Black a. Conant [21] . . . . .             | 15     | 33                              | 1                     | 30                      |
| Rippel — Sternhagen (loc — cit.) . . . . . | 25     | 52                              | 4                     | 17                      |

Таким образом, количественное соотношение теоретического и описательного материала в американских учебниках сохраняет удивительную устойчивость 1 : 2 (как и в учебнике Риппеля).

По своему построению и по роли, отводимой при изложении учебного материала теории<sup>2</sup>, американские учебники наиболее прибли-

<sup>1</sup> Резкое изменение типа американского учебника в связи с мировым кризисом и связанной с ним пропагандой, так называемого „культурного курса“ химии выразилось не столько в изменении принципов логического построения учебника, сколько в принципах отбора материала. Поэтому нового типа американского учебника мы здесь не касаемся специально.

<sup>2</sup> По Франку [16] порядок следования друг за другом глав должен определяться: а) трудностью, б) интересом для ученика, в) важностью излагаемого в них материала, измеряемой числом „соприкосновений его с жизнью“, а не логическим строем науки. Однако молекулярная теория по Франку, несмотря на то, что она имеет мало „соприкосновений с жизнью“, должна вводиться рано из-за её обобщающего значения. Критерии же для оценки учебников с точки зрения организации материала Франк выдвигает нижеследующие: а) объединён ли материал курса в главы „разум-

жаются к нашему стабильному учебнику (издания 1944 г.) при следующих отличиях от последнего (см. табл. 2):

1. В то время как в стабильном учебнике атомная и молекулярная теории излагаются слитно, как единое атомно-молекулярное учение, вслед за рассмотрением весовых законов химии, в американских учебниках количественному обоснованию и количественной стороне атомно-молекулярного учения (т. е., понятию об атомном весе и расчетам) предпосылаются предварительные понятия об атоме и молекуле, даваемые отдельно в самом начале книги. Понятие о молекуле впервые даётся в связи с рассмотрением агрегатных переходов, а понятие об атоме — в связи с понятием о химическом элементе, часто догматически, а в лучших учебниках — в порядке логического обсуждения вопроса: что происходит с молекулой при химической реакции, в частности при разложении вещества.

Таблица 2

| Вопросы   | Стабильный учебник (изд. 1944) | Американские учебники |                |      |      |                | Английские учебники |      |      |
|---|--------------------------------|-----------------------|----------------|------|------|----------------|---------------------|------|------|
|   |                                | [11]                  | [20]           | [21] | [22] | [23]           | [24]                | [25] | [26] |
| Вводятся ли вначале предварительные понятия об атоме и молекуле? . . . . .                  | —                              | +                     | +              | +    | +    | +              | —                   | —    | —    |
| Даётся ли понятие об атоме при элементах? . . . . .   | —                              | +                     | +              | +    | +    | +              | —                   | —    | —    |
| Даётся ли понятие о молекуле при агрегатных переходах?                                      | —                              | +                     | —              | —    | +    | —              | —                   | —    | —    |
| Даётся ли электронная теория атома:   |                                |                       |                |      |      |                |                     |      |      |
| а) одновременно с понятием атома. . . . .   | —                              | +                     | —              | —    | +    | — <sup>1</sup> | ... <sup>2</sup>    | +    | —    |
| б) с формальной теорией валентности. . . . .  | —                              | +                     | —              | —    | +    | —              | — ...               | ...  | —    |
| в) с периодическим законом. . . . .   | +                              | +                     | —              | +    | +    | —              | ...                 | ...  | +    |
| г) с электролизом. . . . .  | —                              | —                     | +              | —    | —    | —              | ...                 | ...  | —    |
| Используется ли она дальше? . . . . .   | +                              | +                     | —              | —    | +    | —              | ...                 | ...  | —    |
| Даётся ли периодический закон до металлов? . . . . .  | +                              | +                     | — <sup>1</sup> | —    | +    | —              | ...                 | ...  | —    |
| Используется ли он далее? . . . . .   | +                              | —                     | —              | —    | +    | —              | ...                 | ...  | —    |
| Даётся ли ионная теория уже при неметаллах? . . . . .                                       | —                              | +                     | —              | +    | +    | +              | ...                 | +    | —    |
| Используется ли она в дальнейшем? . . . . .   | +                              | —                     | ±              | —    | ±    | +              | ...                 | —    | +    |
| Предшествует ли фактический материал по воздуху и воде изложению атомного учения? . . . . . | +                              | +                     | —              | —    | ±    | ÷              | +                   | —    | +    |

Примечание. + обозначает „да“, — „нет“, ... — то, что данная теория в учебнике вообще не излагается.

ного\* объёма (30—36 стр.), б) хороша ли последовательность — является ли каждая глава введением и основанием для последующей, в) организованы ли главы однотипно, г) нарастает ли трудность материала, — идёт ли вначале материал, имеющий больше соприкосновений с жизнью, д) оправдано ли распределение усилий ученика по отдельным главам. Характерно, что в этом перечне критериев наименьшее внимание уделяется логической увязке изложения учебного материала. Придавая различным критериям различные веса, Франк развивает своеобразный „количественный метод“ оценки, так сказать, потребительской ценности учебника, с целью дать учителю возможность сделать обоснованный выбор из обширного числа учебников, предлагаемых рынком.

<sup>1</sup> Электронная теория атома составляет в этом учебнике заключительную главу.

<sup>2</sup> Остальные теории не излагаются.

2. В то время, как в стабильном учебнике электронная теория атома приурочивается к изложению периодического закона, в американских учебниках часто основное понятие о ней даётся догматически, непосредственно при введении понятия об атоме, и развивается при изложении формальной теории валентности и периодического закона.

3. В то время как в стабильном учебнике теория электролитической диссоциации излагается непосредственно перед металлами (а в прежних изданиях она составляла заключительную главу учебника), в американских учебниках обычно её изложение перемещается значительно ближе к началу курса.

Характерное для американских учебников рассредоточивание теоретического материала с последовательным углублением содержания анализируемых понятий отвечает логике познавательного процесса и обеспечивает более тесное взаимопроникновение теории и опыта (в противовес метафизически резкому разграничению теоретических и описательных глав) и придание теории ведущей роли в оформлении учебного материала. Но вопрос, в какой мере одновременно с принципом единства теории и опыта при этом соблюдается и принцип доказательности, остаётся открытым и должен составить предмет специального обсуждения.

В отличие от нашего стабильного учебника в американских учебниках часто каждая последующая глава не вытекает необходимым образом из предыдущей, что придаёт учебнику отчасти хрестоматийный характер.

В немецких и многих английских учебниках, как уже отмечалось, теория — в частности атомное учение — остаётся в большей или меньшей мере произвольной умственной схемой. Например, Faibrother [26] начинает её изложение словами: «Для того чтобы нагляднее понять состав химических соединений, удобно (разрядка наша. — Ю. Х.) вообразить себе материю состоящей из ничтожно-малых частичек»<sup>1</sup>. В американских же учебниках теория полностью восстановлена в своих гносеологических правах, и на их страницах атом обращается в такую же полноценную реальность, как и любой видимый предмет. Неудивительно поэтому, что именно в американских учебниках мы встречаемся с попытками придать изложению дедуктивный характер и вместо того, чтобы приходить к идее атома путём анализа эмпирических закономерностей, наоборот, выводить эти закономерности из идеи атома. Примером такого методического приёма и вследствие этого приближения к учебнику дедуктивного типа является учебник Dull «High-school chemistry» [30].

Учебник Dull начинается традиционным для американских учебников параграфом о пользе химии, определение которой как научной дисциплины содержится, однако, лишь в III главе. Основное содержание I главы («Материя и энергия») составляет характеристика агрегатных состояний веществ, логически приводящая к изложению молекулярной теории. Но одновременно с последней догматически вводится и понятие об атоме — прежде чем формулировано отправное для атомной теории понятие о химическом элементе и даже прежде, чем внимание учащегося остановлено на отличии химических процессов от физических явлений (III глава), обсуждение которого могло бы логически привести к мысли о разрушимости, а следовательно и делимости молекулы.

<sup>1</sup> Ср. известную книгу В. Оствальда „Школа химии“, в которой он, придав ей своеобразную форму диалога между учителем и учеником, воплотил свои методические взгляды на практике.

Понятие об элементе появляется лишь во II главе «Элементы, соединения и смеси». Переход к материалу этой главы ничем не мотивирован, кроме вступительной фразы: «Мы часто будем встречаться с терминами: элемент, смесь и соединение». Вслед за этим непосредственно следует догматическое определение понятия об элементе, как о «пределе разложения», хотя определение понятия о реакции разложения даётся лишь в следующей главе. Далее внимание учащегося привлекается к различению соединений от смесей, даётся понятие о химических формулах, и глава завершается обсуждением физических и химических свойств веществ как признаков, по которым мы отличаем одно вещество от другого, т. е. вопросом, который логически должен был бы явиться исходным для главы, сосредоточивающей внимание учащегося на вопросах классификации веществ.

Насыщение учебника конкретным фактическим материалом (то «живое созерцание», от которого следует восходить к «абстрактному мышлению») фактически начинается лишь с III главы «Преобразования вещества», где впервые и даются основные эмпирические обобщения (отличие химических явлений от физических, типы химических реакций, а также определение химии как науки).

Таким образом, к рассматриваемому учебнику целиком может быть отнесён упрёк Лавуазье, адресованный к учебникам флогистиков: «с первых шагов предполагается владение понятиями, смысл которых недостаточно ясно определён».

Интересна эволюция, которую претерпела композиция учебника Dull в одном из его последних вариантов [31].

Первоначальные понятия об атоме и молекуле изъяты из I главы, разделены и первое приурочено к понятию об элементе (II глава), а второе — к материалу III главы («Элементы, соединения и смеси»). Эта глава начинается догматическим изложением атомно-молекулярного учения, в свете которого далее — в IV главе — и даётся определение различия между физическими и химическими явлениями. После уяснения качественной стороны химических уравнений анализируются, уже с применением последних, типы химических реакций и, наконец, даётся определение химии как науки.

Таким образом, в этом издании принцип организации учебного материала становится вполне ясным. Мы имеем перед собою действительно попытку дедуктивного построения, ведущего от теоретических догм к конкретным фактам. Естественно, что и последовательность в расположении материала является почти точным обращением привычного для нас плана.

Итак, в учебнике Dull мы имеем приближение к дедуктивному типу, но это приближение достигается ценою заведомого нарушения принципа доказательности или приблизительно эквивалентного ему и широко рекламируемого в предисловиях американских учебников критерия «научного метода», так как согласно американским методистам (Франк и др.) «научный метод» как раз и призван заменить «авторитет» и «мнение».

Насколько характерным для американской педагогической практики является подобное игнорирование принципа доказательности при изложении теоретических основ химии, подтверждается статьей Уэкгама [32] «Предлагаемая перепланировка программы начального курса химии». Проект автора сводится к тому, чтобы посвятить по меньшей мере шесть первых недель чисто описательной химии, подготовив тем самым мотивированное изложение атомной теории. Согласно автору «наиболее привлекательной чертой такого плана является то, что большинство

учащихся после знакомства с большим числом новых и поражающих фактов заражаются активной любознательностью и без малого пожирают теорию, как только они почувствуют необходимость найти объяснение виденному ими. Обычно же предпринимаемые попытки завлечения учащихся показом теории в самом начале... кажутся явно перевернутой схемой здравого педагогического метода». Этот же автор в другой статье: «Что такое культурная химия» отмечает, что традиционное изложение элементарной химии в Америке сводится к догматическому изложению законов и теорий «без попытки уяснения философских основ теории; Дальтон сказал: — «Да будут атомы», — и стали атомы».

С точки зрения нашей темы наименьший интерес имеют французские массовые учебники, представляющие наиболее разительный контраст с учебниками американскими. В них химия как бы застыла на уровне эпохи Лавуазье: солнце теории Дальтона ещё не взошло над её горизонтом, несмотря на то, что химические формулы, равенства и расчёты вводятся в самом начале изложения. Поразительным образом французские авторы ухитряются мотивировать стехиометрические расчёты, отправляясь не от атома, как объективной реальности, а от химического символа, именно как символа:

«В химии представляют воду формулой  $H_2O$ . Н и О это символы, которые представляют соответственно водород и кислород. Формула выражает, в частности, состав воды в объёмах элементов, а также указывает весовой состав, если каждому символу придаётся определённый вес, называемый атомным весом». Вслед за этим приводится таблица атомных весов и правила пользования ею при химических расчётах (Bethencourt [29]).

После изложенного неудивительно, что в пространном перечне заслуг Дальтона, приводимом в биографическом словарице в конце книги, «участию» его в создании атомной теории отводится самое последнее место.

С точки зрения предложенной классификации учебников подобный массовый французский учебник нельзя рассматривать иначе, как продукт вырождения учебника индуктивного типа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lavoisier A. L., *Traité élémentaire de chimie etc.*, Paris, 1778.
2. Оствальд В., Путеводные нити в химии. Пер. Генерозова. *Leitlinien der Chemie*, 1908.
3. Ходаков Ю. В., *Элементы электростатической химии*. Госхимиздат, 1934.
4. Ходаков Ю. В., Доклады Академии Наук, № 3, 121, 1943.
5. Ходаков Ю. В., Доклады Академии Наук, № 3, 125, 1944.
6. Ходаков Ю. В., Доклады Академии Наук, № 5, 213, 1944.
7. Ходаков Ю. В., Сборник трудов III совещания ИОНХ АН по комплексным соединениям (в печати).
8. Менделеев Д. И., *Основы химии*, т. I, XXX, 1931.
9. Ленин В. И., *Материализм и эмпириокритицизм*.
10. RippeI—Sternhagen, *Grundlinien der Chemie für Realgymnasien*, 4-е и 5-е изд. Лейпциг, 1932.
11. Fletcher, Smith a. Harrov, *Beginning Chemistry*, N.-Y., 1929.
12. Arendt R., *Grundzüge der Chemie und Mineralogie*. Изд. 17-е, Leipzig, 1930.
13. Eifers, *Lehrbuch der Chemie für Mittelschulen*. Münster, 1930.
14. Грабецкий А. Я., *Лабораторные практические занятия по химии в средней школе (диссертация)*, 1940.
15. Fischer K., *Der naturwissenschaftliche Unterricht in England*. Leipzig, 1901.
16. Frank S. O., *The teaching of high school chemistry*, 1932.
17. Weever E. C., *The consumer aspect of chem. teaching* „J. of Chem. Educ.“, 1940, 193.
18. Mc Pherson a. Henderson, *Chemistry and its uses*. Boston, 1927.
19. Du Il, *Essentials of Modern Chemistry*. N.-Y., 1931.

20. Brownlee, Fuller, Hancock a. Whitsit, Elementary Principles of Chemistry, 1931 г.
  21. Black a. Conant, Practical Chemistry, 1927.
  22. Horton B., Modern everyday Chemistry. Boston, 1937.
  23. Brauer, Chemistry and its wonders. N.-Y., 1938.
  24. Bradbury R. H., A first book in Chemistry. N.-Y., 1934.
  25. Newell, Practical Chemistry. Boston, 1929.
  26. Falbrother F., Simple Chemistry. London, 1939.
  27. Breoks, A school chemistry. London, 1934.
  28. Bishop A. N. B. a. Losket G. H., An elementary. Chemistry. Oxford, 1937.
  29. Béthencourt, Chimie. Paris, 1932. (classe première).
  30. Dull C. E., High-school chemistry. N.-Y., 1925.
  31. Dull C. E., Modern Chemistry. N.-Y., 1942.
  32. „Journ. of chem. Educ.“, 1934, 609.
  33. Арендт Р., Основные начала химии. Под ред. проф. Тавилдарова, 1885
-

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

*М. Н. СКАТКИН*

кандидат педагогических наук

Вопросы обучения — основные вопросы педагогической теории и практики. Путём обучения молодому поколению передаётся опыт, накопленный предшествующими поколениями. В результате обучения ученики приобретают систематические знания основ наук и овладевают полезными для жизни умениями и навыками. В процессе обучения формируется мировоззрение учащихся. Понятно поэтому, что педагогическая наука всегда уделяла большое внимание разработке вопросов обучения, созданию руководств по дидактике и частным методикам. И те и другие всегда исходили (иной раз сознательно, а чаще — стихийно, бессознательно) из основных философских положений учения о познании. Такая связь теории обучения с философией естественна и неизбежна. Основная задача дидактики и частных методик заключается в разработке способов и приёмов, с помощью которых учитель может вести детей от незнания к знанию. А найти путь к знанию, не представляя себе природы и происхождения знаний, конечно, невозможно.

Известно, что господствующей философией капиталистического общества является идеализм в различных его разновидностях. Понятно поэтому, что и теории обучения буржуазных педагогов засорены идеалистическими положениями.

Осваивая наследство буржуазной педагогики, мы часто некритически переносим в нашу педагогическую практику и теорию вместе с истинными знаниями, накопленными буржуазной наукой, и её ошибочные положения. Необходима большая работа по критическому анализу теорий обучения буржуазной педагогики и пересмотру обширного методического наследства.

Появившиеся за годы советской власти методические руководства по естествознанию для учителей начальной и средней школы не затрагивают основных теоретических вопросов методики, а ограничиваются обычно практическими указаниями об изучении отдельных вопросов курса, о проведении отдельных уроков, о применении тех или иных методов (экскурсии, опыты, предметные уроки и т. д.). При этом авторы уделяют больше внимания вопросам техники и организации преподавания, чем вопросам руководства самим познавательным процессом, осуществляющимся на уроке.

Советская общая методика естествознания ещё не создана. Между тем богатейший практический опыт работы советской школы даёт возможность сделать некоторые теоретические обобщения и сформулировать важнейшие положения методики обучения естествознанию.



Приступая к этой работе, мы отдаём себе отчёт в сложности и ответственности поставленной перед собою задачи. Вопросы теории обучения ещё слабо разработаны в нашей педагогической науке. До сих пор у нас нет ни одного руководства по дидактике. Но было бы неправильно откладывать разработку вопросов частных методик до тех пор, пока будет создана советская дидактика. Дидактика и частные методики должны развиваться в диалектической связи, взаимно оплодотворяя друг друга.

Мы не ставим перед собою задачи осветить все вопросы общей методики естествознания. В своей работе мы пытаемся показать, как учитель начальной школы должен руководить организуемым на уроках естествознания процессом познания природы школьниками, опираясь на прочно установленные положения марксистско-ленинской теории познания, педагогики и психологии.

Выдвигаемые ниже методические положения подкрепляются экспериментальными данными, собранными нами в результате десятилетней работы сначала в Институте политехнического образования, а затем в Государственном научно-исследовательском институте школ НКП РСФСР.

### **I. Роль чувственных восприятий в преподавании естествознания**

Основная задача обучения естествознанию в школе состоит в том, чтобы передать учащимся важнейшие знания о природе, накопленные предшествующими поколениями. Каким же образом эти знания могут быть переданы учащимся?

На этот вопрос педагогическая наука на разных ступенях своего развития давала различные ответы в зависимости от тех или иных взглядов на природу и пути познания.

В нашу задачу не входит детальное изложение различных теорий обучения в их историческом развитии. Мы ограничимся здесь лишь несколькими примерами, наиболее наглядно показывающими эту связь теории обучения с теорией познания.

В качестве типичного представителя идеалистической теории познания и обучения укажем Платона.

Платон пишет, что если «человек стремится познать что-либо чувственное, то безразлично, смотрит ли он с раскрытым ртом кверху или с закрытым книзу, я утверждаю, что он ничего не познает, так как никакого знания этих вещей не существует и что душа его обращена не кверху, а книзу, хотя бы он изучал эти вещи, лёжа на спине на земле или плавая по морю»<sup>1</sup>.

Итак, посредством ощущений нельзя дойти до постижения истинных сущностей (идей) вещей и явлений, так как последние недоступны чувственному восприятию. Но тогда каким же образом человек может познать чувственный мир? Платон отвечает на этот вопрос: истинное знание придётся искать «не в чувственном восприятии вообще, а в определении такого состояния души, в котором она бывает, когда она сама по себе непосредственно занимается рассмотрением сущего»<sup>2</sup>.

Истинное знание, по утверждению Платона, получается не через ощущение, не через эмпирический рассудок — истинное знание требует собственного действия ума, или чистого мышления.

<sup>1</sup> Платон, Государство. Хрестоматия по истории педагогики, М., 1936, стр. 33.

<sup>2</sup> Платон, Теэтет, 1936, стр. 110. (Разрядка наша. — М. С.)

Чтобы понять смысл этих утверждений, надо припомнить философские взгляды Платона — его теорию познания.

Как известно, Платон разделял мир на преходящий мир явлений, где нет ничего истинного и устойчивого, и вечный, истинный мир идей — родовых прообразов вещей. По представлению Платона, наша жизнь и весь окружающий нас мир — это лишь слабое отражение единственно сущего вечного мира идей.

Душа человека до рождения (до соединения с телом) находилась в этом идеальном мире, где созерцала чистые идеи. Но при соединении с телом от ужаса и смятения она забыла видения чистых идей, или сущностей. Приобретение новых знаний является, по мнению Платона, лишь процессом воспоминания того, что человеческая душа знала до своего земного бытия.

«Если мы, как я думаю, получив знание до рождения и потеряв его через рождение, потом при посредстве чувств снова приобретаем знания, которые имели когда-то прежде, то не будет ли то, что мы называем учением, возобновлением присущего нам знания, и, говоря, что это есть припоминание, не выражаемся ли мы правильно?»<sup>1</sup>

Из приведенного текста видно, что Платон не отрицал необходимости использовать чувственные восприятия в обучении, но он придавал им второстепенное значение, рассматривая их лишь как средство вызвать в душе далёкие воспоминания. Такое же вспомогательное значение имеют вопросы, обращённые учителем к ученику: они тоже помогают вызвать в душе воспоминания полузабытого мира идей.

Платон экспериментальным путём доказывает априорность знаний. В «Меноне» Сократ в присутствии своих учеников и друзей путём последовательного ряда вопросов заставляет мальчика, вовсе не знающего счёта, высказывать ряд довольно сложных геометрических положений.

Итак, для теории обучения Платона характерно умаление роли чувственных восприятий. Обучение сводится к припоминанию идей, которые душа человека созерцала до рождения. Эта теория обучения, как мы видели, является логическим следствием философских взглядов Платона на природу и процесс познания.

Идея об априорности знаний, врождённости общих идей нашла широкое распространение в последующем развитии философской мысли (Декарт, Лейбниц, Кант).

Очень рано наряду с идеалистическими теориями обучения появились ростки материалистических взглядов. Так, Аристотель указывал на необходимость связывать слова, с которыми знакомится ученик, с представлениями единичных предметов. Римский поэт Гораций говорил: «То, что по слуху доходит, наш ум возбуждает слабее, нежели то, что увидят зоркие очи». Знаменитый римский оратор Квинтилиан советовал представлять ребёнку то, что он «с удовольствием стал бы ощупывать, рассматривать, называть».

Однако эти первые ростки наглядного обучения не получили дальнейшего развития. Для них ещё не была подготовлена соответствующая почва: низкий уровень производительных сил предъявлял очень невысокие требования к образованию.

С XIV столетия постепенно назревает потребность в изучении конкретной действительности, считавшейся прежде одной лишь види-

<sup>1</sup> Платон, Федон, XX.

мостью. К этому времени науки о природе сделали большой шаг вперёд.

Нужно было методологически обосновать завоевания науки. Одним из первых философов, который выполнил эту задачу, был Ф. Бэкон (1561—1626). Высшая цель и задача науки по Бэкону — господство над природой. Наука должна заниматься изучением конкретной действительности. Это изучение должно проводиться с помощью наблюдений и опытов, а не путём созерцания идей или выведенных из рассудка понятий. Всякое познание действительности имеет источником чувственные восприятия. От единичных фактов, устанавливаемых наблюдением и опытом, наука идёт к обобщениям — выводам, законам, теориям. Таковы основные положения материалистической теории познания, разработанной Бэконом. Маркс называет Ф. Бэкона «истинным родоначальником английского материализма и вообще опытных наук новейшего времени»<sup>1</sup>.

Эта философия нашла своё отражение и в педагогике. Амос Коменский (1592—1670) произвёл в педагогике такой же переворот, как Бэкон в философии. Сам Коменский упоминает о влиянии на него Бэкона и неоднократно ссылается в своих сочинениях на «поразительного» и «славного» Веруламия.

Коменский подверг резкой критике господствовавший в школах его времени метод преподавания:

«Метод преподавания всех предметов показывает, что школы стремятся к тому, чтобы научить смотреть чужими глазами, мыслить чужим умом»<sup>2</sup>.

«Едва ли где-нибудь умы питались зёрнами истинной сущности вещей. Большею частью они заполнялись шелухой слов, пустой попугайской болтовней, отбросами и чадом мнений»<sup>3</sup>.

«Школы учат словам ранее вещей»<sup>4</sup>.

Взамен бессмысленной зубрёжки Коменский предлагает начинать обучение с чувственного восприятия вещей.

«Начало познания необходимо всегда вытекает из ощущений (ведь нет ничего в уме, чего ранее не было бы в ощущениях). А потому следовало бы начинать обучение не со словесного толкования о вещах, но с реального наблюдения над ними»<sup>5</sup> «Нужно учить так, чтобы люди, насколько это возможно, приобретали знания не из книг, но из неба и земли, из дубов и буков, то есть знали и изучали самые вещи, а не чужие только наблюдения и свидетельства о вещах»<sup>6</sup>.

Идея наглядности обучения со времён Коменского прочно укрепились в педагогической науке. Особенно широкое применение наглядность получила в преподавании наук о природе, имеющих дело с чувственно воспринимаемыми предметами и явлениями. Однако при выяснении роли и значения наглядности, чувственных восприятий в обучении представители буржуазной педагогики допускают крупные ошибки, проистекающие из неправильных взглядов на природу и процесс познания. Анализ этих ошибок целесообразно дать попутно с изложением основ методики обучения естествознанию в советской школе.

<sup>1</sup> Маркс и Энгельс, Соч., т. III, стр. 157.

<sup>2</sup> Ян Амос Коменский, Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939, т. I, стр. 178.

<sup>3</sup> Там же, стр. 122.

<sup>4</sup> Там же, стр. 152.

<sup>5</sup> Там же, стр. 207.

<sup>6</sup> Там же, стр. 179.

Конечным результатом обучения естествознанию в школе должно явиться познание учениками природы. Что же такое познание? Ленин даёт ряд определений познания:

«Познание есть процесс погружения в неорганическую природу (ума) ради подчинения её власти субъекта»<sup>1</sup>.

«Познание есть вечное, бесконечное приближение мышления к объекту»<sup>2</sup>.

«Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формулирования, образования понятий, законов etc., каковые понятия, законы etc. (мышление, наука = «логическая идея») и охватывают условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы».

«Форма отражения природы в познании человека, эта форма и есть понятия, законы, категории»<sup>3</sup>.

Правильное отражение природы в сознании человека исторически явилось результатом многовековой практики человечества. А учитель в школе должен передать учащимся результаты этого опыта в кратчайший срок. Эта передача не может быть осуществлена прямым путём — не может быть сведена к механическому заучиванию учениками готовых определений, выводов и т. д.

«Нельзя понять вне процесса понимания... Чтобы понять, нужно эмпирически начать понимание, изучение, от эмпирии подниматься к общему. Чтобы научиться плавать, надо лезть в воду»<sup>4</sup>.

Психология и педагогика уже давно доказали, что «учение — не пассивное восприятие, как бы приёмка передаваемых учителем знаний, а их освоение»<sup>5</sup>.

Известный американский психолог Джемс выразил ту же мысль в форме старинной английской поговорки: «Можно привести лошадь к воде, но нельзя заставить её пить»<sup>6</sup>.

Итак, знания о природе должны быть активно восприняты и переработаны в сознании учащихся. Поскольку формой отражения материальной действительности в сознании человека являются представления, понятия, законы, категории, то и в обучении речь должна идти об образовании в сознании учащихся правильных представлений, понятий и т. д.

Каким же образом этого можно добиться? Чтобы ответить на этот вопрос, надо прежде всего выяснить, каков путь познания природы человеком вообще, а затем рассмотреть, в чём заключаются особенности этого пути в процессе школьного обучения.

Путь диалектического познания объективной реальности Ленин выразил в следующей формуле: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике»<sup>7</sup>.

Живое созерцание — чувственное восприятие действительности — есть начало, исходный пункт её познания.

«Мысленные изображения возникают не иначе, как из ощущений»<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Ленин В. И., *Философские тетради*, Госполитиздат, 1938, стр. 187.

<sup>2</sup> Там же, стр. 188.

<sup>3</sup> Там же, стр. 176.

<sup>4</sup> Там же, стр. 197.

<sup>5</sup> Рубинштейн С. Л., *Основы общей психологии*. Учпедгиз, 1940, стр. 500.

<sup>6</sup> Уильям Джемс, *Беседы с учителями о психологии*. М., 1902, стр. 37.

<sup>7</sup> Ленин В. И., *Философские тетради*, стр. 166.

<sup>8</sup> Ленин В. И., *Соч.*, т. XIII, стр. 33.

«Ощущение есть действительно непосредственная связь сознания с внешним миром, есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания»<sup>1</sup>.

«Все знания из опыта, из ощущений, из восприятий»<sup>2</sup>.

«Первая посылка теории познания, несомненно, состоит в том, что единственный источник наших знаний — ощущения»<sup>3</sup>.

Современная психология в полном соответствии с марксистско-ленинской теорией познания утверждает, что и в развитии отдельного человека познание объективной действительности начинается с ощущений. «Ощущение является источником, и притом единственным источником, нашего познания действительности»<sup>4</sup>.

В какой мере эти положения теории познания и психологии должны быть учтены в методике школьного обучения естествознанию? Ведь в обучении мы не можем и не должны заставлять учеников проходить заново весь тот путь, которым человечество шло в течение тысячелетий, чтобы приобрести современные знания о природе. Ученик должен получить эти знания в обобщённом виде, т. е. в форме понятий, выводов, правил, законов, в которых выражены результаты пройденного человечеством длительного пути. Не достаточно ли просто запомнить, заучить эти понятия, выводы, законы, чтобы овладеть знаниями?

Многолетняя педагогическая практика убедительно доказала, что попытки дать младшим школьникам обобщённые знания, минуя ступень чувственного восприятия, оказываются несостоятельными. Как известно, в дореволюционной начальной школе широкое распространение получила методика объяснительного чтения.

Применяя на практике эту методику, методисты и учителя скоро заметили, что «нередко бывает незнакомо детям не только слово, но и предмет, им обозначаемый. Так для городских детей неизвестны предметы сельского быта; для сельских детей незнакомы предметы городского быта»<sup>5</sup>.

В подобных случаях словесных объяснений оказывается недостаточно для того, чтобы дети поняли читаемый текст.

«Что вынесет ученик из таких, например, объяснений: «Цеп это такая палка, которой молотят рожь на току...». «Дуб — это такое дерево...» и т. п. В своих объяснениях учитель часто употребляет названия предметов и действий, ученикам неизвестных — «молотят», «ток», и тем ещё более затемняет свои объяснения. Результатом таких объяснений бывает то, что ученик часто составляет себе самые уродливые, самые нелепые представления о предметах. Лучше совсем не объяснять, чем объяснять таким образом»<sup>6</sup>.

Итак, словесные объяснения о незнакомых детям предметах не достигают цели.

Но как же тогда объяснить детям, что такое цеп, дуб и т. д.?

Педагогическая практика и теория давно ответили на этот вопрос: надо дать детям возможность непосредственно воспринимать неизвестные им предметы различными органами чувств. Эту мысль прекрасно выразил Коменский в форме

<sup>1</sup> Ленин В. И., Соч., т. XIII, стр. 41.

<sup>2</sup> Там же, стр. 104.

<sup>3</sup> Там же, стр. 103.

<sup>4</sup> Рубинштейн С. Л., Основы общей психологии, стр. 283.

<sup>5</sup> Тихомиров Д. И., Чему и как учить на уроках родного языка в начальной школе. Изд. 12-е, стр. 86 — 87.

Там же, стр. 87.

«золотого для учащихся правила»: «... всё, что только можно, предоставлять для восприятия чувствами, а именно: видимое — для восприятия зрением, слышимое — слухом, запаха — обонянием, подлежащее вкусу — вкусом, доступное осязанию — путём осязания. Если какие-либо предметы сразу можно воспринять несколькими чувствами, пусть они сразу схватываются несколькими чувствами»<sup>1</sup>.

Школьная практика выработала много различных форм и средств наглядного обучения (демонстрация предметов и явлений природы в классе и на экскурсии, работа с раздаточным материалом, демонстрация наглядных пособий — картин, таблиц, диапозитивов, чучел, скелетов, муляжей и т. д.). Все эти средства имеют целью поставить учеников лицом к лицу с предметом, обеспечить детям возможность чувственно воспринимать изучаемый предмет или явление. Чувственное восприятие даёт возможность образовать в сознании детей отчётливые представления о предметах и явлениях природы.

Конечно, чувственные восприятия предметов и явлений не являются единственным источником знаний в обучении естествознанию. Наряду с чувственными восприятиями в преподавании естествознания находит широкое применение и изложение учителя, и работа с учебником, и другие формы передачи знаний в обобщённом виде. Однако сознательное усвоение обобщённых знаний учениками возможно лишь в том случае, если сообщаемые сведения опираются на прочный фундамент конкретных представлений, полученных учениками в результате чувственного восприятия действительности.

О месте и роли сообщаемых учителем обобщённых знаний и их соотношении с непосредственно воспринимаемым материалом более подробно скажем в последующих разделах.

## II. Образование представлений в процессе обучения естествознанию

Педагогическая практика давно установила, что для успешного усвоения сообщаемых знаний дети должны обладать известным запасом конкретных представлений. Отсутствие необходимых представлений часто служит поводом для забавных инцидентов в школьной жизни<sup>2</sup>.

Отсутствие у детей представлений о предметах и явлениях природы чрезвычайно затрудняет обучение не только естествознанию, но и языку, и истории, и географии и т. д.

Если мы просмотрим учебники V класса, по которым будут учиться учащиеся, окончившие начальную школу, то увидим, что авторы их пользуются очень большим количеством названий, обозначающих те или иные явления или объекты природы и их свойства: сосна, ель, дуб, липа, осина, ворона, сорока, галка, воробей, синица; твёрдый, хрупкий, плотный, рыхлый, гибкий, упругий, прозрачный, бесцветный, мутный, блестящий и т. д. Употребляя все эти слова, авторы не разъясняют их значения, предполагая, что учащиеся должны это хорошо знать из курса начальной школы. Это — вполне законное требование, потому что если бы преподавателю ботаники или географии пришлось бы разъяснять значение всех приведенных выше и подобных им слов, то ему некогда было бы заниматься преподаванием своей дисциплины.

<sup>1</sup> Ян Амос Коменский, Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939, т. I стр. 207.

<sup>2</sup> См. например, Паркер, Общие методы обучения в начальной школе, „Работник просвещения“, М., 1929, стр. 109 — 110.

Начальная школа должна дать учащимся все эти представления. Если же она их не даёт, если учащийся, оканчивающий начальную школу, не представляет себе бесцветного, прозрачного, мутного, твёрдого, хрупкого, растворимого, не умеет отличить ели от сосны и галки от вороны, такому учащемуся будет чрезвычайно трудно, а подчас и невозможно, сознательно усвоить материал, преподаваемый на уроках ботаники, географии и других предметов. Не имея чётких представлений о растворимых и нерастворимых веществах, нельзя понять процесса питания растений из почвы, процесса пищеварения у животных и человека; не имея чётких представлений о воздухе и свойствах кислорода и углекислого газа, нельзя понять процесса дыхания у растений, животных и человека.

Но все эти элементарные представления необходимы не только для будущего — для изучения «основ наук», преподаваемых в средней школе. Они необходимы и для сознательного усвоения учебного материала, изучаемого в самой начальной школе. Они необходимы и для понимания детской научно-популярной литературы, газеты. Без этих представлений учащиеся не смогут разобраться в самых элементарных явлениях окружающей жизни.

Что же такое представление? Психология даёт следующее определение представления:

«Представление — это воспроизведённый образ предмета, основывающийся на нашем прошлом опыте. В то время как восприятие даёт нам образ предмета лишь в непосредственном присутствии этого предмета, в результате тех раздражений, которые падают от него на наши периферические рецепторные аппараты, представление — это образ предмета, который — на основе предшествовавшего сенсорного воздействия — воспроизводится в отсутствии предмета»<sup>1</sup>.

Психология подчёркивает большое значение представлений для всей сознательной жизни человека:

«Если бы у нас существовали только восприятия и не было представлений, мы были бы всегда прикованы к непосредственно наличной ситуации. Присутствующие предметы, воздействующие на наши рецепторы, управляли бы нашим поведением. Наши мысли, как и наши действия, были бы в исключительной власти настоящего. Ни прошлое, ни будущее не существовало бы для нас: всё отошедшее в прошлое навсегда исчезало бы, будущее было бы закрыто. Внутренней жизни у нас не существовало бы; представления создают тот план, на котором она развёртывается»<sup>2</sup>.

Понятно поэтому, что и в обучении роль представлений чрезвычайно велика: наличие у детей запаса конкретных представлений о предметах и явлениях природы является необходимой предпосылкой для сознательного усвоения знаний о природе, сообщаемых учителем и учебником в обобщённом виде (в форме описаний, определений, выводов и т. д.).

Образование в сознании учащихся отчётливых представлений о предметах и явлениях природы — одна из важнейших задач преподавания естествознания в начальной школе.

Но нужно ли в школе специально работать над образованием представлений, особенно о таких предметах, которые дети постоянно встречают в жизни? Нужно ли, например, учить детей различать морковь,

<sup>1</sup> Рубинштейн С. Л., Основы общей психологии, стр. 241.

<sup>2</sup> Там же, стр. 243.

репу, свёклу, лук и другие овощи? Нужно ли приносить в класс живого голубя, курицу или кошку? Ведь дети всё это и так видели и прекрасно знают из своего личного опыта: представления образует у детей сама жизнь, повседневный жизненный опыт, общение с окружающим материальным миром.

В этих вопросах и утверждениях есть известная доля истины. Конечно, жизнь вырабатывает у детей представления. Но можно ли положиться в этом вопросе исключительно на жизненный опыт? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к фактам.

В 1934 г. мы совместно с проф. К. П. Ягодовским и группой учителей городских и сельских школ провели проверку запаса конкретных представлений у детей I—V классов.

Обследованием было охвачено выше 2000 учащихся в 15 школах. Рассмотрим прежде всего, с каким запасом конкретных представлений о природе ученики приходят в I класс школы, иначе говоря, что они получили в результате своего жизненного опыта. Перед учеником на столе раскладывались ветка берёзы с листьями, ветка сосны, морковь, репа и свёкла (в том виде, в каком их осенью вынимают из гряд, т. е. корень вместе с листьями). Учитель, указывая поочерёдно на каждый из лежащих на столе объектов, спрашивал: «Что это такое?». Если ученик отвечал: «Ветка», задавался второй вопрос: «С какого дерева эта ветка?». Опрос проводился индивидуально в начале учебного года. Опрошено свыше 300 учащихся I класса.

Приводим результаты этого исследования:

| Название объекта       | % правильных ответов |
|------------------------|----------------------|
| Ветка берёзы . . . . . | 53                   |
| Ветка сосны . . . . .  | 26                   |
| Морковь . . . . .      | 100                  |
| Репа . . . . .         | 72                   |
| Свекла . . . . .       | 91                   |

Из этой таблички видно, что жизнь выработала у детей ещё до поступления их в школу ряд представлений. Так, например, морковь безошибочно узнали все дети. Хуже дети знают свёклу, ещё хуже репу. Ветку берёзы узнали 53% учеников, а ветку сосны — только 26%. Все остальные назвали сосну елью.

Аналогичные факты приводит и П. П. Иванов, учитель Угодско-Заводской школы Московской области, который в 1935 г. произвёл проверку словаря учащихся сельских школ, поступивших в I класс<sup>1</sup>.

Автор указывает, что в языке детей, поступающих в I класс, имеется довольно большое количество названий разнообразных млекопитающих животных.

Высказывания учащихся о многих млекопитающих животных носят конкретный характер: дети говорят об окраске данного животного, особенностях его внешней формы, указывают, где водится данное животное, чем оно питается, и даже отмечают особенности его передвижения.

Но наряду с конкретными описаниями животных и с полным соответствием слова и представления в названиях млекопитающих встречаются

<sup>1</sup> Иванов П., Природоведческий словарь учащихся, журн. «Начальная школа», № 6 и 7, 1936.



случаи несоответствия названия объектов с представлениями. Так, некоторые учащиеся барана называют овцой; медведя — львом, волком; льва — волком; кита — ящерницей, змеей, рыбьей лягушкой, рыбкой; тигра — зверем, киской, волком, рысью; лису — волком, белкой, зайчиком; верблюда — лошастью, львом с горбами; хорька — волком, кошкой.

Изучение представлений детей о природе проводилось неоднократно и в дореволюционное время как у нас, так и за границей<sup>1</sup>. Все авторы единодушно отмечают ограниченность запаса представлений о природе у детей, поступающих в школу.

Приведенные факты позволяют дать следующий ответ на поставленный выше вопрос: жизненный опыт несомненно создаёт у детей некоторые представления о предметах и явлениях природы. В своей работе учитель должен всемерно использовать эти представления, уточняя и обогащая их содержание. Однако круг представлений, создаваемых у детей жизнью, во многих случаях ограничен. Дети не узнают многих предметов или неправильно их называют. Усваивая новые слова и употребляя их в речи, дети часто связывают с этими словами не отвечающее им содержание. Многие представления смутны, неотчётливы, расплывчаты, бедны конкретным содержанием. Следовательно, нельзя полагаться только на жизненный опыт, а надо в школе специально работать над образованием отчётливых представлений. Учитель должен добиваться, чтобы каждое слово, обозначающее тот или иной предмет или его свойства, было связано в сознании детей с соответствующими образами. «Опасно..., когда слова употребляются правильно, но без понимания их значения. Ученики часто обнаруживают удивительную способность употреблять слова и фразы и составлять комбинации слов, смысл которых никогда не приходил им в голову. Учитель должен наблюдать за этим, особенно тогда, когда он знакомит группу с новыми словами»<sup>2</sup>.

К сожалению, до сих пор преподавание во многих школах страдает «книжностью» и «словесностью». Школа даёт детям много новых слов, но проявляет мало заботы об образовании у учащихся соответствующих этим словам представлений.

О результатах такого обучения можно судить по следующим материалам, упомянутого выше исследования, проведённого нами в 1934 г.

| Название объекта   | % правильных ответов |          |           | Примечание                                      |
|--------------------|----------------------|----------|-----------|---|
|                    | I класс              | II класс | III класс |   |
| Ветка берёзы . . . | 53                   | 62       | 71        | В I классе<br>проверка не<br>производи-<br>лась |
| Ветка сосны . . .  | 26                   | 27       | 42        |   |
| Репа . . . . .     | 72                   | 78       | 78        |   |
| Свёкла . . . . .   | 91                   | 98       | 99        |   |
| Овёс . . . . .     | —                    | 79       | 83        |   |
| Рожь . . . . .     | —                    | 55       | 63        |   |
| Одуванчик . . . .  | —                    | 31       | 50        |   |

Из этой таблицы видно, что хотя за время пребывания детей в школе запас представлений и увеличился, однако школа всё же мало сделала в этом направлении. В самом деле, дети III класса только в 71 случае из 100 узнают и правильно называют ветку берёзы. Больше половины

<sup>1</sup> См. работы Рыбникова, Чехова, Никонова, Фёдорова, Меймана, Лая и др.

<sup>2</sup> Бертон, Принципы обучения и его организация. Учпедгиз, 1934, стр. 104.

детей на третьем году пребывания в школе не отличают сосны от ели и называют ёлкой все растения, имеющие иглы (сосну, можжевельник, лиственницу и др.). Только половина учащихся III класса может правильно назвать одуванчик, конечно, прекрасно известный всем детям.

Аналогичные данные получены нами и в 1939 г.

По нашей просьбе три учительницы — Карпинская (23-я школа г. Москвы), Болдосова (Ашевская школа Калининской обл.) и Березуцкая (1-я школа г. Воронежа) произвели осенью 1939 г. проверку знаний учащихся III класса о природе, полученных ими за два года пребывания в школе. Проверка проводилась путём индивидуального опроса учащихся. При этом детям показывались предметы или их изображения и предлагалось назвать данный предмет.

Вопросы задавались только о тех животных, растениях и явлениях природы, о которых дети читали в букварях и книгах для чтения в I и II классах.

Приведём краткие выдержки из итогов этого маленького исследования.

**Вопрос.** С какого дерева эта ветка? (Показывается ветка берёзы с листьями).

Из 9 опрошенных учащихся городских школ 2 дали неправильные ответы — тополь, липа и 2 ответили: «Не знаю».

На такой же вопрос о ветке липы из 18 детей, опрошенных во всех трёх школах, только 7 дали правильные ответы, 3 ответили: «Не знаю», а остальные 8 дали неправильные ответы (ольха, орешник, черемуха, дуб, лоза, осина).

На такой же вопрос о ветке сосны из 18 детей только 9 дали правильные ответы (в том числе 7 учащихся сельской школы). Все остальные назвали сосну ёлкой.

Из 13 школьников только 6 узнали ворону (остальные отвечали: грач, галка, цапля, «не знаю»), 6 узнали галку (остальные отвечали: сорока, ворона, грач, синица, «не знаю»), только 4 из 10 правильно назвали снегиря (остальные отвечали: малиновка, шурок, синица, попугай, «не знаю»).

Из 13 опрошенных учащихся только 4 сказали, что гусеница вывелась из яичек (остальные отвечали: из личинки, из куколки, из бабочки, с дерева, «не знаю»), только 3 из 13 сказали, что гусеница превратится в куколку (остальные отвечали: превратится в червяка, не изменится, издохнет, сошьёт себе гнездышко и умрёт, у неё вырастут крылья, ноги и может сделаться птичка).

В 1940 г. нами была проведена проверка знаний учащихся IV классов о важнейших сельскохозяйственных растениях. Детям показывали натуральную рожь, пшеницу, овёс и другие культуры и предлагали назвать каждое растение. Обследованиём было охвачено около 400 учащихся городских и сельских школ. Результаты обследования представлены в таблице (выделены жирным шрифтом количества правильных ответов), помещённой на стр. 122.

Все приведенные факты показывают, что дети узнали в школе большое количество слов, обозначающих различные объекты природы, но плохо знают (а иногда и совсем не знают) самые эти объекты, несмотря на то, что с большинством из них учащиеся постоянно встречаются в жизни.

В процессе исследования круга представлений школьников мы не раз поражались отсутствием у детей представлений о предметах, с которыми они постоянно встречаются в жизни (ель, сосна, галка, ворона и т. д.).

На одном из собраний, где мы излагали результаты наших исследований, некоторые учителя выразили сомнение в правильности сообщаемых нами фактов. «Не может быть,— говорили они,— чтобы дети, живущие в окружении хвойных лесов, не умели отличать сосны от ели. Не может быть, чтобы дети, ежедневно наблюдающие ворон и галок у себя на дворе, не умели различать этих птиц».

Чтобы объяснить эти странные на первый взгляд факты, мы предложили нашим слушателям — учителям следующую задачу: «На этих

| Название показанного растения | % учащихся, ответивших |         |        |       |         |      |     |          |     |       |      |         |        |         |             |       | Итого |      |       |        |      |              |         |      |        |            |     |
|-------------------------------|------------------------|---------|--------|-------|---------|------|-----|----------|-----|-------|------|---------|--------|---------|-------------|-------|-------|------|-------|--------|------|--------------|---------|------|--------|------------|-----|
|                               | рожь                   | пшеница | ячмень | просо | гречиха | овёс | лён | спорынья | рис | колос | жито | конопля | семена | горчица | мать-мачеха | осина |       | клён | табак | бузина | вьюн | пустая ботва | ромашка | клён | хлопок | нет ответа |     |
| Рожь . . . . .                | 77                     | 10      | 10     |       |         | 1    | 2   |          |     |       |      |         |        |         |             |       |       |      |       |        |      |              |         |      |        | 100        |     |
| Пшеница . . . . .             | 31                     | 53      | 13     |       |         |      |     | 1        |     |       |      |         |        |         |             |       |       |      |       |        |      |              |         |      |        | 2          | 100 |
| Ячмень . . . . .              | 12                     | 12      | 43     |       |         | 9    |     | 1        | 3   | 5     |      |         |        |         |             |       |       |      |       |        |      |              |         |      |        | 15         | 100 |
| Просо . . . . .               |                        |         |        | 46    | 26      |      |     |          |     |       |      | 3       | 1      |         |             |       |       |      |       |        |      |              |         |      |        | 24         | 100 |
| Гречиха . . . . .             |                        |         | 4      | 2     | 56      |      |     |          |     |       |      |         |        | 3       | 3           | 1     | 1     | 1    | 1     | 1      |      |              |         |      |        | 27         | 100 |
| Овёс . . . . .                |                        |         | 2      |       |         | 87   | 1   |          | 1   |       |      |         |        |         |             |       |       |      |       |        |      |              |         |      |        | 9          | 100 |
| Лён . . . . .                 |                        |         |        |       |         |      | 76  |          |     |       | 3    |         |        |         |             |       |       |      |       |        | 1    | 1            | 2       | 3    | 14     | 100        |     |

листочках бумаги нарисован контур вороны. Ворону — вы все видели очень много раз. Припомните окраску оперения этой птицы и раскрасьте рисунок».

Только двое(!) из 40 присутствовавших учителей правильно выполнили работу. Результат оказался столь неожиданным для самих учителей, что вызвал с их стороны необычайное удивление. Оказывается, можно сотни раз смотреть на предмет и всё же многого в нём не замечать! Чтобы ещё более наглядно показать правильность этого вывода, мы проделали над одним из присутствовавших учителей известный опыт с часами. Взяв у учителя карманные часы, мы прежде всего установили, что этими часами он пользуется 10 лет. Владельцу часов предлагается ряд вопросов: Какие цифры на циферблате — римские или арабские? Все ли цифры есть, или некоторых не хватает? Если не хватает, то каких? Есть ли у часов секундная стрелка? Какие цифры стоят на циферблате секундной стрелки? Обозначены ли на циферблате минутные деления и какими знаками — черточками или точками? и т. д.

На многие из поставленных вопросов владелец часов, к своему собственному удивлению и удивлению аудитории, не мог дать правильных ответов, несмотря на то, что смотрел на эти часы десятки тысяч раз.

Этот опыт наглядно подтверждает правильность положения психологии о том, что восприятие не есть мёртвое зеркальное отражение действительности. Наши органы чувств воспринимают огромное количество предметов и явлений, но далеко не всё, что мы видим, слышим, осязаем, доходит до нашего сознания и запечатлевается в нём в виде отчётливых представлений. Наш глаз часто скользит по поверхности предметов, задерживаясь лишь на том, что очень ярко и потому бросается в глаза, или же на том, что практически для нас важно. Когда мы смотрим на часы, чтобы узнать время, нам важно схватить положение стрелок и нет никакой необходимости

в рассматривании деталей вроде циферблата секундной стрелки или начертания цифр на циферблате.

Эти факты делают вполне понятным, почему у школьников часто отсутствуют отчётливые представления о самых обычных предметах, с которыми дети повседневно встречаются в жизни.

Из этих фактов психология делает очень важный педагогический вывод: «Нельзя рассчитывать на то, что поставленный лицом к лицу с предметом наблюдения учащийся всегда увидит в нём то и так, как это нужно. Мало слышать, нужно уметь слушать; мало видеть, нужно уметь смотреть»<sup>1</sup>.

Неорганизованное чувственное восприятие не обеспечивает образования отчётливых представлений в сознании учащихся. Строить обучение в расчёте на неорганизованный жизненный опыт ребёнка — неправильно и вредно. Учитель должен систематически руководить процессом восприятия учениками предметов и явлений природы, работать над образованием в их сознании отчётливых представлений.

Этот вывод находится в прямом противоречии с утверждениями многих педагогов. В педагогике широко был распространён взгляд на природу и процесс восприятия, как на механическое отражение в сознании воспринимаемых предметов.

Согласно этому взгляду, достаточно поставить предмет перед глазами, и этот предмет сейчас же полностью, как в зеркале, отразится в сознании. Поэтому ни о каком руководстве процессом восприятия со стороны учителя не может быть и речи — в этом руководстве нет никакой необходимости.

«Созерцание находящегося перед глазами предмета,— пишет Герbart,— конечно, проходит само собой без всякой научной помощи»<sup>2</sup>.

«Первичное зрительное восприятие это то, которое получается непроизвольно при появлении предмета перед открытыми глазами. В этом случае интеллект не может не видеть — в этом он подчинён природе. Это восприятие с самого начала является полным, так как при здоровом зрении предмет с первого мгновения уже представляется таким, каким он при данном освещении, в данном положении, воспринимается глазом вообще»<sup>3</sup>.

Учителю остаётся только позаботиться о том, чтобы обеспечить наилучшие внешние условия наблюдения: близость предмета к ученику, правильное освещение и т. д. К этому в основном сводятся методические правила и приёмы, рекомендуемые учителю при организации наблюдения.

Герbart считал, что даже и в этих приёмах нет особой необходимости: первичное восприятие происходит настолько автоматически, что оно «нисколько не будет улучшено, как бы ни стали вертеть или передвигать предмет»<sup>4</sup>.

Эти взгляды находят своё отражение и в нашей педагогической литературе (вопреки намерениям авторов). Они проявляются в том, что в методических руководствах подробно излагается техника демонстрации наглядных пособий, опытов, объектов природы и почти не освещается

<sup>1</sup> Рубинштейн С. Л., Основы общей психологии, стр. 231.

<sup>2</sup> Герbart И. Ф., Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1940, т. I, стр. 120 (разрядка наша.—М. С.).

<sup>3</sup> Там же, (разрядка наша — М. С.).

<sup>4</sup> Там же (разрядка наша — М. С.).

щается вопрос о руководстве самим процессом восприятия предмета учениками. А, ведь, в этом суть методики демонстрации. И в школьной практике часто приходится наблюдать уроки, страдающие этим недостатком. Приведём в качестве примера урок, который нам однажды довелось наблюдать в I классе одной из московских школ.

Тема урока «Белка».

Урок начался беседой: Кто из детей видел белку? Что делает белка в лесу? Зачем охотятся на белку? Далее учащиеся прочитали по очереди рассказ о белке из книги для чтения. По прочитанному была проведена беседа: О чём прочитали? Что запасает белка на зиму? Для чего она это делает? Сколько орехов запасла белка? и т. д. После этого учительница вывесила картину с изображением белки. Укрепив её на доске, учительница сказала: «Дети, здесь нарисованы две белки: одна прыгает, а другая сидит на дереве, держит в лапах шишку и ест её. Белка — живой, весёлый зверек».

Далее учительница предложила детям зарисовать контур белки по картонному трафарету, дорисовать недостающие детали и раскрасить рисунок.

Когда дети приступили к работе, посыпались вопросы к учительнице: какого цвета белка, какие у неё глаза, есть ли у неё усы, есть ли брови, длинная у неё шерсть или короткая, есть ли у неё волосы на ушах, видны ли у неё когти, когда она сидит и держит шишку?

Все эти многочисленные вопросы возникли у детей потому, что учительница не провела работы над уточнением их представлений о внешнем виде белки. Всё внимание было сосредоточено на том, как белка запасает корм на зиму, а наблюдения детей над белкой, её внешним видом, характерными особенностями строения её тела выпали из урока. Хотя на уроке и была вывешена картина, но она не была по-настоящему использована для обогащения и уточнения представлений детей о белке. Учительница думала, что достаточно показать детям картинку и дети сами всё на ней увидят, и у них образуется отчётливое представление о белке. Но она глубоко ошиблась: дети очень многого не заметили на картине, хотя все смотрели на неё. Значит, простого восприятия недостаточно для образования чёткого представления о предмете и явлений.

Итак, восприятием необходимо руководить.

Какие же средства есть в распоряжении учителя для разрешения этой задачи?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо учесть особенности восприятия, установленные современной психологией<sup>1</sup>.

Отражая объективную действительность, восприятие делает это не пассивно, не мертвенно-зеркально, как это представляли себе сенсуалисты. Специфическая черта восприятия — его осмысленность. Осмысленность восприятия означает, что в него включается мышление. Но мышление всегда включает переход от единичного через особенное к общему. Тем самым восприятие приобретает обобщённый характер.

Этот переход от единичного, отдельного к общему совершается уже внутри восприятия. Уровень обобщённости восприятия изменяется в зависимости от уровня теоретического мышления. В силу этого наше восприятие зависит от интеллектуального контекста, в который оно включается. По мере того, как мы иначе понимаем действительность,

<sup>1</sup> Приводимые ниже данные об особенностях восприятия заимствованы из цитированной выше книги С. Л. Рубинштейна «Основы общей психологии».

мы иначе и воспринимаем её. В зависимости от уровня и содержания наших знаний мы не только по-иному рассуждаем, но и по-иному непосредственно видим мир. Если на низших ступенях развития восприятие протекает как бы «стихийно», «самотёком», независимо от сознательного регулирования, то в высших своих формах, связанных с развитием мышления, восприятие превращается в сознательно регулируемую операцию наблюдения. Наблюдение отличается от неорганизованного чувственного восприятия тем, что оно производится с определённой целью и по определённому плану. Чтобы от неорганизованного восприятия перейти к наблюдению, нужно знать, что и как наблюдать. Поэтому при обучении нужно подготовить учеников к наблюдению и руководить процессом наблюдения. Конечно, учитель должен стремиться к выработке у учащихся умения самостоятельно наблюдать. Но на ранних ступенях обучения необходимо тщательно продуманное руководство наблюдениями. Это руководство осуществляется путём мобилизации ранее полученных детьми знаний, необходимых для осмысленного восприятия нового материала, путём постановки перед детьми ясной цели наблюдения и последовательного ряда вопросов, направляющих внимание детей на существенные стороны, свойства наблюдаемого предмета или явления.

Чтобы показать, как учитель может руководить наблюдениями детей на уроке для образования в их сознании отчётливых представлений о предмете и как обучать учащихся правильным приёмам наблюдения, приведём краткое описание урока на тему «Гранит» (III класс).

Учитель сообщает детям, что на уроке предстоит изучить те камни, которые принесены с экскурсии.

Опросив предварительно детей, где они видели такие камни, знают ли они что-нибудь об их свойствах, на что эти камни употребляются и как они называются, учитель организует наблюдение. Перед детьми ставится следующая цель наблюдения: рассмотреть внешний вид гранита, узнать, из чего он состоит, познакомиться с важнейшими свойствами гранита и его составных частей.

**Наблюдение.** — Рассмотрите гранит. Какого он цвета? Из чего он состоит? (Гранит состоит из отдельных крупинок).

— Попробуйте отделить крупинки друг от друга гвоздём. (Это не удаётся: крупинки очень прочно скреплены между собой).

— Чем отличаются крупинки между собой? (Они разного цвета).

— Все найдите крупинку красноватого цвета. Приложите к ней острие гвоздя. (Учитель обходит парты, проверяет, то ли видят дети, что нужно). Эта частица красноватого цвета называется «полевой шпат». (Записывает на доске, предлагает детям повторить это название). Так же дети знакомятся с другими составными частями гранита (кварцем и слюдой).

— Рассмотрите камни, которые лежат перед вами на бумаге в квадратах № 2, 3, 4. Не узнаете ли вы этих камней? (Дети находят и называют кварц, полевой шпат, слюду).

— Сравните эти камни между собой по твёрдости. Для этого надо поцарапать их друг о друга: более твёрдые оставляют царапины на менее твёрдых. Сравните их твёрдость с твёрдостью стекла. (Дети выполняют предложение учителя.)

Рассказ учителя о прочности гранита и его использовании человеком.

**Повторение.** — Что же мы узнали сегодня о граните и его составных частях?

**Закрепление:** 1) чтение по учебнику статьи «Гранит» и «На что идёт гранит»; 2) запись: «Гранит. Гранит состоит из кварца, полевого шпата и слюды»; 3) внеклассная работа: приготовление коллекции кусочков гранита разной окраски, приготовление таблички «Гранит и его части».

На этом примере разберём основные методические приёмы, с помощью которых учитель может образовать в сознании детей отчётливые представления.

Прежде всего учитель должен поставить учащихся в такое положение, чтобы сделать предмет доступным для восприятия. В зависимости от характера материала это может быть осуществлено различными путями. Крупные предметы, которые невозможно принести в класс, учитель показывает на экскурсии, расставляя детей так, чтобы всем был хорошо виден изучаемый предмет. На экскурсии же удобно показать детям процессы, совершающиеся в природе, или на производстве, например, листопад, движение воды и льда в реке, добычу торфа, известняка, получение негашёной и гашёной извести и т. д.

Если предметы невелики и их легко собрать или приобрести, то их целесообразно раздать на парты («раздаточный материал»), как это и было сделано на рассматриваемом уроке. Этот приём даёт возможность каждому ученику детально ознакомиться с предметом, воспринимая его различными органами чувств, исследуя его свойства. Работая с конкретным материалом, каждый ученик может не только видеть цвет, блеск, прозрачность, величину, форму, движение, но и слышать звуки, шумы и т. д., воспринимать при помощи осязания характер поверхности, теплоту, форму, при помощи обоняния — запахи, при помощи вкуса — сладкое, горькое, соленое, кислое и т. п. Особенно большое значение в восприятии природы наряду со зрением должны иметь осязание и мускульное чувство.

Раздаточным материалом на уроках естествознания могут являться не только объекты неживой природы (камни, соль, торф, почва и т. п.), но также и растения (например, овощи, фрукты, ветки, листья) и животные (например, майский жук, плавунец, бабочка, лягушка, рыба).

В случае, если предмет или явление недоступны для непосредственного восприятия, учитель прибегает к помощи различных наглядных пособий.

Перед тем как приступить к демонстрации объекта, учитель выясняет запас уже имеющихся у детей представлений и восстанавливает в их памяти знания, необходимые для осмысленного восприятия того, что им предстоит наблюдать.

В рассматриваемом уроке для подготовки детей к наблюдениям учитель использовал материал, принесённый с экскурсии. Он спросил детей, где они видели такие камни, что знают об их свойствах, на что эти камни употребляются, как они называются. С помощью этих вопросов учитель не только выяснил запас имеющихся у детей представлений, но и подготовил детей к восприятию нового материала: вопросы определили содержание дальнейшей работы детей на уроке. Не ограничиваясь этим, учитель поставил перед детьми цель наблюдения: «рассмотреть внешний вид гранита, узнать, из чего он состоит, познакомиться с важнейшими свойствами гранита и его составных частей». Чётко поставленная цель направляет внимание детей в определённую сторону, делает восприятие целенаправленным, превращает восприятие в организованное наблюдение.

Далее учитель организует самое наблюдение детей.

При помощи последовательного ряда вопросов-заданий учитель направляет внимание учащихся на характерные особенности изучаемого объекта. Он помогает учащимся расчленить сложное явление — выделить из целого и детально рассмотреть отдельные его стороны: дети рассматривают строение гранита, изучают внешний вид и свойства его составных частей (на основе сравнения их друг с другом). Дети не только смотрят, но и испытывают свойства изучаемых предметов, оказывая на них воздействие (царапают одним минералом по другому и по стеклу, чтобы определить твёрдость, пробуют отделить частицы гранита друг от друга и убеждаются в его прочности). Таким образом, учитель руководит наблюдением детей, всё время при этом проверяя, то ли видят (воспринимают) дети, на что он обращает их внимание.

Вопросы, задаваемые учителем, служат не только для проверки знаний учеников, но и для руководства познавательным процессом, протекающим в их сознании.

В младших классах вопросы и задания для наблюдения даются исключительно в устной форме, в очень ограниченном количестве и касаются преимущественно внешней стороны явления (цвет, форма, характер поверхности, главные части растения или тела животного и т. п.). В старших классах возможна большая самостоятельность в наблюдениях. Учащиеся могут проводить наблюдения и испытывать свойства объекта, пользуясь вопросами и заданиями, заранее написанными учителем на доске. Вопросы и задания в старших классах могут касаться не только внешней стороны наблюдаемого объекта, но и толкать учащихся на анализ, осмысливание, установление простейших связей явлений (например: «рассмотри переднюю и заднюю лапку лягушки, измерь их длину, зарисуй, сравни между собой, наблюдай, как лягушка передвигается в воде и на суше, объясни, какое значение имеет для лягушки отмеченное тобою строение задних лапок», и т. п.).

Результаты наблюдений учащиеся старших классов могут выражать не только в форме кратких устных ответов на каждый отдельный вопрос, как это делается в младших классах, но также и в форме связного рассказа и в форме рисунка, заполнения таблички и т. п.

Огромное значение для выработки отчётливых представлений имеет сравнение предметов между собой.

«Всё в мире мы узнаем не иначе, как через сравнение, и если бы нам представился какой-нибудь предмет, который мы не могли бы ни к чему приравнять и ни от чего отличить (если бы такой предмет был возможен), то мы не могли бы составить об этом предмете ни одной мысли и не могли бы сказать о нём ни одного слова»<sup>1</sup>.

Одновременно с восприятием изучаемого объекта ученики усваивают и слово, обозначающее данный объект или его свойства. Происходит обогащение словаря ребёнка. При этом слова, усваиваемые учеником, не являются «пустыми срезами» (которые, как говорилось выше, получают при «заочном» изучении природы). Слово связывается (соединяется) с образом предмета, слово и образ вместе образуют одно целое.

На основе полученных представлений дети без труда поймут и усвоят сведения о граните (его свойствах и использовании), о которых расскажет учитель и о которых дети прочтут в учебнике.

<sup>1</sup> Ушинский К. Д., Избранные педагогические сочинения, т. II, стр. 430.



Таким образом, обобщённые знания, сообщаемые учителем, и изложенные в учебнике будут сознательно усвоены детьми, потому что они будут опираться на отчётливые представления, полученные в результате наблюдения над гранитом. Но стоит только лишить детей этих представлений, как все сообщаемые учителем и учебником знания превращаются в пустую форму, лишённую конкретного содержания.

«Слова представляют ценность и приносят пользу лишь в том случае, если они являются знаками вещей; когда нет ничего, что бы соответствовало им в действительности, они не больше как нули, ибо вместо того чтобы увеличивать ценность вещей, с которыми они сочетаются, они её только уменьшают и приближают её к нулю; когда слова не имеют ясного и отчётливого значения, они уподобляются бесполезным или плохо сделанным фигурам, лишь путающим нашу мысль»<sup>1</sup>.

Подводя итоги, учитель заставляет детей воспроизвести всё, что они узнали о граните, снова подводит их к целому, но целому иному, чем оно было в начале урока, целому, обогащённому рассмотрением частей, отдельных моментов (сторон) явления.

Для закрепления знаний учитель может использовать разнообразные приёмы: чтение учебника, запись, зарисовки, внеклассные наблюдения, приготовление самодельных наглядных пособий, сбор коллекций и т. п. Все эти работы, дающие большой простор проявлению активности и инициативы учащихся, создают и развивают интерес к изучению природы.

Как бы хорошо не было организовано руководство наблюдениями детей, всё же однократной демонстрации предмета обычно бывает недостаточно, чтобы образовать в сознании детей вполне отчётливые представления о нём. Поэтому необходимо в последующей работе повторно показывать предметы или явления, сравнивая их с новыми, устанавливая сходство и различие между ними, включая представление в новые контексты. Очень полезно также предлагать детям такие задания для домашней работы, которые наталкивали бы учащихся на практическое общение с предметом (сбор коллекций, гербариев, наблюдения в домашнем уголке природы, на дворе и т. п.).

Представление нельзя рассматривать как нечто застывшее, неизменное. Представление о каком-нибудь предмете развивается в процессе обучения: из бедного содержанием и расплывчатого, каким оно является вначале, оно становится в ходе обучения более содержательным и отчётливым, отражая наиболее существенные стороны и свойства данного предмета, его связи с другими предметами и явлениями.

Это развитие представлений легко обнаружить, проверив, что дети знают об объекте до начала его изучения в классе, а затем повторив эту проверку по окончании изучения.

В качестве примера приведем рассказ о синице ученика II класса школы им. Радищева (г. Москва). Рассказ записан учительницей перед тем, как в классе приступили к изучению синицы. «Синица маленькая. Она летает около дома. Она клюёт рябину. Или нет, это снегирь рябину клюёт, а синица, я позабыл, чем питается. Цвета синица синего и белого. Голос её не слышал, наверно, как у воробья. Нос маленький, тупой. Больше ничего не знаю про синицу».

Примерно с таким же скудным запасом представлений о синице приступили к её изучению и другие ученики этого класса.

В классе был проведён урок о синице.

<sup>1</sup> Локк, Педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939, стр. 287.

После урока учительница организовала внеклассные наблюдения учащихся над синицей.

По окончании проделанной работы учительница проверила, какие же представления приобрели учащиеся о синице. Проверка проводилась в форме беседы.

Приводим высказывания учащихся:

— У синицы жёлтая грудка, а посередине чёрная полоса. Синица не ходит, а прыгает. И вот тут (показывает) у неё беленькие щёчки, головка чёрненькая. У неё глазки, как бусинки, так и бегают по сторонам. Длина синицы 10—11 см. У неё бока жёлтые. По середине брюшка у неё чёрный галстук, когти острые, сильно изогнутые. Синица часто показывается в пасмурные, осенние дни. Синица полезна для человека тем, что она истребляет вредных насекомых.

— Синица очень шустрая и подвижная птица. Я наблюдала за синицей — она 10 минут летала без отдыха. Она не умеет ходить, а только прыгает. У неё три пальца вперёд и один — назад. Клюв у неё крепкий и она им легко разбивает зёрна. Окраска грудки жёлтая, посередине с чёрной полоской, голова чёрного цвета, а под глазами беленькие пятнышки, крылья чёрного цвета. Клюв у синицы острый, она им стучит как молоточком. Она голову не держит покойно, а всё время вертит. Всё время прыгает часто-часто, быстро-быстро. Потом остановится, посидит и опять прыгает. Она неровно клюёт: сначала быстро, потом медленнее, потом опять быстро. Она зажимает в лапки зёрнышко и долбит всё время это зернышко. А яблоко лапками не зажимает, она сидит на нём и клюёт. Она сожмёт клювом коноплю, потом на язык подвинет зёрнышко и ест, а скорлупки не ест.

Приведенные выдержки показывают, что учительнице удалось создать у детей очень богатое и отчётливое представление о синице.

Сравнивая отдельных синиц между собой и с другими птицами, дети отмечают их общие типичные черты. Обогащаясь содержанием, представление постепенно становится все более и более общим и схематизированным. С одной стороны представления «воспроизводят восприятия в их индивидуализированной единичности, а с другой — переходят в понятия. Таким образом само представление имеет тенденцию к понятию, к тому, чтобы в единичном представить общее, в явлении — сущность, в образе — понятие»<sup>1</sup>.

### III. Первичные обобщения (образование понятий) в процессе обучения естествознанию

В этом разделе мы рассмотрим более подробно вопрос о том, как в процессе преподавания естествознания следует подводить детей к знанию общего, к первичным обобщениям, как образовать в их сознании элементарные понятия.

Что же такое понятие, каково значение понятий в познании природы человеком и в школьном преподавании естествознания?

Воспринимая отдельные предметы окружающей нас действительности, мы никогда не берём их совершенно изолированно от других предметов. Мы постоянно сопоставляем, сравниваем предметы друг с другом, находим сходство и различие между ними и на основании этого относим предмет к определённой группе. Группу сходных предметов

<sup>1</sup> Рубинштейн С. Л., Основы общей психологии, стр. 300. (Разрядка наша. — М. С.)

мы обозначаем одним определённым словом. Так, например, словом «книга» мы обозначаем множество самых разнообразных книг.

Часто процесс обобщения проходит неосознанно, и мы даже затрудняемся сразу ответить, по каким типичным признакам мы отличаем книгу от других предметов. Нужны большие усилия мысли, чтобы осознать, выделить и выразить словами эти существенные общие признаки, которые есть у всех книг, т. е. дать логическое определение книги. Но неосознанно (т. е. не отдавать себе в этом отчёта и не умея этого выразить словами) это общее подмечает даже маленький ребёнок-дошкольник. Какие бы разнообразные книги мы ему ~~ни~~ показывали, он не назовет их ни посудой, ни одеждой, ни чем-нибудь ещё, а скажет «это книга» и «это книга» и т. д. Значит, воспринимая единичные предметы в процессе нашей повседневной практики, мы уже обобщаем, т. е. подмечаем, что есть общего у данного предмета с другими предметами. В нашем сознании образуются первичные обобщения, элементарные понятия. Под понятием и разумеют форму человеческого мышления, в которой выражаются общие существенные признаки и связи вещей. Понятие есть результат обобщения единичных явлений. В процессе этого обобщения мы отвлекаемся, абстрагируемся от случайных несущественных свойств, моментов явления и образуем понятия, которые отражают существенные, основные свойства, связи, развитие вещи, явления.

Каково же значение, какова роль понятий в познании человеком действительности? Почему мы не можем ограничиваться только тем, что нам дают чувственные восприятия?

Как известно, ощущения иногда неправильно передают свойства предмета, искажают действительную картину явлений.

Прямая палка, находящаяся в воде, кажется искривлённой, не прямой. В действительности же мы знаем, что это не так, что палка не искривлена.

Во время грозы мы сначала видим молнию, а потом слышим гром. На самом же деле, и молния и гром происходят одновременно.

Иначе говоря, объективная реальность выступает перед нами как бы в двойном плане: непосредственно мы видим явления, но явления ещё не исчерпывают всей действительности. За явлениями скрывается и в них проявляется их внутренняя сущность. Явление и сущность не совпадают, хотя в действительности сущность и явления взаимосвязаны, едины и не существуют как две какие-то особые и самостоятельные вещи.

Простое созерцание действительности, чувственное восприятие способно в основном дать лишь представление об единичном явлении, о конкретном явлении, которое мы в данный момент воспринимаем. Но оно не даёт нам знания общего, существенного. Мы не можем, например, воспринимать (видеть, потрогать руками и т. д.) дерево вообще, млекопитающее животное вообще и т. д. Воспринимать мы можем только данную конкретную берёзу, ель, сосну, яблоню, грушу. Но если бы наши знания ограничивались только тем, что мы можем непосредственно видеть, осязать, обонять и т. д., наш кругозор был бы слишком узок и ограничен, мы слишком мало знали бы об окружающей нас действительности и никогда не могли бы научиться управлять природой.

Здесь на помощь приходит сила абстрактного мышления, образование понятий.

Смысл этой ступени познания, значение абстрактного мышления заключается в том, что оно, исходя из единичных, конкретных явле-

ний, находит то общее и существенное, что свойственно всем этим явлениям, в том, что оно за кажущимся хаосом случайностей вскрывает закономерную связь явлений.

«Познание, — пишет В. И. Ленин, — есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формулирования, образования понятий, законов etc., каковые понятия, законы etc. (мышление, наука=«логическая идея») и *охватывают* условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы»<sup>1</sup>.

На первый взгляд может показаться, что мышление, восходя от единичного к общему, от конкретного к абстрактному, от представлений к понятиям, отходит от действительности, от познания истины. Но на самом деле это не так: «Мышление, восходя от конкретного к абстрактному, не отходит — если оно *правильное* . . . от истины, а *подходит* к ней. Абстракция *материи*, закона природы, абстракция *стоимости* и т. д., одним словом *все* научные (правильные, серьёзные, не вздорные) абстракции отражают природу глубже, вернее, *полнее*»<sup>2</sup>.

«Представление не может схватить движения в *целом*, например, не схватывает движения с быстротой 300 000 км в 1 секунду, а *мышление* схватывает и должно схватить»<sup>3</sup>.

Из приведенных высказываний Ленина видно, какое огромное значение имеют понятия в познании человеком природы. В понятиях отражаются результаты многовекового опыта человечества.

«Результаты, в которых обобщаются данные опыта, суть понятия»<sup>4</sup>. Каждая наука с этой точки зрения представляет собою систему взаимно связанных понятий. Эта система понятий отражает реальные связи и отношения, существующие между предметами и процессами объективного мира и является результатом (итогом) многовековой практики человечества.

Зная внутренние связи, отношения, законы природы, мы получаем возможность управлять природой, овладевать силами и богатствами природы и использовать их для своих практических целей.

Школа должна вооружить учащихся знаниями основ различных наук о природе и обществе, т. е. передать молодому поколению результаты многовекового опыта человечества.

А результаты, в которых обобщены данные опыта, как мы видели, суть понятия. Овладеть основами какой-либо науки, — это значит прежде всего овладеть системой понятий этой науки. Вот почему работа над образованием в сознании детей правильных и отчётливых понятий о природе является одной из важнейших задач преподавания естествознания в школе.

Поэтому изучение природы даже в начальной школе не должно ограничиваться знакомством с отдельными предметами и явлениями природы, доступными восприятию органами чувств, а должно раскрывать перед детьми разнообразные связи предметов и явлений и приводить детей к правильным обобщениям. Так, например, изучая тему «Полезные ископаемые», дети должны ознакомиться не только с отдельными предметами, сделанными из железа, чугуна, стали, но и знать существенные особенности каждого из этих металлов и чем все металлы

<sup>1</sup> Ленинский сборник, IX 1931, стр. 185.

<sup>2</sup> Там же, стр. 164.

<sup>3</sup> Там же, стр. 271.

<sup>4</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 214.

похожи друг на друга. Или, например, учащиеся, изучая части растения, в частности, плоды, должны ознакомиться не только с огурцом, яблоком, тыквой и т. д., но должны знать, что всё это — плоды, знать, чем плоды отличаются от других частей растения (т. е. каковы существенные признаки плодов) и т. д. Программа указывает целый ряд подобных первичных обобщений, которыми должны овладеть учащиеся начальной школы, например, почва, гранит, известняк, ископаемое топливо, металлы, руда, жидкость, газ, злаки, культурные и дикие растения, плоды, насекомые, млекопитающие и т. д.

Но можно ли требовать, чтобы учащиеся уже в начальной школе овладевали научными понятиями? Посильна ли для них эта задача? Ведь в понятиях отражается сущность явлений природы, существенные связи, свойства вещей, явлений. Может быть, умственные способности детей, обучающихся в начальной школе, ещё не настолько развиты для того, чтобы понимать сущность явлений природы? Не должны ли поэтому знания учащихся ограничиваться представлениями об единичных предметах и явлениях?

На этот вопрос педологи в своё время давали вполне определённый ответ: ребёнок приходит к мышлению в понятиях только в переходном возрасте (Выготский, Блонский, Пиаже и др.). До этого возраста мышление ребёнка исключительно конкретно: ребёнок мыслит представлениями, в лучшем случае о б щ и м и представлениями. Отсюда делались соответствующие педагогические выводы. Научные понятия о природе в силу своей сложности недоступны для детей этого возраста, и всякая попытка дать детям эти понятия заранее обречена на неудачу. На практике такие попытки приведут к упрощенству и грубейшим искажениям науки. Учителю средней школы потом придётся заново переучивать детей. «Лучше пусть ученики начальной школы хорошо знают отдельные конкретные горные породы, растения, животных, а научные понятия они приобретут в средней школе при изучении основ наук»<sup>1</sup>. Для защиты и обоснования этих положений была выдвинута следующая аргументация:

«Вы будете говорить, что плод это такая часть растения, в которой есть семена. Но это чисто формальный признак. Современная наука даёт очень сложное определение этого понятия: «плод — это разросшиеся и видоизменённые после цветения части цветка покрытосеменных растений, заключающие одно или несколько семян, служащих для размножения». Ученики начальной школы ещё не знают строения цветка, не имеют ни малейшего понятия о покрытосеменных растениях, следовательно, вы не можете дать в начальной школе научного определения плода. А так как вы не можете дать этого определения в полном объёме, то лучше не касайтесь совсем вопроса о плоде. Пусть дети знают огурец, помидор, яблоко, грушу, но не пытайтесь объяснять, почему все они относятся к плодам».

Или всё, или ничего!

«Объясняя ученикам начальной школы различие между растворимыми и нерастворимыми веществами, вы неизбежно должны будете ограничиться формальными признаками: «Крупинки растворимого вещества расходятся в воде, вода остаётся прозрачной, растворимые вещества проходят через фильтр». А современная наука даёт совершенно иное определение понятия растворимости: «Растворы — молекулярные и атомные смеси нескольких веществ, гомогенные по отноше-

<sup>1</sup> Эти положения были высказаны на одном заседании Учёного совета Научно-исследовательского института политехнического образования в 1935 г.

нию к своим макроскопическим свойствам». Так как учащиеся начальной школы ничего не знают об атомах и молекулах, вы не можете дать им научного понятия о растворах, а поэтому лучше вообще не касайтесь этого вопроса и не пытайтесь объяснять детям, почему соль и сахар относят к растворимым веществам, а глину и муку — к нерастворимым».

Или всё, или ничего!

Мы могли бы значительно расширить круг подобных утверждений, которые высказывались в разное время разными лицами. Заметим здесь, что с совершенно аналогичными заявлениями выступали и работники высшей школы при обсуждении программ средней школы. «Вы хотите внедрить в головы учеников 12—13-летнего возраста идею эволюции растительного мира, но вы не можете дать эту идею в полном объёме. Поэтому лучше совсем не касайтесь идеи эволюции в средней школе, а изучайте лишь конкретные растения».

Все эти факты — проявление ошибочного взгляда на понятия, как что-то вполне законченное, статичное, неизменяющееся, неразвивающееся. На практике это приводит к задержке развития учащихся, к недооценке их умственных возможностей.

Говоря о понятиях в начальной школе, мы должны иметь в виду, что речь идёт об элементарных, первичных обобщениях, доступных учащимся данного возраста.

Начальная школа не может, конечно, раскрыть сущность понятия «млекопитающие животные» с такой же глубиной, как это делается в курсе зоологии VII класса. Нельзя рассматривать понятия как нечто застывшее, постоянное, неизменное, одинаковое для всех возрастов, для всех ступеней образования.

Вопрос о развитии понятий настолько важен для методики, что заслуживает более детального рассмотрения, что мы и сделаем в конце данного раздела. Здесь же нам необходимо было показать, что начальная школа, в противовес утверждениям педологов, может и должна работать над образованием у детей научных понятий о природе. Отрицание возможности этой работы, как мы видели, вытекает из неправильного, метафизического взгляда на понятия, как на нечто застывшее, неизменное, неразвивающееся.

Методическая трудность, которую приходится преодолеть каждому учителю, работающему над образованием понятий у учащихся, состоит в том, что мы можем показать детям и сделать доступным восприятию лишь единичные предметы и явления, например, конкретное яблоко, грушу, вишню, огурец, но не можем показать детям «плод вообще». Мы можем показать детям данную конкретную кошку, собаку, корову, но никак не можем показать «млекопитающее животное вообще».

«Плод вообще», «млекопитающее животное вообще» нельзя видеть, потрогать руками и т. д. — это не предметы, которые можно воспринимать органами чувств, а продукты нашего мышления, результат обобщения множества отдельных реально существующих предметов. Если учитель даст детям только слова: «плод», «насекомое», «млекопитающее животное» и т. д., но не раскроет при этом содержания этих понятий, не поможет детям сделать правильные обобщения, дети будут употреблять эти слова или совсем не отдавая себе отчёта в их значении, или же вложат своё собственное содержание в эти слова.

Приведём несколько примеров из школьной практики.

«Мышь — домашнее животное, потому что живёт дома». Несущественный момент — место обитания животного — взят учеником в качестве основного признака понятия «домашнее животное». Руковод-

ствуясь этим признаком, дети относят к домашним животным крыс, мух, тараканов, клопов и других паразитов человеческого жилья. Ребёнок, предоставленный самому себе, сделал обобщение, но обобщение неправильное, неверно отражающее действительность.

— Кочан капусты, картофеля, луковица — плоды, потому что мы их едим.

— Крокодил — млекопитающее животное, потому что он большой и хищный и у него 4 ноги.

— Глина растворяется в воде, потому что она была комочком, а теперь разошлась по всему стакану.

Во всех этих примерах учащиеся также берут за основу обобщения случайно бросившиеся в глаза наиболее яркие, но несущественные свойства, моменты, признаки. Такие неправильные обобщения неверно отражают действительность, а потому не могут служить руководством к действию, не могут содействовать усвоению основ науки.

Отметим один характерный факт: все дети ежедневно растворяют сахар в чае, соль в супе. Казалось бы, что эти повседневные наблюдения должны привести к образованию в сознании детей правильного и отчётливого понятия о растворимых и нерастворимых веществах. Однако это не так. Не только учащиеся начальной школы, но и многие учащиеся средней школы, и даже взрослые часто не могут указать существенных особенностей растворимых и нерастворимых веществ, т. е. не владеют этими понятиями.

Отчего же это происходит? Образование понятий — сложный процесс. Воспринимая явление растворения, ребёнок оказывается не в состоянии самостоятельно отделить в нём существенное от случайного, понять происходящие перед его глазами явления, установить между ними существенную связь.

Чтобы в сознании детей образовались отчётливые и правильные понятия о природе, необходима систематическая и очень продуманная работа учителя, необходимо руководство процессом образования понятий.

Но можно ли руководить процессом образования понятий?

Педагогическая наука давала и даёт различные ответы на этот вопрос в зависимости от того, как понимает тот или иной автор природу и процесс познания.

Мы уже приводили выше высказывания Платона, который считал общие идеи, «родовые прообразы вещей» реально существующими. Идеи прирождены человеку и приобретение знаний сводится к простому припоминанию того, что человеческая душа знала до своего земного бытия. Учитель может только содействовать лучшему припоминанию и уточнению уже имеющихся в голове учеников смутных идей путём постановки перед учениками вопросов и демонстрации объектов.

Теория о врождённости общих идей, как мы уже упоминали выше, получила весьма широкое распространение во всей последующей истории развития философской мысли (Декарт, Лейбниц). Ожесточённые споры о природе общих идей или понятий возникли в средние века.

Реалисты (Ансельм Кентерберийский, Вильгельм из Шампо и др.) вслед за Платоном утверждали, что общие понятия ведут бестелесное существование, независимое от чувственных вещей, что понятия реальны и предшествуют вещам. Против реалистов выступали номиналисты (Росцеллин, Дунс Скот, Вильгельм Оккам и др.). Они утверждали, что реально существуют только отдельные вещи с их индивидуальными качествами, а общие понятия, создаваемые нашим мышлением об этих вещах, не только не существуют независимо от вещей, но и

не отражают их свойств и качеств. Общие понятия они считали лишь именами.

С точки зрения реализма изучение конкретной действительности могло только затуманить взор и отвлечь внимание от истинной сущности бытия, которое познаётся сверхчувственным путем. Педагогические выводы, вытекающие отсюда, ясны и определённы: понятия нельзя образовать в сознании учащихся путём изучения конкретной действительности. Знания приобретаются или путём непосредственного созерцания идей, или же путём простого заучивания божественных откровений, изложенных в книгах священного писания.

С точки зрения номинализма изучению доступны лишь единичные конкретные вещи. Понятия же образуются в сознании путём абстракции. Номиналисты сосредоточили всё своё внимание на познании конкретной действительности. Всякое познание природы начинается у них с чувственного восприятия действительности. Наблюдение и опыт являются могущественными орудиями познания природы.

Педагогические выводы, вытекающие из этих философских взглядов, как мы говорили выше, сделал Амос Коменский, положивший в основу обучения чувственное восприятие действительности. Однако у Коменского мы не находим ясного ответа на вопрос о том, как образовать в сознании учащихся отчётливые понятия. С одной стороны, Коменский утверждает, что «знание начинается из чувственного восприятия», и «через обобщение единичного образуется понимание общего»<sup>1</sup>, что «общие основания вещей должны быть отвлекаемы от вещей при помощи некоторой индукции»<sup>2</sup>, с другой стороны, он же двумя страницами ниже пишет об аксиомах и понятиях, которые не нуждаются в доказательствах, а являются «напечатленными нашему духу божеством»<sup>3</sup>.

Эти идеи, «напечатленные божеством», являющиеся «факелами ума, бросающими свет на все частности», должны, по мнению Коменского, быть «ключом к деятельности».

Такая двойственность в решении вопроса об образовании понятий вполне понятна, потому что ни номиналисты, ни Коменский не были последовательными материалистами.

Поэтому в сочинениях Коменского, так богатых глубокими методическими мыслями, мы не находим развёрнутых указаний по вопросу о переходе от чувственных восприятий к понятиям.

Оставляя в стороне таких философов, как Локк, Беркли, Юм, кратко остановимся на взглядах Канта, оказавших значительное влияние на развитие педагогической мысли.

Кант признавал, что вне нашего сознания существуют предметы, которые он называл «вещами в себе». Но эти «вещи в себе» принципиально непознаваемы и являются потусторонними нашему сознанию. Познавать мы можем только явления. Самое познание, по мнению Канта, совершается следующим образом. «Вещь в себе» даёт толчок чувственной способности человека. В результате этого толчка в сознании возникает хаос восприятий. Порядок в этот хаос вносится при помощи субъективных форм созерцания — пространства и времени. Таким образом, «вещь в себе» становится явлением или представлением, существующим лишь в нас самих. Далее действует рассудок, который при помощи присущих ему от природы субъективных, логических кате-

<sup>1</sup> Ян Амос Коменский, Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939, т. I, стр. 168.

<sup>2</sup> Там же, т. II, стр. 92.

<sup>3</sup> Там же, стр. 94.



горий превращает этот чувственный предмет (явление) в понятие. Высшей сферой человеческого познания является разум, который опять-таки руководится субъективными идеями души как субстанции, мира, как единого целого, бога. Таким образом, Кант считал, что пространство, время, причинность, законы природы суть не свойства самой природы, а свойства человеческой познавательной способности. Кант признавал их «доопытными», «априорными» и считал, что они являются необходимыми условиями всякого опыта.

Педагогические выводы из этой теории познания сделал сам Кант.

«При образовании разума следует поступать по-сократовски. Сократ, который называл себя повивальной бабкой своих слушателей, в своих диалогах, которые нам до некоторой степени сохранил Платон, показывает примеры того, как даже у пожилых людей можно кое-что извлечь из их собственного разума.

... Вообще должно следить за тем, чтобы не вносить в них (детей. — М. С.) знания извне, но чтобы добывать последние из них»<sup>1</sup>.

Это педагогическое положение находится в полном соответствии с идеей априорности знаний.

Кант не отрицает и значения наглядности: «Иной читает и слушает что-нибудь без всякого понимания, хотя и принимает всё на веру. В данном случае требуются изображения и предметы»<sup>2</sup>.

Однако не следует при этом забывать, что демонстрация изображений и предметов может помочь ученикам понять лишь явление. Сущность же вещи не познаваема.

Идеи Канта оказали большое влияние на Песталоцци. Созерцание, являющееся основой обучения, по мнению Песталоцци, начинается с чувственного наблюдения и восходит путём обработки представлений к идее, которая существовала у учащегося как образующая сила в неясном состоянии. Эта априорная идея выявляется при помощи чувственного наблюдения и обработки конкретных представлений. Познание — это выявление лежащих изначально во внутренней природе человека зародышей его развития, выявление всеобщих и необходимых априорных элементов.

В XVII—XVIII вв. значительные успехи были сделаны в развитии психологии.

Психология стала оказывать большое влияние на педагогику и, в частности, на теорию обучения. До XX в. в психологии господствовала ассоциативная теория. Она исходила из того положения, что все психические процессы протекают по законам ассоциации и все образования сознания состоят из элементарных чувственных представлений, объединённых посредством ассоциаций в более или менее сложные комплексы. Понятие по этой теории отождествлялось с представлением и трактовалось как ассоциативно связанная совокупность признаков.

С точки зрения этой теории, ученики «представляют собой маленькие ассоциационные механизмы и их воспитание заключается в том, чтобы выработать в них тенденции к определённым ассоциациям, чтобы они ассоциировали впечатления с их последствиями, одни с реакциями, другие с результатами и т. д. Чем многочисленнее такие системы ассоциаций в каком-нибудь человеке, тем более он приспособлен к окружающему миру»<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Кант, О педагогике. Хрестоматия по истории педагогики. Учпедгиз, 1940 т. II, стр. 99 (разрядка наша — М. С.).

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Уильям Джемс, Беседы с учителями о психологии. М., 1902, стр. 79, 80.

Естественно поэтому стремление психологов проникнуть в тайну этого процесса.

Усилиями психологов были установлены различные законы ассоциации (закон ассоциации по смежности, закон ассоциации по сходству и т. д.). Что же дали все эти законы для теории обучения?

Джемс даёт следующий ответ на этот вопрос: «Мы никогда не в состоянии наперёд определить цепь возможных ассоциаций. Принимая за исходный пункт поле сознания какого-нибудь человека в данный момент, мы не можем предсказать, о чём он будет думать через пять минут. Элементы, которые могут преобладать в этом процессе, — части отдельных, следующих друг за другом полей, вокруг которых будут преимущественно вращаться ассоциации, возможные отклонения под влиянием внушения, — так многочисленны и неопределимы, что их совершенно невозможно предугадать»<sup>1</sup>.

«Вопреки тому факту, что смена представлений подчинена строгому детерминизму и сводится к немногим классам, характеристические черты которых обусловлены нашим предшествующим опытом, необходимо всё-таки сознаться, что возникновение огромного числа звеньев в цепи наших представлений не поддаётся никакому определённом закону... Случай решает, какой именно элемент ассоциации будет вызван интересной стороной тускнеющего представления, разумеется, случай — для нашего ума. На самом же деле, без сомнения, образование каждой новой ассоциации предопределено физиологическими причинами, которые вследствие своей тонкости и изменчивости не поддаются нашему анализу»<sup>2</sup>.

Признания откровенные, но неутешительные для педагогики!

В свете этих признаний бессилия ассоциативной психологии проникнуть в тайны мыслительного процесса становятся понятными следующие слова нашего великого писателя и педагога Л. Н. Толстого.

«... Образование новых понятий есть такой сложный, таинственный и нежный процесс души, что всякое вмешательство является грубою, нескладною силой, задерживающей процесс развития»<sup>3</sup>.

«... Объяснения смысла слова и речи совершенно невозможны даже для талантливого учителя»<sup>4</sup>.

Но если это так, то что же делать учителю? Может ли он тогда чему-нибудь научить детей?

Л. Толстой, отрицая путь прямого вмешательства учителя в процесс образования понятий, находит возможность косвенно руководить этим процессом.

«Нужно давать ученику случай приобретать новые понятия и слова из общего смысла речи. Он услышит или прочтёт непонятное слово в понятной фразе, другой раз в другой фразе, ему смутно начнёт представляться новое понятие и он почувствует, наконец, случайно необходимость употребить это слово, — употребит раз, и слово, и понятие делается его собственностью. И тысяча других путей. Но давать сознательно ученику новые понятия и формы слова, по моему убеждению, так же невозможно и напрасно, как учить ребёнка ходить по законам равновесия.

Всякая такая попытка не подвигает, а удаляет ученика от предположенной цели, как грубая рука человека, которая, желая помочь

<sup>1</sup> Уильям Джемс. Беседы с учителями о психологии. М., 1902, стр. 83.

<sup>2</sup> Джемс, Психология. СПб, 1911, стр. 227.

<sup>3</sup> Толстой Л. Н., Педагогические сочинения. Изд. газеты „Школа и жизнь“ стр. 214.

<sup>4</sup> Там же.

распуститься цветку, перемяла бы всё кругом и стала бы развёртывать цветок за лепестки»<sup>1</sup>.

Изложенная точка зрения представляет для нас не только исторический интерес. Она нашла отражение в современных учебниках и методиках. Так, например, в учебнике естествознания для начальной школы<sup>2</sup> много раз употребляются слова «личинка», «насекомое», «плод» и т. д., но нигде в учебнике не делается попыток раскрыть содержание этих понятий. Выходит совсем по Толстому: «раз он услышит или прочтёт непонятное слово в понятной фразе, другой раз в другой фразе, ему смутно начнет представляться новое понятие...».

Чтобы выяснить эффективность такой методики, мы в 1940 г. произвели проверку знаний 200 учащихся IV класса в ряде городских и сельских школ. По окончании изучения темы «Растения» детям было предложено ответить на вопросы: «Какую часть растения мы употребляем в пищу у моркови, картошки, лука, огурца, капусты?» Перед проведением этой работы учителю предлагалось напомнить детям названия частей растения (корень, стебель, лист, цветок, плод), не давая определений этих понятий.

Результаты этой проверки представлены в следующей таблице:

| Вопросы                   | Содержание правильных ответов         | Правильные ответы в % | Типичные ошибочные ответы  |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|
| Что мы едим:<br>у моркови | Корень . . . . .                      | 52                    | Плод<br>Нижнюю часть   |
| у картофеля               | Клубни . . . . .                      | 8                     | Корень<br>Плод   |
| у лука                    | Луковицу, листья . .                  | 21                    | Корнеплод<br>Корень<br>Плод                                      |
| у огурца                  | Плод . . . . .                        | 65                    | Корнеплод<br>Стебель<br>Корень<br>Сок                            |
| у капусты                 | Листья, кочерыжку,<br>кочан . . . . . | 38                    | Среднюю часть<br>Нижнюю часть<br>Плод<br>Корень<br>Верхнюю часть |

Цифры этой таблицы и содержание типичных ошибочных ответов показывают, что учащиеся совершенно не усвоили понятий об основных частях растения и в частности, понятия «плод», хотя это слово много раз встречалось им в книге и в объяснениях учителя.

В некоторых классах ученикам было предложено ответить ещё и на такой вопрос: «Как (по каким признакам) плод отличить от других частей растения?»

Только 3% детей ответили, что в плодах есть семена. Остальные отвечали: «Плоды вкусные», «Плоды мы едим», «Плоды растут наверху», «Плоды красные, а листья зелёные» и т. д. 23% учащихся совсем не смогли дать ответа на этот вопрос.

<sup>1</sup> Толстой Л. Н. Педагогические сочинения. Изд. газеты «Школа и жизнь», стр. 216. Справедливость требует отметить, что в других своих работах Л. Н. Толстой указывал и другие более эффективные и правильные пути вмешательства в «таинственный и нежный» процесс образования понятий.

<sup>2</sup> Тетюрев В. А., Естествознание, ч. 1 и 2.

Таким образом, многократное употребление слова «плод» в самых различных фразах не привело к образованию в сознании учащихся отчётливого понятия.

Аналогичную картину мы получили и при проверке усвоения понятия «насекомое». К числу насекомых многие дети отнесли дождевых червей, пауков, раков, а некоторые и ящериц и змей. На вопрос о том, как (по каким признакам) можно отличить насекомых от других животных, дети отвечали: «Насекомые маленькие», «Насекомые ползают», «Насекомые летают», «Насекомые приносят большой вред человеку» и т. д.

В нашу задачу не входит анализ всех многочисленных философских, психологических и педагогических теорий образования понятий. Приведенными примерами мы стремились показать, что идеалистическая философия, психология и педагогика были бессильны правильно разрешить этот важнейший вопрос. Правильно решить его можно только на основе марксистско-ленинской теории познания.

Энгельс в «Диалектике природы» разоблачает тайну возникновения абстракций: «Сперва сочиняют абстракции, отвлекая их от чувственных вещей, а затем желают познавать их чувственно, желают видеть время и обонять пространство... Вещество, материя — не что иное, как совокупность веществ, из которой абстрагировано это понятие; движение как таковое есть не что иное, как совокупность всех чувственно воспринимаемых форм движения; слова, вроде материя и движение, это просто сокращения, в которых мы охватываем, согласно их общим свойствам, различные чувственно воспринимаемые вещи. Поэтому материю и движение можно познать лишь путём изучения отдельных форм вещества и движения»<sup>1</sup>.

Марксистско-ленинская теория познания разоблечила также и ошибочность кантовской теории о непознаваемой «вещи в себе».

Разоблачив «тайну» общих идей, марксистско-ленинская теория показала их «земное» происхождение и дала педагогике ключ к руководству процессом образования понятий.

Общее не существует отдельно от единичного, они взаимно проникают друг друга. Когда мы смотрим на собаку «Жучку» и говорим «Жучка есть собака», мы в данной конкретной Жучке видим не только Жучку, но и то, что у неё есть общего с другими собаками. «Общее существует лишь в отдельном, через отдельное. Всякое отдельное есть (так или иначе) общее. Всякое общее есть (частичка или сторона или сущность) отдельного»<sup>2</sup>.

Сущность, как мы видим, познаваема и познать её можно путём изучения явлений. Ленин в «Философских тетрадах» приводит такой пример: «движение реки — пена сверху и глубокие течения внизу»<sup>3</sup>. Пена есть явление, а глубокое течение внизу, вызывающее пену, — это сущность. При этом Ленин замечает. «Но и пена есть выражение сущности»<sup>4</sup>. Следовательно, изучая явления, мы познаём сущность.

Из всех этих положений вытекает важнейший педагогический вывод: вести детей к знанию общего надо через изучение единичного, отдельного.

«Нельзя знать, что такое растение, не зная, какие растения бывают и чем они характеризуются. Чем полнее это знание, тем лучше

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 85.

<sup>2</sup> Ленин В. И., Соч., т. XIII, стр. 303.

<sup>3</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 128.

<sup>4</sup> Там же.

усвоено понятие «растение». В противном случае, наши знания носят чисто формальный характер и никак не отражают действительности в её связях... Нельзя сводить усвоение понятий к знанию только общих признаков данного понятия<sup>1</sup>. Если учащийся не имеет знаний о конкретных растениях, а только заучил определение понятия, он ещё отнюдь не овладел понятием «растение».

Заученные слова (определения) бедны содержанием. Понятие — результат обобщения. Но чтобы обобщать, надо иметь материал для обобщения. Не зная единичных предметов — их свойств, особенностей, связей с другими предметами, нельзя сознательно овладеть понятием. Знание общего должно опираться на знание единичного. Вот почему в начальной школе необходимо обратить особое внимание на изучение единичных предметов и явлений окружающего мира, раскрывая перед детьми разнообразные свойства, связи этих предметов и явлений. Чем полнее, конкретнее эти знания, тем правильнее и богаче содержанием будут обобщения (понятия), образуемые в сознании детей.

Это не значит, что в преподавании следует всегда и обязательно начинать с изучения единичных предметов и стремиться заполнять уроки большим количеством фактического материала. Очень важно уметь подобрать типичные предметы (явления), в которых наиболее ярко раскрываются существенные свойства и особенности данной группы (класса) предметов. Кроме того, следует учесть, что многие предметы и явления хорошо знакомы детям из их предшествующих учебных занятий и жизненного опыта. Конечно, в таких случаях учителю нет необходимости заниматься детальным изучением этих предметов и явлений на уроке. Чем старше дети, чем богаче и разнообразнее их жизненный опыт, чем шире и глубже ранее накопленные знания, чем больше развита сила воображения учащихся, тем менее необходимо задерживаться на детальном изучении единичных предметов и явлений, тем скорее можно переходить к обобщениям, оперировать понятиями, определениями. Но учитель должен быть вполне уверен в том, что у учеников действительно имеются соответствующие конкретные представления, необходимые для сознательного овладения понятием.

Всячески подчёркивая значение наглядности в обучении, мы должны всегда помнить, что наглядность — не самоцель, а одно из средств обучения.

Мы детально изучаем с детьми отдельные конкретные предметы, чтобы облегчить им переход к познанию общего. Приковывать мысль детей к единичным предметам после того как они сознательно усвоили общее, было бы педагогически нецелесообразно. Такая задержка на единичном, конкретном препятствовала бы развитию абстрактного мышления ребёнка и овладению обобщённым опытом человечества.

В каждом конкретном случае учитель должен решить, необходимо ли для образования понятия обращаться к рассмотрению единичных вещей, явлений, или же дети настолько подготовлены предшествующим обучением, что их можно сразу подвести к определению понятия, опираясь на ранее полученные представления.

Но основной путь к познанию общего лежит, конечно, через изучение единичных предметов, явлений.

Без руководства и помощи учителя ученик не всегда правильно находит и осознаёт общее в единичных явлениях, не может отделить существенное от несущественного, главное от второстепенного, осознать

<sup>1</sup> „Психология“, под ред. Корнилова и др. Учпедгиз, 1938, стр. 236 — 237.

связь явлений природы. Задача учителя — помочь ученику произвести эту сложную работу. Приёмы руководства образованием понятий разберём на примере урока, проведённого несколькими учителями IV класса.

Тема урока — «Плоды растений».

Весной в III классе дети научились различать у растений корень, стебель, лист, цветок. Учитель вызывает ученика к своему столу и предлагает показать на живом растении (на помидоре) все эти части растения.

Учитель. Дети, что ещё есть у растения, кроме корней, стебля, листьев и цветов?

Ученик. Есть ещё помидоры (указывает на плоды).

Учитель. Какая это часть растения, кто из вас знает? (Дети не знают). Это плоды. Теперь подойди, Сережа, к столу, найди и покажи плоды у огурца. А ты, Митя, найди и покажи плоды мака<sup>1</sup>. Теперь давайте рассмотрим эти плоды. Какого они цвета?

Ученик. Помидоры — красные, огурцы — зелёные, у мака — плоды жёлтые.

Учитель. А форма у плодов одинаковая?

Ученик. Форма разная: помидор как шар, огурец длинный, а мак, как напёрсток, или маленькая рюмочка.

Учитель. А вкус у этих плодов одинаковый?

Ученик. Нет, разный.

Учитель. Выходит, что все плоды разные, не похожи друг на друга. А почему же их тогда называют одинаково: «плоды»? Может быть, они всё-таки чем-нибудь похожи друг на друга, может быть у них есть что-нибудь общее?

Ученик. Это плоды, потому что мы их едим, они вкусные.

Учитель. А мясную котлету ты тоже ешь, она вкусная. По твоему, котлета тоже плод?

Ученик. Нет, котлета не плод, она не растёт на растении. Плоды растут на растении.

Учитель. Верно, плоды растут на растении. А листья, цветы тоже растут на растении. Как же отличить от них плоды? (Ученики не могут дать ответа). Ну, я помогу вам. Давайте, разрежем плоды и посмотрим, что у них внутри. (Вызванный ученик разрезает помидор, огурец, коробочку мака и показывает всем ученикам).

Ученик. Я знаю, я догадался, чем они похожи: у них внутри семена!

Учитель. Верно! Во всех плодах есть семена. Давайте, зарисуем наши разрезанные плоды и запишем этот вывод.

Далее учитель предлагает детям рассмотреть яблоко, грушу, ягоду рябины, боб жёлтой акации. Дети разрезают их и находят семена. Всё это — тоже плоды.

Учитель. А из чего образуются плоды?

Ученик. Плоды вырастают из цветов.

Учитель показывает цветок огурца с утолщённой завязью, затем маленький огурец, на конце которого сохранились жёлтые лепестки венчика. Вывод записывают на доске и в тетрадях: «Плод образуется из цветка».

Учитель. Каково значение плодов для растения?

Дети без труда дают ответ на этот вопрос: в плодах семена, а семена служат для размножения растений. Этот вывод тоже записывается.

<sup>1</sup> Растения могут быть взяты и иные.

Подводя итоги, учитель ещё раз обращает внимание на существенные общие признаки плода: 1) плод развивается из цветка, 2) в плоде семена, 3) семена служат для размножения растений.

Таким образом, на уроке учитель привёл детей к первичному обобщению — образовал элементарное понятие «плод». Сущность методики, которую применил учитель, состоит в том, что он в единичном (помидоре, огурце, маке, яблоке, груше и т. д.) помог ученикам найти (выделить, увидеть) общее — существенное для всех плодов, раскрыл в доступной для детей форме сущность понятия «плод».

Чтобы сознательно усвоить материал, ученик обязательно сам должен над ним поработать. Чтобы привести учащихся к первичным обобщениям, нужно дать им возможность наблюдать конкретные предметы и явления, сравнивать их, находить сходство и отличие, выделять общее, существенное, отбрасывать второстепенное. Всё это, конечно, должно делаться под руководством учителя.

Это руководство осуществляется путём постановки перед детьми последовательного ряда вопросов, направляющих внимание на существенные свойства, стороны, связи изучаемых предметов и явлений природы. Как и при образовании представлений, большое значение имеет при этом сравнение предметов между собой.

Если учитель подводит детей к обобщению на основе ранее полученных конкретных представлений, то прежде всего необходимо воспроизвести в сознании, восстановить в памяти эти представления, полученные детьми на предшествующих уроках и в жизни.

Так, прежде чем подвести детей к характеристике класса рыб (IV класс), необходимо вспомнить, что дети знают о конкретных рыбах:

- Каких рыб мы изучали?
- Расскажи о карасе.
- Расскажи о щуке.
- Расскажи об акуле.
- Расскажи, как размножаются рыбы?

Восстановив в памяти детей конкретный материал, учитель должен теперь помочь детям систематизировать его и обобщить, т. е. выделить типичное, общее во всех изученных единичных явлениях.

Как это сделать, покажем на конкретном примере.

Учитель. Карась — рыба и акула — рыба. Но ведь они очень отличаются друг от друга, карась маленький, а акула громадная. Почему же мы всё-таки относим их к одной группе животных, к рыбам? Чем они похожи друг на друга?

Ученик. Они живут в воде.

Учитель. Но, ведь и плавунец и тритон тоже живут в воде. А разве эти животные относятся к рыбам?

Ученик. У рыб есть хвост и плавники.

Учитель. У кита и тюленя тоже есть хвост. А разве кит и тюлень рыбы?

Ученик. У рыб есть чешуя.

Учитель. Но, ведь, и у ящерицы и змеи тело тоже покрыто чешуйками.

Идя таким путём, заставляя детей сравнивать рыб с другими животными, учитель помогает детям подметить существенные особенности рыбы.

Учитель не говорит ученику: «Нет, ты сказал неверно, думать надо, что говоришь». Он обращает внимание ученика на известные ему конкретные факты, и ученик сам видит свою ошибку. Ученик видит противоречие между тем, что он только что сказал, и фактами, и осознание этого противоречия движет его мысль вперед. Так учитель заставляет учеников обдумывать факты, учит детей мыслить и подводит их, наконец, к выводу о характерных особенностях всех рыб.

Конечно, вся эта активная работа мысли детей возможна лишь потому, что у детей был предварительно накоплен большой запас представлений о многих рыбах и других животных.

Если бы ученики не имели этих представлений, а учитель прямо сообщил бы детям определение понятия «рыба», дети вынуждены были бы просто заучить это определение, не обобщив того конкретного материала, на котором основывается это определение, не проведя только что описанной умственной работы. Знания детей в этом случае носили бы формальный, отвлеченный характер. Заученное определение не включало бы в себя всего богатства знаний о конкретных животных.

Вот почему нельзя сводить образование понятий к простому запоминанию (заучиванию) общих признаков. Если учащийся не имеет знаний о конкретных рыбах и других животных, если он сам не провёл под руководством учителя анализа и обобщения конкретного материала, он ещё не усвоил понятия «рыба».

Описанный выше путь образования в сознании детей научных понятий о природе является в основном индуктивным, поскольку мысль учащихся движется от частного к общему, от фактов к обобщениям. Этот путь вполне закономерен и педагогически оправдан для младших ступеней обучения, когда происходит процесс «первоначального накопления» и систематизации знаний. По мере накопления общих понятий всё большее и большее место в обучении будет отводиться дедукции, т. е. рассуждению от известного общего к неизвестному частному, рассмотрению частных фактов с точки зрения ранее усвоенных общих положений.

Но уже в самом процессе индуктивных обобщений имеются элементы дедукции, поскольку ученики, формулируя вывод, тотчас же проверяют его правильность, сопоставляя высказанное общее суждение с наблюдаемыми частными фактами.

Ушинский очень хорошо выразил эти мысли в следующих словах:

«Для человека, изучившего науку вполне, вся она является одним понятием, историю образования которого он может довести с конца до начала, т. е. до первичных суждений, до основных сочетаний из ощущений. Но совсем в другом отношении к науке стоит ученик. Учёный стоит наверху пирамиды, начинающий учиться — у её основания, и как нельзя начать строить пирамиду с верхушки, а должно начинать с основания, точно так же и изучение науки должно начинать с основания, т. е. с первичных наблюдений и образования первичных суждений, с изучения тех фактов, на которых зиждется система науки. Однако же учебное значение рассуждения не должно быть слишком унижено. Должно, напротив, употреблять его как можно чаще, разлагая понятия, уже составившиеся в уме ученика, потому что ничто так легко не ведёт человека к ошибкам, как забвение процесса, которым он составил употребляемые им понятия»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ушинский К. Д., Человек как предмет воспитания. СПб, 1895, т. 1, стр. 437 — 438.



Подведя детей к обобщению, учитель, во-первых, должен убедиться, насколько сознательно все дети усвоили понятие, и, во-вторых, дать упражнения для закрепления полученных знаний. Как же проверить — усвоили или не усвоили дети новое понятие? Чаще всего учитель проверяет это, предлагая ученикам повторить основные признаки (определение) понятия. Но этот приём недостаточен. Ведь, ученик мог механически заучить (запомнить) все признаки, не осознав их, не проделав анализа и обобщения конкретного материала. Чтобы проверить действительное понимание, необходимо заставить ученика практически применить полученные знания. С этой целью учитель может предложить ученику ряд заданий (задач). Так, например, для проверки усвоения понятия о рыбах, можно предложить такие вопросы: «Можно ли отнести к рыбам сельдь? Объясни, почему ты думаешь что сельдь рыба? А можно ли отнести к рыбам тритона, плавунца и т. п.? Объясни, почему нельзя». На экскурсии для закрепления понятий «дерево» и «кустарник» учитель может предложить детям такие вопросы: «Рябина — это дерево или кустарник? Как ты узнал, что это дерево? Бузина — это дерево или кустарник? Как ты узнал, что это кустарник?» и т. п.

Отвечая на подобные вопросы, ученик должен сознательно применить полученные знания и указать в предмете его существенные признаки, стороны, свойства. Если понятие усвоено плохо, если сущность явления недостаточно осознана, ученик неизбежно будет давать ошибочные ответы.

Такие упражнения не только служат средством проверки усвоения понятия, но одновременно они помогают закрепить полученные знания. Эти упражнения надо провести не один раз (на последующих уроках), включая в упражнения новый материал по мере его изучения детьми.

Чтобы проверить правильность изложенных выше методических положений, мы организовали в нескольких городских и сельских школах ряд экспериментов. Организация экспериментов сводилась к следующему. Мы подробно разрабатывали с учителями планы-конспекты уроков, целью которых было образование в сознании учащихся того или иного понятия. В этих планах намечалось, какие единичные предметы должны быть взяты для изучения на уроке, чтобы привести детей к обобщению. Намечался последовательный ход урока, формулировались вопросы, с помощью которых учитель будет руководить процессом мышления учащихся, определялась формулировка конечного вывода (определения), к которому учитель должен привести детей, намечались упражнения — задачи для проверки и закрепления знаний. Каждый учитель проводил работу в своём классе по намеченному плану. Эффективность разработанной методики проверялась путём проведения устного и письменного опроса учащихся. Чтобы видно было, насколько обогатились знания учащихся в результате применённой методики, проверка знаний проводилась дважды: первый раз — до начала изучения темы, с целью проверить запас знаний, с которыми учащиеся приступают к изучению данного вопроса; второй раз — по окончании работы по теме. Сравнение результатов первой и второй проверок давало возможность видеть, насколько обогатились знания детей в результате обучения.

Для сравнения подобная же проверка знаний проводилась в школах, которые работали без нашей помощи и руководства, пользуясь общепринятыми методическими пособиями и учебником. Вопросы и задания для проверки знаний подбирались так, чтобы они давали возможность

выяснить, как дети усвоили существенные признаки понятия и насколько сознательно овладели понятием (умеют ли применять полученные знания).

Для экспериментальной проверки были взяты понятия, усвоение которых предусмотрено программой. При выборе понятий мы исходили из имевшихся у нас данных массовой проверки знаний за ряд лет: выбирались понятия, усвоение которых особенно затрудняло детей. К числу таких понятий относятся следующие: «растворимые и нерастворимые вещества», «металлы», «плод», «насекомое», «пищеварение».

Приведём для примера материал по теме «Плод».

Для образования в сознании детей этого понятия в экспериментальных классах был проведён один урок (его описание дано выше на стр. 141). После этого урока с детьми была проведена ещё следующая работа: в порядке внеклассного задания несколько учеников приготовили наглядные таблички (из засушенных растений и зарисовок) на темы: «Как образуется плод у гороха», «Как образуется плод у огурца». На следующем уроке при повторении материала предыдущего занятия детям была предложена практическая задача: определить, можно ли отнести к плодам яблоко, грушу, морковку, картофелину. Дети разрезали их и смотрели, есть ли внутри семена. Вспоминали, образуется ли яблоко, груша и т. д. из цветка или каким-нибудь другим образом.

Результаты эксперимента представлены в следующей таблице:

| Вопросы   | % правильных ответов                      |                            |                    |
|---|---|----------------------------|--------------------|
|   | до начала изучения темы (во всех классах) | по окончании изучения темы |                    |
|   |   | экспериментальные классы   | контрольные классы |
| Какую часть растения мы едим:   |   |                            |                    |
| у моркови . . . . .   | 50  | 100                        | 52                 |
| картофеля . . . . .   | 3   | 94                         | 8                  |
| лука . . . . .  | —   | 90                         | 21                 |
| огурца . . . . .  | 42  | 100                        | 65                 |
| капусты . . . . .   | 27  | 100                        | 38                 |
| Подойди к столу и определи, где здесь плоды (на столе учителя лежат свекла, репа, ягода рябины, яблоко) . . . . . | —   | 100                        | —                  |
| Как (по каким признакам) отличить плод от других частей растения . . . . .  | —   | 95                         | 3                  |

Как видно из цифр этой таблички, в экспериментальных классах учителям удалось добиться очень высоких результатов по сравнению с контрольными классами. И если дети до изучения темы (а в контрольных классах и по окончании изучения) были беспомощны при ответе на 6-й и 7-й вопросы, то по окончании темы в экспериментальных классах они не только уверенно отвечали, но и уверенно действовали (разрезали свёклу, репу, ягоду рябины, яблоко). Это свидетельствует о том, что они не только хорошо усвоили основные признаки плода, но и способ различения плодов от других частей растения.

Мы не будем приводить материалов, собранных нами на протяжении последних лет по другим вопросам курса естествознания, подвергавшимся исследованию. В основном по всем этим вопросам были получены аналогичные результаты. Таким образом, практика показала, что, применяя предлагаемые нами методические приёмы, учителя доби-

лись образования в сознании детей элементарных, но вполне правильных и отчётливых понятий. Эта методика обеспечивает сознательное усвоение детьми учебного материала, предусмотренного программой, и содействует развитию мышления учащихся.

В заключение будет не бесполезно остановиться ещё на одном вопросе, имеющем большое значение для методики начального естествознания. Это — вопрос о формально-логическом и диалектическом взглядах на процесс образования понятий.

Как известно, формальная логика сводит процесс образования понятий к отбрасыванию несходных признаков при соединении признаков общих (т. е. к абстрагированию общих признаков той или иной группы предметов). Формальная логика утверждает, что чем больше объём понятия (т. е. чем больше предметов оно охватывает), тем беднее его содержание (т. е. совокупность признаков, общих для этих предметов). Так, например, понятие «растение» более общее и имеет больший объём, чем понятие «дерево», так как оно охватывает и деревья, и кустарники, и травы, и грибы, и водоросли и т. д., но зато по содержанию оно беднее, так как количество признаков, общих для всех растений, меньше, чем количество признаков, присущих только дереву. Понятия по степени общности могут быть расположены в виде лестницы: внизу будут индивидуальные понятия, обладающие богатым содержанием, но малым объёмом, а на вершине лестницы будут понятия, которые имеют бесконечно большой объём и бесконечно малое содержание. Таким образом, процесс познания, по теории формальной логики, в конечном счёте приводит к понятиям, в которых почти нет содержания. Ясно, что такие пустые, бессодержательные понятия не могут обогатить наших знаний о действительности.

Процесс образования понятий, конечно, связан с абстрагированием, но не сводится к нему.

С точки зрения материалистической диалектики общее понятие включает в себя всё богатство конкретного, отдельного и чем понятие шире по объёму, тем богаче, конкретнее его содержание. Понятие не есть механическая совокупность общих признаков, абстрагированных от предметов, а отражение всеобщих материальных связей предметов, познаваемых в процессе практики. «Уже самое простое обобщение, — говорит Ленин, — первое и простейшее образование понятий (суждений, заключений etc.) означает познание человека всё более и более глубокой объективной связи мира»<sup>1</sup>.

Из этого первого определения обобщения легко вывести в качестве вторичного, производного, — повторяемость общего, его общность для целого ряда или класса единичных предметов.

«Существенно, т. е. необходимо, между собою связанное именно в силу этого неизбежно повторяется. Поэтому повторяемость определённой совокупности свойств в ряде предметов указывает — если не необходимо, то предположительно — на наличие между ними более или менее существенных связей. Поэтому обобщение может совершаться путём сравнения, выделяющего общее в ряде предметов или явлений, и их отвлечения. Фактически на низших ступенях, в более элементарных своих формах, процесс обобщения так и совершается. К высшим формам обобщения мышление приходит через опосредование, через раскрытие отношений, связей, закономерности развития»<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Ленин В. И., *Философские тетради*, стр. 173.

<sup>2</sup> Рубинштейн С. Л., *Основы общей психологии*, стр. 298 — 299.

В понятиях отражаются разнообразные связи предметов и явлений объективного мира, раскрывается их сущность, их развитие. Образование таких понятий не может быть результатом лишь абстрагирования общих многим предметам признаков, а предполагает «бесконечный процесс раскрытия новых сторон, отношений» и т. д., «бесконечный процесс углубления познания человеком вещи, явлений, процессов» и т. д.

Поясним это примером. Для образования понятия «плод», с точки зрения формальной логики, достаточно перечислить общие для всех плодов признаки: у всех плодов есть оболочка, в которой заключено одно или несколько семян (иногда в плодах есть ещё и мякоть). Таким определением и приходится обычно ограничиваться на младших ступенях обучения. Но в этом определении даны лишь внешние признаки и не отражаются разнообразные связи плода с другими органами растения и с целым растением, не показаны происхождение и функция плода. Следующей ступенью в развитии этого понятия и должно быть раскрытие связей, происхождения и значения плода: плод — это часть растения, образующаяся из цветка и содержащая в себе одно или несколько семян, которые служат для размножения растений. Это определение богаче содержанием, чем первое, и глубже и правильнее отражает реальную действительность. Путём одной только абстракции нельзя образовать это понятие, как бы много отдельных плодов мы ни сравнивали между собой: для образования этого понятия необходимо рассматривать плод не только с внешней стороны, не изолированно от целого растения, а в связи с целым растением, как его органическую часть, и брать плод не статически, а в развитии, движении, изменении. Значит, понятие не сводится к простой совокупности признаков. Одной абстракции (выделения сходных моментов, отбрасывания несходных) оказывается недостаточно для образования понятия.

Но и приведенное понятие не является пределом проникновения мысли в природу. Современная наука определяет плод как разросшиеся и видоизменённые после цветения части цветка покрытосеменных растений, заключающие одно или несколько семян, служащих для размножения. Это определение отражает ещё более сложные и глубокие связи явлений природы.

Психологические исследования показывают, что и у детей процесс образования понятий идёт не так, как это представляла себе формальная логика. Очень часто ребёнок сначала пользуется более общими понятиями и от них переходит к менее общим. Сначала ребёнок усваивает слово «дерево» или «бабочка», а потом уже начинает различать отдельные деревья — берёзу, осину, липу, или отдельных бабочек — крапивницу, лимонницу, боярышницу и т. д., а не наоборот. Овладение этими видовыми понятиями обогащает общее родовое понятие. В свою очередь уточнение, конкретизация, обогащение общего (родового) понятия ведёт к уточнению, конкретизации, разграничению и развитию видовых понятий. Таким образом, образование понятий и в индивидуальном развитии ребёнка не идёт только от частного к общему (путём абстрагирования общих признаков у многих отдельных вещей), а идёт от общего (недифференцированного) к частному (дифференцированному) и, наоборот, в связи с постепенным углублением познания, — от явлений к сущности и от сущности менее глубокой к более глубокой.

Идея развития понятий в сознании учащихся обязывает составителей программ, учебников и методических руководств, а также и учителей точно определить, до какой глубины может быть раскрыта сущность

того или иного явления в каждом классе школы, учитывая уровень знаний и общего развития учащихся. Совершенно очевидно, что в начальной школе эта мера глубины раскрытия сущности будет иная, чем в средней школе и в высшей. Очевидно также и то, что на протяжении школьного курса не только возможно, но и необходимо повторно возвращаться к ранее изучавшимся явлениям с тем, чтобы раскрывать перед учащимися всё более и более глубокую сущность этих явлений.

Определяя различие между формальной логикой и диалектикой, В. И. Ленин отмечает, что «логика формальная, которой ограничиваются в школах (и должны ограничиваться — с поправками — для низших классов школы), берёт формальные определения, руководясь тем, что наиболее обычно или что чаще всего бросаются в глаза, и ограничивается этим»<sup>1</sup>.

В начальной школе, подводя детей к обобщениям, мы ограничиваемся главным образом внешними признаками, наиболее бросающимися в глаза (например, белый цвет ствола берёзы, шесть ног у насекомых и т. д.). Иногда для обнаружения существенного приходится прибегать, помимо зрения, к другим органам чувств (например, запах нефти, керосина, бензина, вкус и запах лука, моркови и других овощей, ощущение упругости стальной пластинки, резинового мяча и т. д.).

Не всегда существенное видно снаружи (например семена в плоде); учителю в таких случаях приходится прибегать к некоторым искусственным приёмам для его обнаружения (в данном случае — к разрезанию плодов).

Иногда существенное вовсе не поддаётся чувственному восприятию детей и может быть раскрыто только путём рассуждения (например пищеварение).

«Поправками на диалектику», о которых говорит Ленин, является рассмотрение явлений природы в развитии, движении, в связи с другими явлениями. В курсе естествознания начальной школы мы делаем такие «поправки» при изучении растений, рассматривая образование растений из семени, из луковицы, из клубня, образование побега из почки, образование плода из цветка и т. д. При изучении животных мы обращаем внимание детей на развитие насекомого из яйца, лягушки из икры и т. д. При изучении торфа, каменного угля, известняка знакомим детей с происхождением этих горных пород.

Надо помнить, что образование элементарных понятий есть лишь одна из первых ступеней в диалектическом познании природы учениками в процессе обучения. Дальнейший путь приведёт к раскрытию всё более и более глубокой сущности явлений, к установлению более глубоких и всесторонних связей между явлениями природы. А эти связи можно понять лишь тогда, когда отдельные явления и их классы (роды, виды) будут рассматриваться в развитии, в возникновении и уничтожении, в переходе друг в друга. Поднятие мышления на эту более высокую ступень является задачей обучения в последующих классах школы.

#### **IV. Ознакомление школьников с простейшими связями и закономерностями природы**

В понятии, как мы видели, раскрываются существенные связи предметов и явлений природы.

Но наиболее полно и отчётливо эти связи раскрываются в законах природы. Что же такое «законы природы?» Каково их значение

<sup>1</sup> Ленин В. И., Соч., т. XXVI, стр. 134.

в познании природы человеком? Нужно ли и возможно ли знакомить с законами природы учащихся начальной школы, или это задача средней и высшей школы? Каковы пути ознакомления учащихся с законами природы? Рассмотрение всех этих вопросов и является задачей данного раздела.

«В противоположность метафизике диалектика рассматривает природу не как случайное скопление предметов, явлений, оторванных друг от друга, изолированных друг от друга и не зависящих друг от друга, — а как связанное, единое целое, где предметы, явления органически связаны друг с другом, зависят друг от друга и обуславливают друг друга»<sup>1</sup>.

Эта связь явлений природы и выражается в форме законов природы. Энгельс в «Диалектике природы» пишет:

«Мы знаем, что хлор и водород под действием света соединяются при известных условиях температуры и давления в хлористоводородный газ, давая взрыв, раз мы это знаем, то мы знаем также, что это *происходит* при вышеуказанных условиях *повсюду и всегда*, для нас совершенно безразлично, произойдёт ли это один раз или повторится миллионы раз и на скольких планетах. Формой всеобщности в природе является закон»<sup>2</sup>.

Закон есть выражение наиболее общих, наиболее существенных сторон и связей материальной действительности, и поэтому научные законы глубже, вернее и полнее отражают картину объективного мира, чем непосредственное чувственное восприятие.

Человек, познавая связи, отношения, законы природы, получает возможность управлять природой, овладевать её силами и богатствами и использовать их для своих практических целей.

Ленин в книге «Материализм и эмпириокритицизм» пишет:

«Пока мы не знаем закона природы, он, существуя и действуя помимо, вне нашего познания, делает нас рабами «слепой необходимости». Раз мы узнали этот закон, действующий (как тысячи раз повторял Маркс) *независимо* от нашей воли и от нашего сознания, — мы господа природы. Господство над природой, проявляющее себя в практике человечества, есть результат объективно-верного отражения в голове человека явлений и процессов природы»<sup>3</sup>.

Итак, знание законов природы даёт возможность управлять природой. Понятно поэтому, что все науки, изучающие природу, стремились и стремятся познать закономерные связи явлений материального мира, открыть законы природы.

Овладеть основами наук о природе в школе — это и значит усвоить открытые наукой законы.

Но можно ли говорить об усвоении законов природы учащимися начальной школы? Ведь, закон есть выражение наиболее общих, наиболее существенных сторон и связей материальной действительности, а для учащихся начальной школы, как мы видели в предыдущих разделах, доступны главным образом конкретные, единичные предметы и явления и самые первичные обобщения.

Конечно, в начальной школе не может быть и речи об усвоении законов природы с такой глубиной, как они трактуются современной наукой.

<sup>1</sup> Краткий курс истории ВКП(б). 1938, стр. 101.

<sup>2</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 84.

<sup>3</sup> Ленин В. И., Соч., т. XIII, стр. 156.

Отсюда часто делается вывод: так как в начальной школе нельзя дать учащимся знания о законах природы в полном объёме — с такой глубиной, как они трактуются в современной науке, то не следует вообще делать никаких попыток знакомить детей этого возраста с законами природы. Всякая такая попытка неизбежно приведёт к грубому упрощению и искажению науки.

В предыдущем разделе мы показали ошибочность этой точки зрения в отношении образования у учащихся начальной школы научных понятий.

Совершенно аналогично положение и с законами природы: «Или раскройте перед учащимися начальной школы изучаемый закон во всей его глубине, или, если не можете этого сделать, не давайте ничего!» И здесь ошибка состоит в неправильном взгляде на законы природы, как на нечто неизменяющееся, неразвивающееся в сознании ученика на протяжении ряда лет обучения в школе.

Между тем знание законов природы не даётся сразу, а претерпевает в сознании детей ряд изменений, проходит длительный и сложный путь развития. Чтобы учащиеся в старших классах школы могли сознательно усвоить законы природы, установленные современной наукой, надо уже в младших классах создавать для этого необходимые предпосылки. Одной из таких предпосылок является понимание простейших связей между явлениями природы, в которых проявляется действие того или иного закона. В программе по естествознанию указано, какие простейшие связи должны быть раскрыты перед учащимися начальной школы. Так, например, дети должны усвоить, что вода при нагревании расширяется, а при охлаждении сжимается, что вода при нагревании переходит в пар, а пар при охлаждении превращается в воду, что твёрдые тела и газы тоже расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении, и т. д.

Раскрывая перед детьми эти простейшие связи явлений природы, учитель, конечно, не может в начальной школе дать объяснения этих явлений: он ограничивается лишь констатацией самого факта связи.

В средней школе, когда учащиеся ознакомятся с молекулярной теорией строения материи, они смогут понять природу, причину этих явлений. Самый закон приобретёт большую определённую и точность: учащиеся ознакомятся с количественным выражением закона (различные коэффициенты расширения твёрдых тел, жидкостей и газов). Этот же закон в высшей школе будет раскрыт с ещё большей глубиной в курсе физики или в специальных курсах.

В начальной школе могут и должны быть сделаны лишь самые первые шаги к ознакомлению детей с законами природы. Если начальная школа не работает в этом направлении, дети сами начинают устанавливать связи между явлениями или некритически усваивают утверждения взрослых. При этом в сознании детей часто устанавливаются связи, неверно отражающие действительность. Приведём примеры из школьной практики, подтверждающие это.

— Отчего бывает ветер?

— Потому что деревья качаются, они машут ветками и от этого получается ветер.

— Ветер бывает от дыма: дым нагибается и получается ветер.

— Ветер бывает от туч: тучи закроют солнце и от них подует холодный ветер.

Эти ответы свидетельствуют о том, что дети подметили наличие связи между ветром и деревьями, ветром и дымом, ветром и тучами. Такая связь несомненно существует, но дети без помощи и руководства со стороны учителя не смогли правильно определить, какое из наблю-

даемых явлений является причиной, какое следствием. В их сознании установилась неправильная связь, противоположная существующей в действительности.

Школа должна помогать ученикам устанавливать правильные связи между явлениями природы, знакомить их с законами природы хотя бы в самой элементарной форме. Процессом раскрытия и осознания этих связей учитель должен систематически руководить.

Но можно ли практически осуществить такое руководство? Не является ли осознание этих связей «сложным, таинственным и нежным процессом души, всякое вмешательство в который является грубою, нескладною силой, задерживающей процесс развития?»

Ответ на этот вопрос всецело зависит от понимания природы этого процесса, от того или иного понимания законов природы.

Диалектический материализм считает, что закономерность присуща самой материальной действительности, а наше сознание только отражает эту закономерность.

Энгельс в «Диалектике природы» показывает на конкретном примере, как люди приходят к знанию законов природы<sup>1</sup>.

«Уже доисторические люди знали практически, что трение порождает теплоту, когда они открыли — может быть, уже сто тысяч лет назад — способ получать огонь трением, а гораздо раньше согревали холодные части тела растиранием их. Но отсюда до открытия того, что трение есть вообще источник теплоты, прошло кто его знает сколько тысячелетий. Но так или иначе настало время, когда человеческий мозг развился настолько, что мог высказать суждение: *трение есть источник теплоты* — суждение наличного бытия и притом положительное суждение.

Прошли новые тысячелетия, пока в 1842 г. Майер, Джоуль и Колдинг не изучили этот специальный процесс в его отношении к открытым за это время другим аналогичным процессам, т. е. изучили его в его отношении к его ближайшим общим условиям и смогли формулировать такого рода суждение: всякое механическое движение способно превратиться при помощи трения в теплоту. Итак вот сколько времени и сколько эмпирических знаний потребовалось, чтобы продвинуться в познании вопроса от вышеприведенного положительного суждения и наличного бытия до этого универсального суждения рефлексии.

Но отныне дело пошло быстрее. Уже три года спустя Майер смог поднять — по крайней мере по существу — суждение рефлексии на ту высоту, на которой оно находится теперь.

Любая форма движения способна и вынуждена при определённых для каждого случая условиях превратиться прямо или косвенно в любую другую форму движения: суждение понятия, и притом аподиктическое, — высшая вообще форма суждения... В этой форме закон достиг своего последнего выражения. Благодаря новым открытиям мы можем найти новые доказательства его, придать ему новое, более богатое содержание. Но к самому закону, как он здесь выражен, мы не можем прибавить более ничего. В своей всеобщности, в которой одинаково всеобща форма и содержание, он неспособен к дальнейшему расширению: он — абсолютный закон природы».

Из этих слов Энгельса ясно, что законы природы открываются эмпирическим путём. Люди в процессе практического воздействия на природу провели десятки, а, может быть, и сотни тысяч опытов и наблюдений над единичными явлениями, прежде чем им уда-

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 101—102.



лось открыть и сформулировать тот или иной закон природы. Следовательно, путь к познанию закона природы лежит через наблюдение единичных явлений природы, через эксперимент, практику.

Но, может быть, это верно только исторически, т. е. по отношению к человечеству, открывающему законы природы на протяжении тысячелетий? Может быть, в школе следует идти иным путём, передавая результаты многовековой практики человечества в обобщённом виде — путём сообщения учащимся установленных наукой законов природы?

Мы должны будем повторить здесь то же, что уже говорили выше: педагогическая практика убедительно доказала, что попытки дать младшим школьникам обобщённые знания, минуя ступень чувственного восприятия, обычно оказываются несостоятельными. Дети в таких случаях запоминают словесные формулировки, не понимая существа вопроса. Это и понятно: закон природы — это абстракция, результат обобщения. Но чтобы обобщать, надо иметь материал для обобщения.

На нескольких примерах из школьной практики покажем, как учителя раскрывают перед учащимися простейшие связи явлений природы, подводят их к осознанию законов природы.

В I классе дети приносят с зимней экскурсии снег и лёд для изучения их свойств. Учитель кладёт снег в колбу или химический стакан и нагревает на спиртовке. Дети наблюдают за таянием снега.

— Что вы видите, дети?

— Я вижу, как снег тает. Из снега получается вода

— Отчего снег тает?

— Потому что вы его нагреваете.

— А почему сейчас снег не тает на улице?

— Потому что на улице холодно, мороз.

— А когда снег на улице тает?

— Весной, когда солнышко начнёт пригревать.

— Что же происходит со снегом при нагревании?

— Снег от тепла тает.

Так на основе наблюдений в классе и в природе устанавливается связь между явлениями: снег при нагревании тает, превращается в воду.

Аналогичные наблюдения проводятся и над льдом, и на основе этих наблюдений делается вывод: лёд от тепла тоже тает.

— Что же мы сегодня узнали о снеге и льде? — спрашивает учитель в конце урока.

— Мы узнали, что снег и лёд от тепла тают и превращаются в воду.

Этой констатацией связи двух явлений и ограничиваются пока в I классе.

В IV классе дети на основе наблюдений и опытов узнают, при какой температуре начинают таять снег и лёд, проследят, как с повышением температуры увеличивается скорость таяния, сравнят скорость таяния снега со скоростью таяния льда, и т. д.

Связь постепенно становится более конкретной и содержательной, но знания детей ещё не выходят за рамки непосредственно наблюдаемых явлений. В старших классах при изучении физики учащиеся снова возвращаются к явлениям таяния, но уже на основе молекулярной теории. Учитель теперь уже не ограничится простой констатацией связи, но объяснит учащимся природу этого явления. Дети сопоставят таяние снега и льда с плавлением твёрдых тел. Связь станет более общей, более глубокой

Начиная с I класса, дети ведут наблюдения над погодой и сезонными явлениями, делая отметки в календаре природы. Вывесив рядом календари за сентябрь и декабрь, учитель предлагает детям указать, какие изменения произошли в природе за истекшие 3 месяца. Дети отмечают, что осенью росла трава, а теперь земля покрыта снегом; осенью на деревьях были листья, а теперь их нет, они опали; осенью было много насекомых, а теперь их нет, и т. д.

— Отчего же произошли все эти изменения в природе? Учитель предлагает детям сравнить по отметкам в календаре, какая погода была в сентябре и декабре. Дети отвечают, что в сентябре не было морозов, а в декабре всё время морозы. С помощью учителя дети делают вывод: изменения в окружающей природе произошли от наступления морозов.

В дальнейшем так же сравнивают какой-нибудь весенний месяц с зимним и опять на основе наблюдений делается вывод: весной всё в природе оживает потому, что солнце начинает сильнее пригревать.

В I классе и ограничиваются констатацией этой очевидной связи между состоянием погоды и изменениями в природе, не задаваясь вопросом, почему одно и то же солнце неодинаково греет в разные времена года. На этот вопрос дети получают ответ в V классе на уроках географии, познакомившись со сменой времён года, являющейся следствием наклона земной оси. Но более подробно о наклоне оси и вращении земли вокруг солнца они узнают только в X классе — в курсе астрономии. Так перед детьми постепенно раскрываются всё более глубокие и более общие связи явлений природы.

В этих примерах отчётливо видны методические приёмы, с помощью которых учитель приводит детей к осознанию связи явлений природы.

Учитель прежде всего предоставляет возможность детям непосредственно наблюдать явления, в которых наиболее очевидным образом обнаруживается действие изучаемого закона природы. С помощью последовательного ряда вопросов учитель обращает внимание детей на наличие связи между явлениями. Если эта связь явлений не сразу бросается в глаза, учитель прибегает к различным приёмам, чтобы сделать эту связь более очевидной. Так, например, простое наблюдение явлений зимней природы само по себе ещё ничего не говорит об изменениях, происшедших в природе с наступлением зимы, и их причине. Чтобы сделать и самые изменения и их причину более очевидными для детей, учитель организует ведение календаря природы. В календаре фиксируются типичные явления каждого сезона. Сравнение календарей за разные месяцы даёт возможность наглядно видеть, какие изменения произошли в природе. А сопоставление этих изменений с изменениями погоды помогает осознать связь между состоянием погоды (похолодание — потепление) и сезонными изменениями в природе.

Иногда связь явлений обнаруживается путем умозаключения. Так, например, чтобы доказать, что при дыхании образуется углекислый газ, учитель пропускает выдыхаемый воздух через известковую воду, которая от этого становится мутной. А перед этим дети наблюдали, что углекислый газ мутит известковую воду. Отсюда они делают умозаключение: так как от выдыхаемого воздуха известковая вода стала мутной, а мы знаем, что она делается мутной от углекислого газа, значит — в выдыхаемом воздухе есть углекислый газ. Таким образом, наблюдаемое явление объясняется путём умозаключения, опирающегося на предшествующие чувственные восприятия, представления.

Во всех приведенных примерах исходным моментом является наблюдение. Но наблюдают дети единичные явления, а закон, как

мы видели, выражает всеобщую связь явлений природы. Каким же образом совершается этот переход от единичного к общему? Мы уже говорили, что человечество должно было провести тысячи опытов и наблюдений, чтобы совершить этот переход от единичного к общему, чтобы открыть и сформулировать тот или иной закон природы. А мы в обучении из огромного количества этих опытов выбираем один-два особенно типичных, в которых данный закон проявляется наиболее очевидным образом, а далее рассказываем и о других подобных фактах, наблюдавшихся другими людьми, и на основании всего этого приводим детей к осознанию и формулировке закона. С законом, для открытия которого человечеству понадобились тысячелетия, мы знакомим учащихся в течение одного урока. Этого мы достигаем благодаря передаче опыта, накопленного человечеством, в обобщённом виде. Но эта передача обобщённого опыта не сводится к простому заучиванию готовых выводов и словесных формулировок, а предполагает необходимость чувственного восприятия явления детьми. Наблюдение типичных явлений, заранее с определённой целью отобранных, а иногда и искусственно воспроизведенных учителем, является тем трамплином, с помощью которого мысль детей совершает прыжок от конкретного единичного явления в сферу общего.

Сообщаемые учителем факты и выводы лишь в том случае становятся понятными для детей и могут быть сознательно усвоены ими, если они опираются на прочный фундамент чувственных восприятий.

В развитии наук о природе огромная роль принадлежит гипотезам.

«Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, — пишет Энгельс, — является гипотеза»<sup>1</sup>.

Развивая далее эту мысль, Энгельс показывает, как с помощью гипотез открываются законы природы.

«Открывается новый факт, делающий непригодным прежний способ объяснений относящихся к той же самой группе фактов. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, опирающегося сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений. Дальнейший опытный материал приводит к очищению этих гипотез, устраняет одни из них, исправляет другие, пока наконец не будет установлен в чистом виде закон»<sup>2</sup>.

Конечно, самостоятельное построение каких-либо научных гипотез совершенно недоступно не только для учащихся начальной, но и для учащихся средней школы. Не будем мы знакомить младших школьников и с гипотезами, излагаемыми в науке. Но в приведенных положениях Энгельса есть одна очень ценная для методики естествознания мысль: это путь к открытию законов природы через постоянное преодоление противоречия между фактами и их объяснением.

Поясним эту мысль на примере из школьной практики.

Тема урока — «Перегонка воды» (III класс).

Урок начинается с повторения материала, пройденного на предыдущих уроках (растворимые и нерастворимые вещества, очистка воды от мути путём фильтрования).

Учитель. Мы знаем, что воду можно очистить от мути, т. е. нерастворимых веществ, путём фильтрования. А как очистить воду от веществ, которые растворены в воде?

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 6.

<sup>2</sup> Там же.

Чтобы конкретизировать этот вопрос, сделать его более жизненным и близким детям, учитель рассказывает следующую маленькую историю. «Корабль потерпел на море крушение. Скоро кончился запас пресной воды. Морская вода горькая и солёная (в ней растворены соли), её нельзя пить. Людей мучит жажда, хотя кругом вода. Как же быть? Нельзя ли эту горькую и солёную воду очистить от растворённых в ней солей, сделать воду пресной, пригодной для питья?»

Этот вопрос заставляет учащихся задуматься и они начинают высказывать различные предположения.

Ученик. Я знаю, как очистить морскую воду от соли: надо солёную морскую воду процедить через фильтр.

Учитель. А разве растворённая соль задерживается фильтром? Вспомните наши опыты с растворимыми веществами. Ведь, мы пропустили на прошлом уроке солёную воду через фильтр и пробовали её: какая она?

Ученик. Она как была солёная, так солёная и осталась. Растворимые вещества не задерживаются фильтром.

Учитель. Так значит с фильтром ничего не выйдет. Как же быть?

Ученик. Надо вскипятить воду.

Другой ученик. А куда же денется соль? Если щи солёные долго кипятить, они ещё солонее делаются: воды будет меньше, а соль остаётся.

Третий ученик. Нельзя очистить. Надо скорее плыть к берегу и набрать пресной воды.

Учитель. А если берег далеко? Тогда все люди погибнут от жажды, пока доберутся до берега. Ну, я помогу вам решить эту задачу: а что если воду испарить, а потом...

Ученик. Я знаю, я догадался, — надо долго кипятить морскую воду. Вода испарится. Потом этот пар надо охладить, из него получится вода. Эта вода будет пресная.

Учитель. А почему ты думаешь, что она будет пресная?

Ученик. Потому, что соль не испаряется вместе с водой. Когда мы делали опыт с насыщенным раствором соли, мы воду испарили, а вся соль осталась в жестянке.

В этом примере показано, как учитель руководит работой мысли учащихся. Заставив детей обдумывать поставленную задачу, он внимательно выслушивает все предлагаемые детьми способы решения задачи. Он не просто отвергает неправильные решения, а обращает внимание на известные детям факты, которые противоречат высказанным предположениям. Дети видят (осознают) это противоречие и оно заставляет их искать новых решений. Так преодолевая эти противоречия, отбрасывая неправильные предположения, дети приходят, наконец, с помощью учителя к правильному решению задачи.

Очень важно, чтобы дети с полной очевидностью сами убедились в неправильности своих предположений. Лучшим способом показать их ошибочность является практическая их проверка путем постановки опыта. Но если бы учителю пришлось проверять опытным путём все высказанные детьми предположения, то на это потребовалось бы слишком много времени. Да в этом и нет необходимости: ошибочность многих предположений, высказанных детьми, легко показать путём простого рассуждения, опираясь на известные детям факты.

В приведенном примере именно так учитель и поступил.

Но в тех случаях, когда у детей мало или совсем нет фактов для заключений, надо прибегать к опытной проверке высказанных предположений.

Так, например, в одной школе при демонстрации известного опыта с пробкой, вылетающей из пробирки под действием сжатого пара, у детей возник вопрос, почему не слетает с самовара крышка, когда в нём кипит вода? Дети высказали два предположения: 1) «потому что крышка у самовара тяжелая и у пара нехватит силы её поднять», 2) «потому что в крышке есть дырка, через которую весь пар выходит наружу». Жизненный опыт детей и полученные на уроках знания оказались недостаточными, чтобы решить, какое из двух предположений правильно.

Учитель разрешил этот вопрос путём дополнительного опыта: в пробирку была вставлена пробка с отверстием. Пар выходил через отверстие и пробка не вылетала. Таким образом, опыт подтвердил правильность второго предположения. А чтобы окончательно отвергнуть первое предположение, учитель сообщил, что сжатый пар может разорвать котёл паровоза с очень толстыми стенками.

Таким образом, высказывание предположений и их проверка путём опытов и рассуждений обеспечивает лучшее понимание детьми связей природы. Кроме того, этот приём повышает активность детей на уроке, развивает интерес к предмету и содействует развитию логического мышления учащихся.

Таковы важнейшие методические приёмы, пользуясь которыми учитель может подводить детей к пониманию простейших связей и закономерностей природы. Из всего изложенного можно видеть, в чём состоит специфика познания закона природы учащимися в процессе обучения, по сравнению с открытием этого закона в науке:

1. Этот закон уже известен учителю, занимающемуся с детьми.
2. Учитель специально отбирает небольшое количество типичных явлений, доступных для наблюдения, и руководит наблюдениями учащихся, помогая подметить и осознать связь явлений.
3. Основываясь на представлениях, полученных детьми в результате наблюдения, учитель сообщает (рассказ, чтение) о других аналогичных явлениях, наблюдавшихся другими людьми.
4. Учитель помогает детям сделать вывод, сформулировать закон.

Таковы важнейшие отличия познания законов природы в обучении от открытия их в науке. Но у обоих этих процессов есть и общее:

1. Закон открывается путём наблюдения единичных явлений.
2. Законы развиваются и в истории человечества и в сознании отдельного учащегося, а не являются неподвижными и застывшими категориями.

В педагогической литературе иногда высказывается мысль, что формулировать выводы и заключения должен сам учитель. Подобные утверждения являются естественной реакцией против уродливых форм «вытягивания» из детей знаний, которые могут и должны быть сообщены учителем. Однако было бы большой ошибкой совершенно отказаться от привлечения детей к формулировке вывода. Задача школы состоит не только в том, чтобы передать учащимся знания, но также и в развитии различных способностей детей и в первую очередь способностей мышления и речи. А для разрешения этой задачи нужны упражнения. Нельзя выучить детей самостоятельно мыслить и чётко выражать свои мысли словами иначе, как путём практики.

Подводя детей к выводу, учитель должен убедиться, насколько сознательно дети усвоили закон или связь явлений природы и дать упражнения для закрепления полученных знаний.

Как и при проверке усвоения понятий, здесь нельзя ограничиться простой проверкой запоминания вывода. Дети могут запомнить словесную формулировку закона, не понимая его существа. Чтобы проверить действительное понимание закона, надо заставить детей не только повторить формулировку закона, но и практически применить полученные знания. В некоторых случаях это будет предложение привести примеры из жизни, подтверждающие закон (например: «Приведите ещё примеры, показывающие, что твёрдые тела расширяются при нагревании»). В других случаях это будет решение задач (например, после изучения трёх состояний воды и растворения, учитель предлагает детям очистить соль, случайно смешавшуюся с речным песком).

Иногда учитель предложит детям самостоятельно объяснить те или иные явления жизни, не изучавшиеся на уроках (например, почему пролился керосин из бутылки, принесённой с мороза в тёплую комнату, и т. д.).

Выполняя подобные работы и упражнения, ученики должны самостоятельно применить полученные знания.

Если закон не усвоен, если связь явлений не понята детьми, они или вовсе не смогут ответить на вопросы, или будут давать ошибочные ответы.

Предлагаемые вопросы, упражнения и задачи не только служат средством проверки знаний, но они одновременно помогают закреплять знания, содействуют прочности запоминания. Эти упражнения надо в дальнейшем повторять, давая их в различных вариантах и привлекая новый материал из жизни и полученный на уроках.

Всякий вывод, закон выражается в форме суждения. Суждение, отражая связь явлений, оперирует понятиями. Каково же отношение между понятиями и законом? В. И. Ленин пишет так: «Закон есть *отношение* . . . Отношение *сущностей* или между сущностями»<sup>1</sup>.

А сущность, как мы знаем, отражается в понятиях. Следовательно, осознать закон можно, только овладев соответствующими понятиями. Так, например, чтобы сознательно усвоить закон «все твёрдые тела расширяются при нагревании», надо овладеть понятиями «тело», «нагревание», «расширяется». Если эти понятия отсутствуют в сознании, то как бы ученик не старался заучить закон, он не в состоянии сознательно его усвоить. В лучшем случае он заучит словесную формулировку закона, не понимая самого существа явлений, связь между которыми выражается этим законом.

Отсюда должен быть сделан следующий вывод для методики естествознания: чтобы подвести детей к пониманию того или иного закона природы, надо прежде образовать в их сознании отчётливые понятия, которыми оперирует данный закон.

Путь ознакомления учащихся с законами природы, как мы видели, в основном индуктивный: от наблюдаемых единичных явлений дети переходят к выводам и обобщениям. В какой мере этот путь является правильным теоретически и оправдывает ли он себя в школьной практике?

Вопрос о месте и значении индукции в теории познания имеет свою длительную историю, излагать которую здесь не место.

«Индукция и дедукция, — пишет Энгельс, — связаны между собой столь же необходимым образом, как синтез и анализ. Вместо того чтобы превозносить одну из них до небес за счёт другой, лучше ста-

<sup>1</sup> Ленинский сборник, IX, стр. 133.

раться применять каждую на своём месте, а этого можно добиться лишь в том случае, если иметь в виду их связь между собой, их взаимное дополнение друг другом»<sup>1</sup>.

Таким образом, в науке индукция неотделима от дедукции. Но индукция сыграла в свое время огромную положительную роль в естествознании в период, когда в науке шло накопление фактов и их первоначальная систематизация.

В младших классах школы также происходят накопление фактов и их первоначальная систематизация. Знания детей ещё бедны и не могут служить основой для широких дедуктивных выводов. Поэтому в первоначальном обучении естествознанию педагогически вполне целесообразно широко использовать индуктивный метод, который позволяет подводить детей к обобщениями на основе наблюдения единичных явлений, простейших опытов, анализа, сравнения. Индуктивный метод обеспечивает осознание учащимися простейших связей и закономерностей в природе.

Но надо иметь в виду, что и в обучении индукция неотделима от дедукции.

Чтобы убедиться в правильности изложенных выше методических положений, мы организовали их экспериментальную проверку в ряде городских и сельских школ.

Эксперимент проводился так же, как это было описано в предыдущей главе. Для проверки был взят один вопрос: «Отчего бывает ветер?»

До начала эксперимента была проведена проверка представлений детей по этому вопросу. Проверка обнаружила отсутствие у детей правильных знаний о причинах происхождения ветра. Типичные ответы детей приведены нами выше (стр. 150). В качестве причин ветра дети указывали явления, которые представляют его следствие.

Далее учителя экспериментальных классов провели с детьми ряд наблюдений и опытов, выясняющих причину возникновения ветра.

Бросая мелкие кусочки папиросной бумаги над стеклом горящей керосиновой лампы, учителя наглядно показали детям, что тёплый воздух поднимается вверх. Был показан и известный опыт с зажжённой свечой у открытой двери. Из этого опыта дети сделали вывод: тёплый воздух из класса поверху идёт в коридор, а на его место из коридора низом притекает холодный воздух. После этих опытов учителя рассказали, как происходит подобное перемещение тёплого и холодного воздуха в природе. В учебнике дети прочли описание показанных опытов и статью о ветре.

По окончании темы «Воздух» была проведена проверка знаний детей путём индивидуального опроса. Опрос был организован так, что опрашиваемый ученик не слышал ответов своих товарищей. В некоторых классах проверка знаний проводилась в форме письменной работы на тему «Отчего бывает ветер». Результаты эксперимента представлены в следующей таблице:

| <b>Процент правильных ответов</b> |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| До изучения темы                  | После изучения темы |
| 5                                 | 97                  |

В своих устных и письменных ответах дети очень коротко, но вполне правильно отмечали, что «ветер — это движение воздуха», «тёплый воздух поднимается вверх, а на его место притекает холодный. от этого и получается ветер», «солнце не везде одинаково греет землю;

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы, стр. 34.

где оно сильнее нагреет, там воздух поднимается кверху, а на его место придёт холодный воздух, от этого и получается ветер», и т. п.

В школах, где в основу урока был положен рассказ учителя, а опыты были использованы лишь как иллюстрация к рассказу, количество правильных ответов при проверке знаний оказалось равным 63%. Здесь ответы детей были менее уверенны, чётки и определённы, чем в тех школах, где сами дети привлекались к формулировке выводов. Активная работа мысли детей, очевидно, оказывает значительное влияние на сознательность и прочность усвоения учебного материала при использовании совершенно одинаковых средств наглядного обучения.

Таким образом, экспериментальная проверка подтвердила правильность и эффективность рекомендуемых нами методических приёмов.

Говоря о раскрытии перед детьми простейших связей в природе, мы все время имели в виду причинную (каузальную) связь явлений природы.

Открытие причинных связей всегда составляло и составляет одну из главнейших задач любой науки. Это и понятно: знание причин явлений, как мы выше видели, даёт нам возможность управлять природой, использовать её силы и богатства для своих практических целей. Ещё Бэкон указывал, что «истинное знание есть знание посредством причин»<sup>1</sup>.

Для раскрытия причинных связей необходим был особый научный метод, который и был разработан философами и исследователями природы. Таким методом явилась индукция, получившая, как мы видели выше, весьма широкое распространение в науке. Понятие причины, говорит Милль, есть корень всей теории индукции.

Из философии и естественных наук эти идеи были очень скоро перенесены в школьное обучение. Так уже Коменский писал в «Великой дидактике»:

«... знать что-нибудь — это значит познавать вещь в причинной связи»<sup>2</sup>.

Раскрытие причинных связей в природе стало краеугольным камнем методики естествознания.

Изучение вещей через познание причин несомненно принесло большую пользу науке и обучению.

Наблюдая природу, люди сначала констатируют простое сосуществование явлений. Дальнейшее изучение приводит к установлению причин. Но развивающийся процесс диалектического познания природы не останавливается на этом:

«От сосуществования к каузальности и от одной формы связи и взаимозависимости к другой, более глубокой, более общей»<sup>3</sup>.

«Чтобы действительно знать предмет, — говорит Ленин, — надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования». Мы никогда не достигнем этого полностью, но требование всесторонности предостережёт нас от ошибок и от омертвления»<sup>4</sup>.

Конечно, в начальной школе должны быть сделаны лишь самые первые шаги в познании связей природы. Учитель может вполне быть удовлетворён, если ему удастся показать детям «сосуществование» явлений природы и поднять их мысль до осознания ближайшей, наиболее очевидной причины явления. Раскрытие более глубоких и общих свя-

<sup>1</sup> Бэкон, Новый органон. Соцэкгиз, 1935, стр. 197—198.

<sup>2</sup> Ян Амос Коменский, Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз 1939, т. I, стр. 182.

<sup>3</sup> Ленинский сборник, IX, стр. 259.

<sup>4</sup> Ленин В. И., Соч., т. XXVI, стр. 134.



зей — задача дальнейшего изучения природы в средней и высшей школах.

### У. Связь теории с практикой в преподавании естествознания

Выше (стр. 151) уже упоминалось, что знания о материальной действительности добывались человечеством в процессе практического воздействия на природу.

Энгельс в «Диалектике природы» и «Анти-Дюринге» показал, что не только астрономия, физика, химия, биология, но даже и такие «умозрительные» науки, как математические, возникли и развились под влиянием потребностей общественного производства.

Маркс и Энгельс в борьбе с идеализмом и созерцательным подходом к природе предшествующих им материалистов смело и решительно ввели практику в теорию познания.

«У Энгельса вся живая человеческая практика врывается в самую теорию познания, давая объективный критерий истины», — пишет В. И. Ленин<sup>1</sup>.

В. И. Ленин вслед за Марксом и Энгельсом неоднократно отмечал в своих работах значение практики для теории познания:

«Точка зрения жизни, практики должна быть первой и основной точкой зрения теории познания»<sup>2</sup>.

«...практика человека и человечества есть проверка, критерий объективности познания»<sup>3</sup>.

«Истина есть процесс. От субъективной идеи человек идёт к объективной истине через «практику» (и технику)»<sup>4</sup>.

Итак практическая деятельность человечества служит основой развития познания и критерием истинности наших знаний.

Какова же роль практики в обучении? На ранних ступенях развития человеческого общества всё воспитание и обучение осуществлялось в процессе выполнения детьми трудовых заданий старших. С усложнением форм труда становилось всё труднее овладевать необходимыми для трудовой деятельности навыками и знаниями в процессе самой этой деятельности. Возникла потребность в организации специальных учреждений, которые могли бы передавать молодому поколению обобщённые результаты предшествующего труда других людей. Таким учреждением и явилась школа, осуществляющая организованное обучение. Результаты человеческого опыта обобщены в понятиях, законах, категориях науки. Учащиеся в школе должны усвоить эти понятия, законы, сообщаемые учителем и изложенные в учебниках. Книжно-словесное обучение заменило собой непосредственную практическую деятельность детей. Обучение оторвалось от жизни, практики, порвало связь с личным опытом ребёнка. Естественным следствием такого обучения явилось отсутствие у детей интереса к учению, невнимание, отвращение к умственному напряжению, механическая зубрёжка.

Буржуазная педагогика стремилась преодолеть разрыв между теорией и практикой в обучении путём введения в школу домоводства, ремесл и т. д., вокруг которых группировались бы занятия физикой, химией, математикой и другими предметами.

<sup>1</sup> Ленин В. И., Соч., т. XIII, стр. 156.

<sup>2</sup> Там же стр. 116.

<sup>3</sup> Ленин В. И., Философские тетради, стр. 202.

<sup>4</sup> Там же, стр. 193.

«Дети знакомятся с химией в связи с варкой и приготовлением пищи, они узнают принципы геометрии в столярной мастерской и кое-что из географии и истории в связи с ткачеством и шитьём»<sup>1</sup>.

В основу обучения кладётся личный опыт ребёнка, знания носят отрывочный и узко-прикладной характер. Этими недостатками страдали и комплексные программы Государственного ученого совета.

Весь учебный материал в этих программах группировался в темы, которые должны были отразить «конкретную сложность явлений, взятых из действительности». Стержнем, вокруг которого развёртывалась каждая тема, являлся труд: «Личный и коллективный труд ребёнка в семье и в школе, труд ближайших его соседей даёт тот материал, исходя из которого идут школьные образовательные процессы, расширяется горизонт ребёнка, познаётся природа и общество, даются первые организационные, счётные, измерительные навыки; труд, наконец, вызывает и потребность в грамоте»<sup>2</sup>.

Комплексная система и метод проектов, кладущие в основу обучения личную практику детей, не могли обеспечить правильного разрешения вопроса о связи теории с практикой в обучении.

Это и понятно: практика детей узка и ограничена, а знания, накопленные человечеством, необычайно широки. Попытка построить теоретическое обучение на этом узком фундаменте либо приводит к делячеству и эмпиризму, ограничению теории, либо к искусственным «увязкам» широких обобщений с узкими делами.

Центральный комитет ВКП(б) справедливо осудил комплексную систему и метод проектов, как не отвечающие задачам нашей советской школы.

Связь теории с практикой в обучении надо понимать более широко. Во-первых, практика человечества в обобщённом виде входит в самое содержание основ науки; во-вторых с практикой ученики знакомятся, наблюдая трудовую деятельность взрослых и участвуя в ней; в-третьих, практикой являются и школьные лабораторные занятия, труд на сельскохозяйственном участке, в мастерской, общественно-полезная работа и т. д.

Роль личной практики детей в обучении очень велика.

Приведём ряд примеров из опыта школы, показывающих значение, место и формы связи теории с практикой в преподавании естествознания.

Учащиеся IV класса, вскапывая гряды на огороде, обратили внимание на обилие дождевых червей.

— Какие они противные, скользкие, — сказала одна из девочек. — Я их сейчас всех изрублю лопатой.

— Разве можно их рубить, они полезны для огорода, — заметил мальчик, услышавший слова девочки.

— Чем полезны? По-моему, они вредные, они едят овощи, портят корни.

— Как же они будут есть овощи, когда у них нет рта и зубов? Они уничтожают вредителей огорода.

— Сам же говоришь, у них нет рта и зубов, а как же они могут уничтожать вредителей?

В разговор вмешались другие школьники. Среди детей разгорелся спор. За разрешением его дети обратились к учителю.

<sup>1</sup> Дьюи, Школа и общество. М., 1922, стр. 45.

<sup>2</sup> Программы начальной школы, 1923, стр. 62.

— Ваш вопрос, — сказал учитель, — очень серьёзный. Ведь, если дождевые черви вредны для огорода, то их надо уничтожать, а если полезны, то их не следует трогать. А как же разрешить этот вопрос?

— Надо узнать, что они едят.

— Узнать, как они живут, чем питаются.

— Посмотреть, есть ли у них рот и зубы, могут ли они есть овощи и вредителей огорода.

— Да, дети, мы так с вами и сделаем: возьмём дождевых червей в наш живой уголок, понаблюдаем за ними, а потом проведём урок, на котором подробно поговорим о дождевых червях. На уроке вы расскажете о том, что узнали о дождевых червях, наблюдая за ними в живом уголке, а потом я прочту вам, что учёные узнали о дождевых червях.

В дальнейшем дети провели очень интересные наблюдения над дождевыми червями в уголке природы.

Живо и интересно прошёл урок по теме «Жизнь животных», посвящённый знакомству с дождевым червём. На основе проведенных детьми наблюдений, чтения и рассказа учителя был сделан вывод, что дождевые черви — очень полезные для огорода животные, и что их поэтому ни в коем случае не следует уничтожать.

В этом примере практическая работа явилась хорошим стимулом для дальнейшей теоретической работы. Практическая потребность разрешить тот или иной вопрос повышает интерес детей к учебным занятиям, делает их работу более осмысленной, мотивированной.

«Цель, которую ребёнок сам себе ставит, — пишет Дьюи<sup>1</sup>, — заставляет его отыскивать средства для её достижения. Но когда какой-нибудь материал даётся как урок, который надо выучить, то связующие нити между потребностью и целью явно отсутствуют. Всё, что есть механического и мёртвого в обучении является результатом отсутствия мотивировки».

Учитель должен внимательно прислушиваться и приглядываться к детям во время их практической работы, следить за возникающими в процессе работы вопросами, наталкивать на эти вопросы и умело использовать их для стимулирования учебных занятий школьников. Но это отнюдь не значит, что изучение каждого вопроса школьной программы должно обязательно вытекать из потребностей личной практики детей, как это делалось при методе проектов. Такая постановка обучения неизбежно приводила к бессистемности теоретических занятий, к «клочковатости» знаний. Поэтому положение, выдвигаемое Дьюи, нуждается в некоторых уточнениях и поправках: 1) нет необходимости каждый вопрос программы связывать с личной практикой ребёнка, 2) мотивировать знания могут не только практические потребности ребёнка, но и теоретический интерес к вопросу, осознание его значения для понимания других вопросов; 3) совсем не обязательно, чтобы цель ставил перед собой сам ученик. Цель может поставить и учитель, важно лишь, чтобы ребёнок хорошо осознал эту цель.

Учащиеся III класса по заданию учителя собрали кусочки различных металлов для использования этого материала на уроках при изучении темы «Металлы». Учитель предложил детям разобрать принесённые металлы и разложить их по коробкам. При выполнении этого задания у детей встретились затруднения: дети не знали, как отличить железо от стали и чугуна, как свинец отличить от олова. Учитель помог детям (путём наводящих вопросов, сравнений, объяснений) научиться без-

<sup>1</sup> Дьюи, Школа и ребенок. Гиз, 1923, стр. 17.

ошибочно различать эти металлы по характерным внешним признакам (блеск, твёрдость, гибкость, упругость и т. д.).

Ученики II класса пришли на огород полоть грядки. Всходы овощей были ещё не велики. Некоторые дети, не отличая всходов сорняков от всходов овощей, по ошибке выдернули несколько овощных растений. Учитель заметив это, приостановил работу детей и предложил внимательно присмотреться к всходам овощей, чтобы по ошибке не выдернуть их вместо сорняков. С помощью наводящих вопросов и сравнений он помог детям подметить характерные отличительные признаки тех и других растений.

Оба эти примера показывают, что практическая работа помогает уточнить представления детей о предметах.

Это отнюдь не значит, что представления детей могут уточняться только в процессе практической работы. Образование и уточнение представлений происходят и на обычных классных уроках, где дети знакомятся с предметами или их изображениями. Но практическое знакомство с предметом даёт наиболее полные, богатые конкретным содержанием представления о нём.

Воздействуя в процессе труда на тот или иной предмет, дети знакомятся с его разнообразными свойствами. Так, например, вскапывая грядку, дети наблюдают цвет почвы, узнают, что почва бывает плотная (её трудно копать) и рыхлая (её легко копать), песчаная, глинистая, чернозёмная, сухая и влажная, в почве попадаются камни, щепки, корни растений и т. д.

Выращивая какое-нибудь растение на огороде, дети получают о нём гораздо более отчётливое и полное представление, чем в том случае, если бы они познакомились с ним только на уроках в классе. Они лучше научатся различать семена растений по внешнему виду, проследят за развитием растения от посева семян до созревания плодов, познакомятся с основными частями (органами) растения и т. д.

Надо использовать все возможности для практического ознакомления детей с изучаемыми предметами и явлениями.

Отчётливые представления, полученные детьми в процессе практической работы, облегчат образование у детей правильных понятий. Дети, наблюдавшие в процессе работы на огороде образование плодов из цветка (у гороха, огурцов, помидоров), собиравшие и лущившие бобы, горох и т. д., гораздо легче овладевают элементарным понятием «плод», чем те дети, которые только на уроке впервые ознакомятся с этим материалом.

В некоторых случаях дети не в состоянии даже выполнить практическую работу, не овладев соответствующим понятием. Так, например, нельзя организовать сбора металлов, если дети не имеют хотя бы элементарного понятия о металлах, если они не знают существенных признаков металлов. В процессе практической работы с металлами (их сбор, раскладка на хранение, приготовление простейшего самодельного оборудования и т. д.), понятие «металл» уточняется и обогащается конкретным содержанием: дети на практике убеждаются, что металлы блестят, звенят, куются, хорошо проводят тепло и т. д.

Это отнюдь не значит, что понятия могут образоваться только в процессе практической работы детей. Их можно образовать и на обычных классных уроках, используя для этого предметы природы, наглядные пособия, а также опираясь на уже имеющиеся у детей представления. Но надо широко использовать все возможности, которые предоставляет практика для образования в сознании детей правильных и богатых конкретным содержанием понятий.

Практическая работа помогает детям раскрывать и осознавать связи явлений природы. Так, например, работая на огороде, дети замечают, что кто-то повредил листья у капусты. Они ищут виновников этих повреждений. Находят зелёных гусениц. Откуда же взялись гусеницы? Осматривая более внимательно листья капусты, дети замечают на некоторых из них жёлтенькие яички. Не из них ли вывелись зелёные гусеницы? По предложению учителя дети берут лист капусты с кладкой яичек в живой уголок и наблюдают, как из яичек выводятся гусеницы, как гусеницы передвигаются, питаются, растут. Нетрудно проследить и дальнейшую судьбу гусениц: они превращаются в куколок, а куколки — в бабочек. Так вот откуда берутся гусеницы на капусте. Красивая бабочка, порхающая над грядками с капустой, оказывается виновной если не в гибели, то в серьёзных повреждениях капусты!

— А как же бороться с этим вредителем?

— Надо ловить и уничтожать бабочек, — предлагают дети.

— Верно! Но разве всех их переловишь?

— Надо собирать и уничтожать гусениц и раздавливать кладки яичек.

— Верно. Надо регулярно заниматься этой кропотливой работой. Но нельзя ли найти себе помощников, чтобы облегчить эту работу? Такие помощники есть — это птицы, жабы и маленькие насекомые — наездники, откладывающие яички в тело живых гусениц.

Учитель организует наблюдения детей над этими животными на огороде и в живом уголке. Так постепенно выясняются сложные связи и взаимоотношения между отдельными объектами природы. Знание этих связей помогает установить правильное отношение детей к изучаемым объектам. Знания, приобретенные в процессе и в связи с практической работой, оказывают влияние на эту практическую работу, делают её сознательной и эффективной.

Это не значит, что эти связи можно раскрывать перед детьми только в процессе их практической работы. Как мы показали в предыдущем разделе, они могут быть раскрыты на обычных классных уроках на основе организуемых учителем наблюдений, опытов, а также путём рассказа, чтения учебника и т. д. Но связи, раскрытые в процессе практической работы, отличаются наибольшей конкретностью, очевидностью, а потому легче усваиваются и осознаются детьми. Поэтому надо использовать все возможности, которые предоставляет практика для раскрытия связей и закономерностей в природе.

В разделах об образовании понятий и ознакомлении детей с простейшими связями и закономерностями природы мы уже упоминали, что лучшей формой закрепления и проверки знаний детей является применение этих знаний на практике. Приведём ещё несколько примеров, показывающих роль практики как способа проверки знаний. Дети получили на уроке первое понятие о плодах растений. Учитель даёт задание на дом: собрать разные плоды и принести их в класс для изучения и приготовления коллекций. На другой день, принимая материал, учитель обнаружил, что некоторые дети в числе плодов принесли картофелину, морковь, лук, репу. Так выполнение практического задания обнаружило отсутствие у некоторых детей правильного понятия о плодах.

В одной из школ учитель объяснил детям на уроке строение луковицы. Дети осмотрели внешний вид луковицы, затем разрезали её и познакомились с внутренним строением. Учитель показал, где у луковицы будут расти листья, где корни. Дети зарисовали луковицу в тетради. Казалось, что дети получили вполне отчётливое понятие о луковице.

Вскоре после этого дети сажали лук на огороде. Через 1½ недели обнаружилось, что 2 ряда луковиц не дали всходов. Чтобы проверить причину гибели растений, раскопали землю и вынули несколько луковиц. Оказалось, что луковицы в этих рядах посажены вверх донцем, верхушкой вниз!

И в этом случае практика обнаружила пробелы в знаниях детей. Ученикам, сделавшим неправильную посадку, учитель предложил заново проделать работу. Можно быть уверенным, что дети навсегда запомнят, как надо сажать лук и где у луковицы донце, а где верхушка.

В другой школе учитель предложил детям проредить морковь, всходы которой оказались густыми. Некоторые дети неохотно выполняли задание: им было «жалко выдёргивать такие маленькие хвостики». Учитель предложил оставить часть моркови непрореженной: «Посмотрим, что получится». Осенью дети наглядно убедились, что непрореженная морковь принесла значительно меньший по весу урожай и плохого качества. Практика подтвердила правильность агрономического совета о необходимости прореживания густых всходов.

Выше (стр. 115) мы приводили известное положение Ленина «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике». Механически перенося это положение теории познания в обучение, некоторые педагоги считают, что практика должна являться лишь заключительным звеном при изучении того или иного вопроса и служить только для проверки и закрепления знаний. Приведенные нами примеры из опыта ряда школ показывают, что это не так. Практика может быть использована как ценное педагогическое средство на всех этапах изучения темы, она помогает интересно и конкретно поставить перед детьми проблему, образовать в их сознании отчётливые представления и понятия, раскрыть перед детьми связи и закономерности явлений природы, проверить правильность выводов и т. д.

Итак, личная практика детей имеет очень большое значение в преподавании естествознания. И всё же она не может служить центром, вокруг которого развёртывается всё обучение основам наук. Далёко не все положения науки могут быть даны на основе личной практики детей. Да и нет необходимости (даже если бы это было возможно) обязательно все положения науки давать на основе практики. Многие понятия и законы природы могут быть хорошо усвоены детьми на основе предшествующего личного опыта и ранее накопленных знаний.

Практика играет исключительно большую роль как в теории познания, так и в обучении. И там и здесь практика служит могучим источником и стимулом приобретения знаний, а также критерием, проверкой их истинности. Но ещё раз повторяем, нельзя механически переносить в обучение положений теории познания. В отличие от теории познания личная практика детей в обучении не является единственным или даже основным источником знаний. Учитель передаёт школьникам обобщённые результаты трудового опыта предшествующих поколений, избавляя детей от необходимости повторять бесчисленное множество трудовых усилий, которые понадобились человечеству для того, чтобы сформулировать то или иное определение, вывод, закон.

Из огромного количества опытов, работ, проделанных человечеством на протяжении тысячелетий, учитель отбирает в дидактических целях такие практически работы, и таких организует, чтобы они в наилучшей степени помогли ученикам сознательно овладеть результатами обоб-

щённого опыта человечества, отражёнными в учебных предметах.

В процессе обучения нет необходимости проверять истинность каждого сообщаемого детям положения на практике. Истинность их доказана предшествующей практикой людей. Об этом бывает достаточно просто сказать детям, обратив их внимание на известные им факты, подтверждающие правильность сделанного вывода. В этих случаях практическая проверка истинности знаний детьми была бы бесцельной потерей времени.

Но в некоторых случаях, как мы видели, педагогически полезно и необходимо организовать проверку полученных детьми знаний на практике, чтобы прочнее закрепить в сознании детей наиболее важные положения науки, помочь глубже осознать их, или чтобы убедиться в правильности понимания их детьми.

Таким образом, личная практика детей должна быть широко использована в преподавании естествознания.

## VI. Воспитание на уроках естествознания

Идея воспитывающего обучения прочно вошла в арсенал педагогической науки. Основоположник русской педагогики К. Д. Ушинский неоднократно подчёркивал воспитательное значение обучения.

«Ученье есть могущественнейший орган воспитания и воспитатель, лишённый этого органа, потеряет главнейшее и действительнейшее средство иметь влияние на воспитанников»<sup>1</sup>.

«Учителя должны быть вместе и воспитателями, по крайней мере в младших и средних классах интернатов гимназического курса. Наука в этом объёме и в этом возрасте учеников есть воспитание, и если воспитание имеет ещё и другие средства, то наука всё же остается самым могущественным из них»<sup>2</sup>.

«... главное достоинство гимназического преподавателя состоит в том, чтобы он умел воспитывать учеников своим предметом»<sup>3</sup>.

Воспитывающее значение естествознания хорошо понимали правящие круги Царской России. Недаром естествознание пользовалось у них дурной репутацией: естествознания опасались, потому что видели в нём рассадник материалистических идей. И при каждом повороте царской политики вправо, когда усиливался гнёт реакции, естествознание изгонялось из учебного плана школы.

Однако трудно было скрыть от учащихся поразительные успехи естественных наук в век паровых машин, железных дорог, электрического телеграфа и т. д. Учащиеся, помимо школы, искали пищу для удовлетворения потребностей ума в реальных знаниях об окружающей действительности и часто при этом подпадали под влияние материалистических идей — известно, что «запретный плод сладок». И у многих педагогов явилась мысль: не правильнее было бы знакомить детей с природой в школе, предварительно так обработав материал естественных наук, чтобы он не только не приводил учащихся к «гибельному материализму», но, наоборот, способствовал укоренению в душах учащихся «спасительного богопознания»?

Такие мысли высказывали многие методисты, как, например, Корф, Демков, Грубе и др.

<sup>1</sup> Ушинский К. Д., Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939 т. I, стр. 125.

<sup>2</sup> Там же, стр. 126.

<sup>3</sup> Там же.

Цели, которым заставляли служить естествознание в дореволюционной школе, чужды интересам трудящихся и самому естествознанию. Предмет естествознания — природа, материя. Естествознание — одна из основ развития материализма.

Диалектический материализм является теорией революционного пролетариата, теорией марксистско-ленинской партии. Нельзя быть сознательным участником социалистического строительства и борцом за коммунизм, не будучи материалистом. Вот почему наша школа должна воспитывать детей в духе материализма.

И естествознание является могущественнейшим средством разрешения этой задачи. Но можно ли говорить о каком-то мировоззрении у учащихся начальной школы, в которой учатся дети от 8 до 12 лет? А. Я. Герд, первый из педагогов, разработавший начальный курс природоведения, в качестве одной из важнейших задач этого курса считал «выработку у учащегося ко времени их выхода из школы правильного и возможно цельного представления об окружающем их мире»<sup>1</sup>.

О необходимости работать уже в начальной школе над формированием мировоззрения учащихся писал и Ушинский:

«Не науки должны схоластически укладываться в голове ученика, а знания и идеи, сообщаемые какими бы то ни было науками, должны органически строиться в один светлый, и по возможности, обширный взгляд на мир и его жизнь. Каждый класс, начиная с самого младшего, должен иметь свое округлённое миросозерцание, доступное возрасту ученика... С каждым годом это миросозерцание должно углубляться, расширяться и пополняться: тогда только дитя найдёт жизнь в школе, а не непонятную букву, ведущую его к непонятной, отдалённой цели; тогда только и школа войдёт в жизнь человека, а не будет неизбежно скучною процедурою детского возраста»<sup>2</sup>.

Мысль Ушинского о необходимости подчинить обучение задачам воспитания миросозерцания — глубоко правильна. Надо только правильно определить содержание этого миросозерцания и найти простые и доступные для детей пути овладения им. Наша школа должна выработать у детей коммунистическое мировоззрение, в основе которого лежит диалектико-материалистическое понимание действительности. Нельзя думать, что начальная школа может дать детям 8—12 лет диалектико-материалистическое мировоззрение. Но начальная школа может и должна заложить основу, фундамент, на котором впоследствии, на высших ступенях образования, будет построено диалектико-материалистическое мировоззрение. Начальная школа должна так поставить обучение, чтобы у детей впоследствии не могло возникнуть никаких сомнений в реальности окружающего мира. Дети должны выйти из стен начальной школы с твёрдым убеждением в том, что любое явление в природе имеет свою естественную причину.

А чтобы добиться этого, необходимо показать детям природу такую, какова она есть, без всяких посторонних прибавлений.

Каким же образом можно подводить детей к материалистическому пониманию природы? Как образовать в сознании детей понятие о материи, о материальности мира?

Для ответа на этот вопрос надо помнить, что «люди имеют дело только с различными реально существующими материями и формами

<sup>1</sup> Герд А. Я., Предметные уроки, 1910, изд. 4-е, стр. 15.

<sup>2</sup> Ушинский К. Д., Избранные педагогические сочинения. Учпедгиз, 1939, т. I, стр. 352.



движения» и что «материю и движение *можно* познать лишь путём изучения отдельных форм вещества и движения»<sup>1</sup>.

Изучая с учащимися начальной школы конкретные предметы и явления природы, мы постепенно внедряем в их сознание мысль о материальности всего окружающего мира (не употребляя даже при этом самого слова «материальный»). Изучая различные объекты и явления природы, учащиеся начальной школы должны воспринимать их при помощи зрения, осязания, мускульного чувства, слуха, вкуса, обоняния. Чем богаче и разностороннее будет восприятие внешнего мира, тем скорее и легче убедятся учащиеся в его реальности. Отсюда вытекает основное требование к методике преподавания: чтобы естествознание служило целям материалистического воспитания, его нужно преподавать наглядно. Надо дать возможность каждому учащемуся изучать конкретные предметы и явления природы, а не только слова, описывающие эти предметы и явления.

Приведём пример, показывающий, как учителя на уроках естествознания воспитывают у детей материалистическое понимание природы.

В IV классе изучается раздел «Воздух». Воздух — своеобразное материальное тело, отличающееся от других материальных тел целым рядом особенностей: он мало осязателен, невидим, не обладает ни запахом, ни вкусом. И это иногда даёт повод для разных мистических представлений о воздухе, о небе и т. д. Задача учителя заключается в том, чтобы создать у детей представление о воздухе как о материальном теле.

Учитель обращает внимание детей на то, что мы узнаём о существовании всего окружающего при помощи различных органов чувств: мы их видим, слышим, осязаем и т. д. И дальше, путем целого ряда опытов, учитель показывает, что воздух мы тоже можем воспринять при помощи различных органов чувств: показывает детям пузырьки воздуха в воде, предлагает взмахнуть тетрадкой около лица и ощутить толчок воздуха осязанием, даёт детям худой резиновый мяч и предлагает сжать его из всей силы, предварительно плотно зажав отверстие. Ученики силой своих мышц чувствуют, что в мяче что-то есть, что мешает его сжать.

Эти примеры показывают детям, что мы можем воспринимать воздух различными органами чувств так же, как и все другие материальные тела. Учитель показывает далее детям, что воздух, как и все другие тела природы, занимает место и имеет вес. Все эти несложные опыты создают у детей прочное убеждение в том, что воздух — материальное тело, что он обладает целым рядом свойств, общих для всех других тел природы. Теперь дети без труда поймут разъяснение учителя, что видимое нами голубое небо — это толстый слой воздуха, освещённого солнцем.

Марксистская диалектика рассматривает природу в развитии, движении, изменении. Само собой разумеется, что эта важнейшая идея во всей своей полноте будет усвоена лишь на старших ступенях образования. Но уже в начальной школе могут и должны быть сделаны первые шаги, которые подготовят почву для будущих широких обобщений.

Уже в I и II классах начальной школы дети, наблюдая природу, отмечают изменения, происходящие в природе по сезонам. Учитель помогает детям установить и основную материальную причину этих изменений — похолодание (осенью, зимой), потепление (весной, летом).

<sup>1</sup> Энгельс Ф., Диалектика природы. Партиздат, 1932, стр. 85.

Знакомясь с жизнью растений, учащиеся наблюдают за изменением семени при его прорастании, за появлением и развитием корня и стебля с листочками. На определённой стадии развития у растения появляются бутоны, которые превращаются в цветы, а из цветов, в свою очередь, образуются плоды с семенами. Семена дают начало новым растениям. В старших классах учитель обращает внимание детей на то, что развитие растения заключается не только в увеличении его размера, но и связано с появлением нового (на молодом растении не было цветов, даже в зачатке, а теперь они появились; цветы перестают существовать, давая начало плодам и семенам).

Организуя наблюдения учащихся за прорастанием семян, учитель помогает детям осознать материальные причины, вызывающие изменения в семени при его прорастании (вода, тепло), и подчёркивает мысль, что мы сами можем пробудить к жизни семена, которые казались неподвижными, мёртвыми, создавая для них благоприятные внешние условия. Такой же богатый материал дадут наблюдения за сезонными изменениями растений, за развитием бабочки, лягушки и др.

Говоря в начальной школе о развитии растений и животных, мы имеем, конечно, в виду их индивидуальное развитие. Историческое же их происхождение дети узнают в средней школе. В начальной школе возможно познакомить детей (в III—IV классах) с двумя-тремя яркими фактами, подводящими к мысли, что и растения, и животные, и человек изменяются на протяжении длительного времени. Так, например, плауны, папоротники, хвощи, из которых образовался каменный уголь, были когда-то огромными деревьями (в учебнике они изображены на рисунке), а теперь это — небольшие травянистые растения, хорошо известные детям. Многие виды древних животных, кости которых находят в земле, теперь не существуют вовсе; другие очень сильно изменились. Изменяется и облик человека — в этом дети убеждаются, сравнивая современного человека с первобытным. Сообщением этих фактов и должна ограничиться начальная школа, не пытаясь брать на себя объяснение теории эволюции органического мира и происхождения человека.

Если все эти факты прочно запечатлеются в сознании учащихся, им легче будет впоследствии (на старших ступенях обучения) овладеть теорией эволюции и теорией материалистической диалектики.

Материалистическая диалектика рассматривает природу не созерцательно, а под углом зрения человеческой практики.

Во всей своей полноте и глубине эта идея может быть усвоена лишь на старших ступенях обучения. В начальной школе важно показать детям на ряде ярких картин могущество человека, показать на примерах, как человек покоряет стихийные силы природы, как он управляет этими стихийными силами, как овладевает воздухом, электричеством, силой воды, использует природные богатства, выводит новые сорта растений и породы животных.

Всё изложенное выше позволяет сделать вывод, что правильно поставленное преподавание естествознания в начальной школе закладывает у детей прочный фундамент материалистического мировоззрения.

Ещё раз следует повторить, что речь идёт при этом не об усвоении философских положений и формулировок (это, конечно, недоступно для учащихся начальной школы), а о накоплении конкретных фактов и о первичных выводах, направляющих мысль учащихся в сторону материалистического объяснения явлений природы.

Изучая с детьми окружающую природу, учитель должен пробудить у них любовь к природе своей родины. С самых ранних лет надо обращать внимание детей на красоту и богатство нашей природы. Несколько замечаний, вскользь брошенных учителем во время осенней экскурсии в лес (I и II класс), привлекут внимание учащихся к красоте осеннего пейзажа («золотая осень»). Эти яркие эмоциональные впечатления учитель закрепит и усилит на уроках рисования и родного языка, предложив детям разучить стихотворение про золотую осень и нарисовать картину на ту же тему. Такие моменты есть в каждом сезоне. Важно добиться, чтобы учащиеся не проходили равнодушно мимо них, чтобы эти моменты вызывали у детей яркие переживания, оставляли в сознании заметный след.

Огромное значение для воспитания любви к родине могут иметь яркие рассказы учителя о наших победах над природой.

Воспитывая в детях беззаветную преданность и любовь к социалистической родине, эти рассказы о наших победах над природой стимулируют школьников на активное участие в той работе, которая проводится во всех уголках Союза по изучению, охране и использованию местных природных богатств для целей социалистического строительства и обороны страны.

Большое значение имеют занятия по естествознанию для воспитания санитарно-гигиенических навыков.

Вводная записка к программе выдвигает в качестве одной из воспитательных задач естествознания в начальной школе требование: «Разбудить у детей интерес к изучению природы». Интерес к предмету помогает сосредоточить внимание на нём и лучше запомнить сообщаемые сведения.

Но развитие интереса к изучению природы имеет и более глубокое значение. Природа нашей страны чрезвычайно богата и разнообразна, но ещё недостаточно изучена. Нашей социалистической родине нужны многочисленные кадры исследователей природы, чтобы полнее использовать её богатства и силы, чтобы сделать нашу страну более богатой, а жизнь трудящихся ещё более счастливой. Если школе удастся разбудить у детей интерес к изучению природы, она сделает большое дело для будущего нашей страны. Как же этого добиться? Интересы человека не являются чем-то врождённым. Интерес к природе возникает и развивается в процессе общения с природой, в процессе воздействия на неё, в процессе её изучения. Интерес к природе у детей возникает очень рано. Первые игры маленького ребёнка так или иначе связаны с природой. Интерес ребёнка привлекает вода, песок, камни, животные и растения. Ребёнок приходит в начальную школу с разнообразными интересами. И задача начальной школы — поддержать, развить интерес детей к природе, а этого можно добиться интересной и правильной в методическом отношении постановкой преподавания естествознания.

Чтобы успешно изучать природу, недостаточно одного интереса. Необходимо овладеть некоторыми приёмами её изучения.

Вот почему вводная записка к программе требует, чтобы начальная школа познакомила учащихся с элементарными приёмами изучения природных явлений — наблюдением, постановкой простейших опытов и т. д.

Помимо вооружения учащихся некоторыми приёмами изучения природы очень важно воспитать в детях привычку с пытливым подходом ко всем явлениям окружающей природы. Это — очень ценное качество, которым должен обладать не только учёный, но и каждый участник социалистического строительства, в какой бы области он ни работал. Этим качеством в известной

степени обладают уже маленькие дети. Они не только задают бесчисленные вопросы окружающим взрослым, но и сами пытливо «исследуют» разнообразные предметы, с которыми им приходится сталкиваться на прогулках, во время игр и труда.

Позднее эта способность у многих детей исчезает. Дети начинают равнодушно относиться к окружающему. Часто в этом виновата неправильная постановка преподавания в школе. Очень часто школа своим книжно-словесным преподаванием заглушает эту детскую пытливость и приводит детей к тому, что они уже перестают доверять своим собственным органам чувств и принимают на веру всё, что им ни сообщают, даже если сообщаемое находится в очевидном противоречии с наблюдаемыми фактами.

Изучение природы — могущественное средство развития логического мышления учащихся.

«Я считаю предметы из естественной истории самыми удобными для того, чтобы приучить детский ум к логичности,— пишет Ушинский. — Логика природы есть самая доступная и самая полезная логика для детей»<sup>1</sup>.

В другом месте Ушинский более детально раскрывает и обосновывает это положение.

«Для развития логичности в мышлении и языке детей мы тоже не можем выбрать более полезных для этого предметов, как предметы естественной истории. Логика природы есть самая доступная для детей логика,— наглядная и неопровержимая. Всякий новый предмет даёт возможность упражнять рассудок сравнениями, вводить новые понятия в область уже приобретенных, подводить изученные виды под один род. Всякое физическое явление есть также превосходнейшее упражнение для детской логики. Здесь ребёнок наглядно и практически усваивает логические понятия: причины, следствия, цели, назначения, выводы и умозаключения и т. д.»<sup>2</sup>.

Но для того чтобы естествознание развивало мышление, преподавание не должно сводиться к механическому заучиванию детьми описаний, определений и выводов.

«Основное условие воспитания мышления — активное выполнение мыслительных процессов. Нельзя научиться мыслить, не начав активно мыслить, т. е. не пробуя самостоятельно решать те или иные мыслительные задачи. Поэтому учитель, который мыслит за ученика, даёт ему всё в готовом виде, не стимулирует его к самостоятельному мышлению, не ставит перед ним задач, требующих самостоятельного размышления, игнорирует практику мышления,— не сможет научить своих учеников мыслить»<sup>3</sup>.

Учитель на уроках естествознания должен организовать активную работу мысли детей. О приёмах руководства образованием представлений, понятий и т. д. достаточно говорилось в предыдущих разделах. Пользуясь этими приёмами, учитель учит детей наблюдать, сравнивать, производить анализ и синтез, описывать предмет или явления, делать общие выводы и заключения на основе единичных фактов и с помощью общих положений, законов объяснять отдельные явления и т. д. Все эти сложные логические операции облегчаются тем, что предметы мышления конкретны, близки и интересны для детей. Логика природы, поэтому, и является самой доступной, неопровержимой и самой полезной логикой для детей.

<sup>1</sup> Ушинский К. Д., Избранные педагогические сочинения, т. I, стр. 176.

<sup>2</sup> Ушинский К. Д., Избранные педагогические сочинения, т. II, стр. 10.

<sup>3</sup> „Психология“, под ред. Корнилова и др. Учпедгиз, 1938, стр. 249—250.

Правильно поставленное преподавание естествознания содействует воспитанию аккуратности, дисциплинированности, ответственности, настойчивости, инициативы.

На уроках естествознания дети имеют дело с конкретными предметами—материалами, приборами, инструментами, живыми растениями и животными. Самый этот учебный материал требует бережного к себе отношения, приучает детей к аккуратности.

Дисциплинированность нужна и при работе с раздаточным материалом («предметные уроки»), и при наблюдениях за живым животным, и во время экскурсий, и в работе на участке.

Ничто так не приучает сдерживать себя, как необходимость незаметно подкрасться к животному во время экскурсии, чтобы не спугнуть его, необходимость проверить слух кошки, собаки и других животных, изучаемых на уроке, и т. п.

Большое воспитательное значение имеет также работа по охране природы, которая проводится в школах в связи с преподаванием естествознания.

Важнейшая задача, поставленная перед школой ЦК ВКП(б),— воспитание «инициативных и деятельных участников социалистического строительства». В разрешении этой задачи естествознанию принадлежит далеко не последняя роль. Естествознание открывает перед учащимися широкое поле для проявления инициативы. Изучая окружающую природу, дети (под руководством и с помощью учителя) проводят целый ряд работ, имеющих общественное значение: борются с вредителями садов, огородов, полей, охраняют зелёные насаждения, устраивают цветники, испытывают новые сорта растений, принимают участие в разведке полезных ископаемых и т. д. Учитель должен всячески поощрять и поддерживать все подобные начинания.

Перед школой стоит задача — готовить детей к будущей практической деятельности. Первое и неперемное условие хорошей подготовки к будущей практической деятельности — сознательное и прочное усвоение учебного материала. В процессе правильно организованного преподавания дети приобретут и ряд полезных для будущей деятельности практических навыков: навыки по наблюдению природы (в частности, умение проводить простейшие метеорологические наблюдения), навыки по выращиванию растений, навыки по уходу за своим телом и по охране здоровья окружающих и ряд других. В нашу задачу не входит детальное рассмотрение содержания и методики этой работы. В плане изложения теоретических основ методики естествознания достаточно подчеркнуть два основных положения: 1) воспитание практических навыков не есть какой-то механический придаток к учебной работе, а органическое следствие (результат) правильно организованной учебной работы детей; 2) навык вырабатывается постепенно — в результате тщательно продуманной системы упражнений.

Всё изложенное позволяет сделать вывод: правильно поставленное обучение естествознанию в начальной школе есть могущественное средство коммунистического воспитания детей. Одна из задач методики — научить учителя умело использовать это средство.

---

Всё сказанное, конечно, далеко не исчерпывает всех теоретических вопросов методики естествознания. Так, мы совершенно не коснулись вопросов содержания и системы курса естествознания, классификации методов обучения, критериев оценки знаний учащихся и ряда других.

Мы сознательно ограничили свою задачу рассмотрением основных вопросов методики естествознания, от того или иного решения которых зависит решение всех остальных.

На протяжении всей работы мы старались показать, что правильно решить эти основные вопросы методики можно только на основе марксистско-ленинской теории познания, методологии естественных наук, дидактики и психологии.

Попытки применить положения марксистско-ленинской теории познания к дидактике и методике делались неоднократно на протяжении всей истории советской школы. Однако часто при этом механически переносили в дидактику и в методику закономерности исторического развития познания, не учитывая специфики обучения. «От живого созерцания к абстрактному мышлению...», — говорит Ленин. Значит, утверждают некоторые педагоги, и в обучении «процесс овладения содержанием всей программы, её отдельным разделом, темой должен протекать так, чтобы были налицо все те ступени познания, которые отражены формулой Ленина». В соответствии с этой формулой любую тему, любой урок надо будто бы обязательно начинать с живого созерцания, т. е. с демонстрации единичного предмета или явления. Но факты живой педагогической практики показывают что очень часто учитель начинает объяснение нового материала с сообщения фактов, с общих положений, определений, выводов и от них переходит к «созерцанию» единичных явлений.

Чтобы устранить это противоречие между фактами и формулой, начинают факты «подгонять» под формулу, утверждая, что «живое созерцание» достигается не только путем демонстрации предметов, явлений, но и *рассказа* о них.

Конечно, с помощью слова, рассказа можно вызвать в сознании ребёнка образ ранее виденного предмета, но по точному смыслу марксистско-ленинской теории познания, созерцать, т. е. чувственно воспринимать, мы можем только предметы и явления материальной действительности.

Стоит только расширить понятие «живое созерцание» и включить в него нечто такое, что находится вне чувственного опыта, как сейчас же открываются двери для рационализма и идеализма. «При таком толковании исходным пунктом человеческого познания могут быть не только ощущения, восприятия, но также априорные идеи, существующие в нашем сознании будто бы до всякого опыта, интуиция, ничего общего не имеющая с опытом, и т. д.»<sup>1</sup>.

«Труд создал самого человека», — говорит Энгельс.

Практическая деятельность человека служит основой развития познания. Соединение обучения с производительным трудом Маркс считал единственным средством для производства всесторонне развитых людей. Значит, рассуждают некоторые педагоги, производительный труд детей должен быть основой обучения и ему должны быть подчинены теоретические занятия. «Пусть дети учатся на основе своего собственного практического опыта». Факты живой педагогической действительности показывают, что изучение учебных предметов не может быть без ущерба для содержания и системы знаний построено вокруг ограниченной и узкой практики детей. Тем хуже для учебных предметов! Надо изучать в школе не учебные предметы, а живую дей-

<sup>1</sup> Резник Я. Б., проф., О сущности живого созерцания и его роли в познании и преподавании. Журн. «Советская педагогика», № 10, 1944, стр. 9.

ствительность, которая «сгущается» в комплексы. А каждый комплекс развёртывается вокруг какого-нибудь практического дела. Но, ведь, наука (и её выражение в школе — учебный предмет) является отражением действительности — это азбучная истина марксизма. Зачем же понадобилось исказить марксизм людям, которые искренне считали себя подлинными последователями великого учения Маркса—Энгельса—Ленина? К этому привела их схема, явившаяся результатом механического перенесения положений теории познания в обучение. Они вынуждены исказить факты, чтобы втиснуть их в рамки этой схемы.

«От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике», — говорит Ленин. Практика человека есть проверка, критерий объективности познания. Значит, утверждают некоторые педагоги, практика должна быть обязательно заключительным звеном при изучении любой темы, любого вопроса программы: «Ученик вполне убеждается в правильности усвоенного им вывода только на основании опыта, применения этого знания на практике, только после проверки практикой».

Но факты показывают, что практика может быть использована на всех этапах изучения темы, а в некоторых случаях вопрос изучается исключительно теоретическим путём, без непосредственной связи с практикой детей. Но эти факты противоречат формуле. Чтобы устранить это противоречие между фактами и формулой, снова начинают «подгонять» факты к формуле и для этого объявляют практикой то, что на самом деле практикой не является:

«А как же быть с литературой, историей? В самом деле, какую практику, какой опыт детей должен организовать учитель по истории, чтобы учащиеся могли на практике убедиться, что полученные ими знания истинны, что они правильно поняты и могут быть с пользой употреблены в дело? Опыт хороших учителей даёт и в этой области вполне удовлетворительный ответ: примените полученные знания, литературоведческие и исторические обобщения к анализу известных фактов общественной и личной жизни».

Анализ известных фактов — вот что такое практика! Но, ведь, анализ — это один из видов рассудочной, т. е. теоретической, деятельности человека. Зачем же понадобилось объявлять анализ практикой? Этому требует схема! Если не объявить анализ практикой, то последняя клеточка схемы окажется незаполненной.

Ленинскую формулу пути познания неоднократно пытались применить и к классификации методов.

Все методы делились на три большие группы:

1. Методы «живого созерцания», куда относятся экскурсии, демонстрации на уроке опытов, живых объектов и наглядных пособий, работа с раздаточным материалом и т. д.

2. Методы «абстрактного мышления», куда относятся беседа, рассказ учителя, работа с книгой и др.

3. Методы практики, куда относятся лабораторные занятия, работа на пришкольном участке, общественно-полезная работа и т. д.

Вряд ли надо доказывать всю искусственность и ошибочность подобной классификации. Как будто на экскурсии дети только «созерцают», но не мыслят, или в процессе практики не созерцают!

Приведенные примеры наглядно показывают, что все попытки механически перенести закономерности теории

познания в методике обучения приводят к схематизму, к искажению фактов в интересах схемы.

Потерпев неудачу в применении положений теории познания к методике обучения, некоторые педагоги-методисты стали вообще сомневаться в необходимости применять к методике категории теории познания. Нам неоднократно говорили: «Вы занимаетесь вопросами образования представлений и понятий у учеников и вопросами познания ими законов природы, но это вопросы теории познания, или в лучшем случае психологии, и никакого отношения к методике не имеют. Методика должна разрабатывать вопросы о методах обучения — о проведении экскурсий, лабораторных работ, демонстрации опытов и т. д.»

Из изложенного на предыдущих страницах ясно, что вопросы об образовании представлений, понятий, раскрытии связей и закономерностей природы являются центральными вопросами методики естествознания. Если методика не будет ставить, разрабатывать и решать эти вопросы, она никогда не станет наукой.

Одним из самых трудных вопросов, над разрешением которого на протяжении веков билась педагогическая мысль, является вопрос о соотношении личного опыта ребёнка и обобщённого опыта человечества, заключённого в учебных предметах.

Попытки (делавшиеся на протяжении столетий!) передать учащимся результаты опыта, накопленного человечеством, прямым путём, — путем заучивания словесных формулировок, совершенно не считаясь с личным чувственным опытом ребёнка, неизменно приводили к догматизму в преподавании, к механическому заучиванию детьми учебного материала без его понимания. Такое обучение притупляет интерес к знанию и не способствует развитию мышления учащихся.

Противоположные попытки — построить всё обучение на основе личного чувственного опыта, личной практики детей — также оказались неудачными. Они неизменно приводили к «ползучему эмпиризму», «клочковатости» знаний, не обеспечивали систематического и прочного усвоения основ наук.

Правильное решение вопроса заключается в умелом органическом сочетании личной практики детей с передачей им систематизированного, обобщённого опыта взрослых. На протяжении всех предыдущих страниц мы и старались показать, как осуществить это сочетание. Отмечая огромное значение чувственного восприятия вещей на первых ступенях обучения естествознанию, мы в то же время подчёркивали, что чувственное восприятие предметов и явлений не является единственным источником знаний о природе в обучении естествознанию. Чем старше дети, чем богаче запас их знаний о природе, тем все большую роль начинают играть в обучении различные формы сообщения обобщённых знаний. Но сознательное усвоение обобщённых знаний возможно только при условии, что оно опирается на прочный фундамент ранее полученных представлений.

Говоря о том, что понятия образуются у детей на основе наблюдения единичных предметов и явлений, мы одновременно отмечали, что изучение единичного — не самоцель, а средство к познанию общего и что чем богаче и разнообразнее знания детей, тем больше возможностей открывается перед учениками к усвоению готовых определений, выводов, законов, сообщаемых учителем и учебником.

Утверждая, что связь явлений природы познаётся эмпирическим путём, на основе наблюдения единичных явлений, мы в то же время ука-



звали, что наблюдение типичных явлений, заранее, с определённой целью отобранных, а иногда и искусственно воспроизведённых учителем, является лишь трамплином, с помощью которого мысль детей совершает прыжок от конкретного единичного явления в сферу общих закономерностей, в обобщённом виде излагаемых наукой.

Всячески подчёркивая огромное значение личной практики, личного опыта детей на всех этапах изучения темы, мы в то же время отмечали, что личная практика детей не может служить основой всего обучения, а является лишь одним из важных дидактических средств, помогающих учащимся сознательно и прочно усвоить результаты многовекового опыта человечества, в обобщённом, систематическом виде изложенные в науке.

Конечно, мы далеко не исчерпали эту обширнейшую и труднейшую тему о соотношении личного опыта ребёнка и обобщённого опыта человечества в процессе обучения естествознанию.

Но если нам в какой-либо мере удалось правильно поставить коренные вопросы методики естествознания и хотя бы в общих чертах наметить путь их решения — наша цель достигнута. Детальная разработка этих вопросов — раскрытие методики образования представлений и понятий о природе в процессе обучения, научное обоснование содержания и системы начального курса естествознания, проблема воспитания практических навыков, проблема учебника и т. д. — задача дальнейших исследований.

В результате совместной работы педагогов-теоретиков, методистов, учителей и психологов методика естествознания должна стать подлинно научной дисциплиной, помогающей успешно разрешать задачи коммунистического воспитания подрастающих поколений. Но этого можно достигнуть, только построив методику на прочных основах марксистско-ленинской теории познания, марксистской педагогики и психологии, истории и методологии естественных наук.

## БОРЬБА ЗА ПРЕПОДАВАНИЕ ОСНОВ ДАРВИНИЗМА В РУССКОЙ СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

М. И. МЕЛЬНИКОВ

кандидат педагогических наук

### I. Проникновение дарвинизма в русскую науку

Начало проникновения идей Дарвина в русскую науку и школу совпало с эпохой шестидесятых годов.

Хотя пережитки крепостного права после крестьянской реформы 60-х годов проникали во всю хозяйственную и политическую жизнь страны, всё же старая патриархальная Россия под влиянием развития капитализма стала быстро разрушаться. Происходила, как говорил В. И. Ленин, „...быстрая, тяжёлая, острая ломка всех старых „устоев“ старой России“ [9, стр. 405]. „... Падение крепостного права встряхнуло весь народ, разбудило его от векового сна, научило его самого искать выхода, самого вести борьбу за полную свободу“ [7, стр. 109]. Крестьянское движение после 19 февраля не ослабло. Это было время, когда Н. Г. Чернышевский составил свою знаменитую прокламацию к крестьянам, призывавшую их к вооружённому восстанию против помещиков и царя. На „служение народу“, среди которого господствовали тьма и невежество, устремилась молодежь.

„Впереди — впереди были только розовые мечты, опиравшиеся, однако, на вполне реальный, неотразимый аргумент, — что так далее идти нельзя, что надо отправляться от чего-то иного. В числе этого иного оказалась и наука“ (разрядка наша. — М. М.), — писал об этой эпохе её современник, гениальный дарвинист К. А. Тимирязев, переживавший в начале 60-х годов пору своей юности. Он противопоставлял 60-е годы николаевской эпохе, закончившейся неожиданно, в разгар Крымской войны, смертью Николая I. В качестве весьма знаменательного факта, свидетельствующего о сдвигах в отношении правительственных кругов России к науке после неудачной Крымской войны, К. А. Тимирязев указывал, что „один из преданнейших слуг мрака“, стоявший, по иронии судьбы, во главе просвещения, министр Норов, разъезжая по всей России, повторял в то время ставшие историческими слова: „...наука, господа, всегда была для нас одной из важнейших потребностей, но теперь она первая (подчёркнуто К. А. Тимирязевым. — М. М.). Если враги наши имеют над нами перевес, то единственно силою знания“ [11, т. VIII, стр. 150—151].

Создались более благоприятные условия для развития научно-исследовательской работы в университетах и отчасти в других высших

специальных школах. Впервые в России появилась возможность для организации научных съездов и научных обществ. Особенно заметно отразилось это движение на развитии естественных наук, так как Западная Европа переживала в то время „полосу блестящего расцвета естествознания“ (К. А. Тимирязев).

Наряду с пробуждением научно-исследовательской работы в научных центрах возрос интерес к естествознанию и в среде передовой интеллигенции. Русская молодёжь, как вспоминал выдающийся русский естествоиспытатель и борец за научное мировоззрение И. И. Мечников в своём очерке, посвящённом одному из ранних русских дарвинистов А. О. Ковалевскому, стала сильно увлекаться естественными науками.

Революционная биологическая теория Ч. Дарвина оказалась особенно созвучной устремлениям передовых людей России 60-х годов.

В научном отношении почва для восприятия этой теории в России тоже оказалась достаточно подготовленной. Здесь ещё живы были идеи натурфилософов. Натурфилософами, по характеристике Ф. Энгельса, „...были высказаны многие гениальные мысли и предугаданы многие позднейшие открытия, но не мало также было наговорено и вздору“ [1, стр. 39]. Русские натурфилософы, несмотря на всю непоследовательность своих взглядов, смело ставили вопрос о единстве природы, её развитии, высказывали мысль об изменчивости видов.

Не обошёл этого вопроса и гениальный деятель в истории русского и международного революционного движения А. И. Герцен (1812 — 1870). В 1844 — 1846 гг. он выпустил свои „Письма об изучении природы“<sup>1</sup>, в которых выступил борцом против всякого рода метафизических и религиозных попыток объяснения жизни природы. Он первый в России, в полном соответствии с идеями Маркса и Энгельса, отстаивал необходимость связи философии и естествознания. „Надо ориентировать, — писал он, — философию не на религию, а на естествознание“. Природу А. И. Герцен рассматривал в движении, основой движения считал борьбу противоположностей. В. И. Ленин, в связи со столетием со дня рождения Герцена, дал следующую высокую оценку этому его труду: „Первое из „Писем об изучении природы“, — „Эмпирия и идеализм“, — написанное в 1844 году, показывает нам мыслителя, который, даже теперь, головой выше бездны современных естествоиспытателей-эмпириков и тьмы тем нынешних философов, идеалистов и полуйдеалистов. Герцен вплотную подошел к диалектическому материализму и остановился перед — историческим материализмом“ [8, стр. 464—465].

Большое значение в подготовке почвы для проникновения дарвиновских идей в Россию имели работы профессора Московского университета К. Ф. Рулье (1814—1858).

„В природе, — говорил он, — ... всё образуется путём постепенного, медленного развития“. Изучая палеонтологический материал окрестностей Москвы, он пришёл к выводу, что на ископаемом материале можно проследить „... переход от одних видов к другим“. Он ставил вопрос о том „... не переходили ли древнейшие животные постепенно в относительно менее древних и не составляли ли первые родичей для нынешних“.

Несмотря на все препятствия, он в своих публичных лекциях, прочитанных в Московском университете в 1851 г., в самую глухую пору царствования Николая I, в блестящей популярной форме изла-

<sup>1</sup> 8 писем. „Отечественные записки“, 1845—1846 гг. Соч., т. IV.

гал идеи, приближавшиеся к эволюционному пониманию природы. Он рисовал яркую и законченную картину развития органического мира. Взгляды К. Ф. Рулье на развитие природы оказались созвучными мыслям А. И. Герцена, который давал работам Рулье очень высокую оценку.

Всё больше и больше накапливался в первой половине XIX в. и конкретный материал описательных наук о природе, наталкивающий мысль исследователей на эволюционные выводы. Особенно почётное место не только в отечественной, но и мировой науке заняли работы основателя современной эмбриологии акад. К. Бера (1792—1876), «если и не русского по происхождению, то всю свою деятельность связанного с Россией» [11, т. VIII, стр. 163].

Хотя появление теории Дарвина К. Бер встретил далеко не сочувственно, но его личные исследования в области эмбриологии, открытые им закономерности эмбрионального развития животных углубляли представления о единстве органического мира и создавали фундамент для понимания обоснованного Дарвином, Геккелем и Ф. Мюллером биогенетического закона. К. Бер даже заявлял, что он нашёл в теории Дарвина многие идеи, родственные его собственным идеям [65, стр. 234].

В 60-х годах в России оказалась благоприятная почва для восприятия естественно-научных теорий. Теория Дарвина вполне соответствовала духу времени. Она имела философский характер и широкое философское основание; она объясняла простым, естественным способом всеобщее биологическое явление, до тех пор не поддававшееся никакому объяснению и казавшееся непонятным, чудесным, — то, что считалось изначальной целесообразностью природы. Русские учёные встретили новую теорию, как давно ожидаемую, желанную.

Дарвинизм с первых дней появления нашёл в России не только могучих защитников, пропагандистов, но и продолжателей. Русской публике теория Дарвина стала известной ещё до выхода первого русского перевода «Происхождения видов».

В ноябре 1859 г. вышло из печати первое английское издание «Происхождения видов» Ч. Дарвина, а в сентябре 1860 г. профессор Петербургского университета С. С. Куторга, начиная читать первокурсникам общий курс зоологии, в одной из своих вводных лекций изложил основы этой революционной биологической теории [11, т. VIII, стр. 162].

Учащаяся молодёжь того времени, отличавшаяся особенной любознательностью ко всему живому, новому, стремившаяся к расширению своего умственного горизонта, легко поддавалась обаянию новой теории. В числе слушателей Куторги находился и будущий великий русский дарвинист К. А. Тимирязев [65, стр. 234].

В 1861 г. в «Библиотеке для чтения» [66] появились две статьи неизвестного автора<sup>1</sup>, посвященные изложению и разбору теории естественного отбора Дарвина.

Особенно знаменательно, что в 1862 г. в журнале «Время» [67] была напечатана статья публициста и учёного Страхова, популяризирующая теорию Дарвина и дающая ей положительную оценку. Позже Страхов выступал рьяным сторонником и защитником антидарвинистов. В этой статье, озаглавленной «Дурные признаки», Страхов назвал дурным и зловещим признаком только тот факт, что французская пере-

<sup>1</sup> Есть предположение, что автор этих статей тоже С. С. Куторга, — в них он изложил содержание своей лекции о теории Дарвина. См. книгу М. А. Антоновича. Ч. Дарвин и его теория, СПб, стр. 236.

водчица книги Дарвина Ройе вздумала целиком применить новую биологическую теорию к объяснению явлений социальной жизни. Учение Дарвина он рекомендовал в самых лестных тонах, говоря, что „книга произвела великий переворот, представляет великий прогресс, огромный шаг в движении естественных наук“ [67]. В 1863 г. проф. Московского университета С. А. Рачинский в журнале „Русский вестник“ в статье „Цветы и насекомые“ кратко изложил ту же теорию. В 1864 г. вышел из печати и первый русский перевод работы „Происхождение видов“, сделанный тем же С. А. Рачинским. Появление его было встречено с энтузиазмом; важнейшие органы печати — „Современник“, „Отечественные записки“, „Библиотека для чтения“ — поместили о нём большие статьи, выявлявшие глубокое значение новой теории. В „Отечественных записках“ в 1861 г. была опубликована статья двадцатилетнего К. А. Тимирязева: „Книга Дарвина и его критики и комментаторы“. В „Русском слове“ в том же году была напечатана статья под заглавием „Прогресс в мире животных и растений“ Д. И. Писарева, стремившегося привлечь внимание читателей к идеям Дарвина. О большом успехе „Происхождения видов“ в широких кругах населения можно судить по тому, что уже в 1865 г. вышло второе русское издание „Происхождения видов“. В 1865 г. К. А. Тимирязев выпустил в свет „Краткий очерк теории Дарвина“. В последующих изданиях это сочинение превратилось в знаменитый трактат „Ч. Дарвин и его учение“. Обе эти книги до настоящего времени остаются непревзойденными по своей научной значимости и популярности изложения учения Ч. Дарвина.

Помимо того были переведены отдельные книги и статьи западноевропейских учёных и популяризаторов (В. Ролле, К. Фогта, Шлейдена и др.), излагавших теорию Дарвина.

Характерна та разница в отношении к теории Дарвина, какая обнаружилась у передовых русских учёных и учёных Германии. В Германии даже первые переводчики „Происхождения видов“ стремились снабдить эту книгу критикой и комментариями, умаляющими значение новой теории. Например, немецкий зоолог и палеонтолог Бронн, переведший впервые сочинение Дарвина на немецкий язык, снабдил свой перевод целой главой, в которой собрал все возражения против теории Дарвина, какие только мог придумать, в том числе он указывал на то, что в случае верности этой теории должно было бы наблюдаться в природе гораздо больше переходных форм, чем их встречается на самом деле.

При переводе „Происхождения видов“ на немецкий язык Бронн действовал как цензор и своевольно вычёркивал места, почему-либо ему не нравившиеся, хотя и имевшие существенное значение для выражения идей автора. Им была вычеркнута та единственная фраза, касающаяся вопроса о происхождении человека<sup>1</sup>, в которую Дарвин вкладывал определённый смысл.

Когда в 1862 г. был найден отпечаток археоптерикса, то один немецкий профессор, чтобы опорочить эту ненавистную для антидарвинистов находку, не погнушался даже шулерским приёмом, — он стал доказывать, что отпечаток поддельный, что в подлинном виде это обыкновенная ящерица, которой какие-то обманщики приделали фальшивые перья [65, стр. 211].

Один из вождей немецкой науки, „малый бог“ [11, т. VIII, стр. 14], по выражению К. А. Тимирязева, Оскар Гертвиг в известной речи

<sup>1</sup> „Будет пролит новый свет на происхождение человека и его историю“.

„Развитие биологии в XIX столетии“ [68] обосновал типичный для многих немецких естествоиспытателей последних десятилетий XIX в. взгляд, „что важно собственно эволюционное учение, а не та его форма, которая предположена Дарвином“. Здесь почти в открытой форме выражено отрицательное отношение к дарвинизму.

Большое число западноевропейских, особенно германских учёных искусственно расширяло компетенцию дарвинизма, перенося его на область общественных явлений, и положило тем начало вульгарной и реакционной социальной доктрине, известной под названием „социального дарвинизма“. Даже Геккель, этот немецкий борец за дарвинизм, ещё в 1866 г. искажил учение Дарвина, возведя биологический закон борьбы за существование в закон общественной жизни, а дальше, защищая дарвинизм от нападок Вирхова, сделал реакционный и неправомерный вывод, что дарвинизм по существу „аристократичен“ и потому враждебен социализму. Геккель, пытаясь спасти дарвинизм, в действительности дал первую реакционную концепцию социального дарвинизма.

Концепции социал-дарвинистов использовали фашисты для своих расистских „теорий“.

Большая заслуга К. А. Тимирязева состоит в том, что он, в противоположность многим зарубежным своим современникам, считавшим дарвинизм одной из возможных эволюционных теорий, рано пришёл к пониманию дарвинизма как самостоятельной научной дисциплины.

Противопоставляя теорию Дарвина другим попыткам объяснить эволюцию органического мира, К. А. говорил: „Дарвинизм есть единственное действительное эволюционное учение“.

Своими страстными речами и статьями в защиту дарвинизма и материализма К. А. Тимирязев разбудил русское общество 80-х годов и втянул его в идейную борьбу за дарвинизм.

Последовательная защита идей Дарвина неизбежно приводила К. А. Тимирязева к конфликту с общественно-политическим строем и его идеологами. Для К. А. Тимирязева на каждом шагу ставились препятствия в его преподавательской и научной деятельности. Однако вся эта борьба не сломила, а в ещё большей степени закалила К. А. Тимирязева.

„Борьба со всеми видами реакции, — вот самая общая и насущная задача естествознания“, — писал К. А. Тимирязев [11, т. IX]. Последовательно в течение всей своей жизни он неизменно был верен этому девизу.

К. А. Тимирязев выступал на научно-общественном поприще убеждённым дарвинистом. Он прекрасно понимал, что дарвинизм — не только биологическая теория, но и элемент цельного научного мировоззрения, отрицающего идеализм, мистику, объясняющего факты научным образом и учащего разумно строить жизнь. К. А. Тимирязев своими работами внедрял в науку исторический метод и так сильно бичевал антидарвинистов, что когда позже за рубежом поднялась волна антидарвинизма, то она в России нашла очень слабую поддержку.

„Тимирязев, тимирязевское наследство, — говорил академик В. Л. Комаров, — прочно вошло в нашу сокровищницу науки“.

В России, благодаря Тимирязеву господствовал классический дарвинизм. К. А. Тимирязев, даже по признанию его противников, был безупречен в передаче основ „настоящего“ дарвинизма [13, предисл. к 3-му изд.]. Он систематически вёл непримиримую борьбу против всякого рода извращений дарвинизма, в частности, решительно отвергал тенденции использовать дарвинизм для объяснения социальных

явлений. Он писал (1888): „Ни мало не посягая на настоящее и будущее человека, дарвинизм только признал своей законной задачей объяснить его тёмное прошлое“, т. е. происхождение человека от животного предка.

К. А. Тимирязев давал решительный отпор яростным нападкам, которыми осыпали теорию Дарвина её русские враги — Н. Я. Данилевский, Страхов и др. В своей критике эти антидарвинисты исходили не из подмеченных ими у Дарвина ошибок и неточностей, а из страстного желания разрушить ненавистное им учение. Слепо отстаивая интересы помещичьего класса, они выступили крайними реакционерами в науке, страшились всякого движения вперёд.

Появление двухтомного труда Данилевского (1885), в котором были собраны разнообразнейшие возражения против теории Дарвина, дало повод реакционным авторам (Страхов и др.) говорить о совершенном опровержении теории Дарвина.

К. А. Тимирязев в публичной лекции, прочитанной в Московском политехническом музее и в статьях „Опровергнут ли дарвинизм“, „Бессильная злоба антидарвинистов“ блестяще, — по выражению академика В. Л. Комарова, — показал, что дарвинизм не опровергнут, что естественный отбор не фикция, а реальный факт и что словесная борьба с дарвинизмом совершенно бесплодна“ [11, т. I, пред., стр. 21]. „Труды великого учёного в огромной мере помогли нам правильно оценить учение Дарвина... Наши антидарвинисты были разбиты при самом их появлении“ [11, т. I, стр. 36].

В условиях грубейшего произвола самодержавия Тимирязев стремился приблизить час осуществления своей мечты „поставить науку на службу демократии“, дать „каждому гражданину“ то, что можно взять у подлинного прогресса науки.

К. А. Тимирязев был учеником создателя русской ботанической школы, передового общественного деятеля А. Н. Бекетова, который, по выражению выдающегося нашего ботаника акад. И. П. Бородина, всю свою жизнь посвятил на то, чтобы дать русскому народу „света, больше света и знаний“. Этому девизу своего учителя следовал и К. А. Тимирязев. „С первых шагов своей умственной деятельности, — говорил он, — я поставил себе две параллельные задачи: работать для науки и писать для народа, т. е. популярно“.

К. А. Тимирязев дал блестящий пример осуществления этих задач на практике. Его многочисленные публичные лекции и популярно-научные статьи и книги (в том числе большое число по дарвинизму), являются классическими.

„Лекторский талант Тимирязева заключался в том, — писал академик В. Л. Комаров, — что он заставил слушателей проникаться его идеями и вместе с ним идти в поход на врагов материализма“ [11, т. I, стр. 37]. Ученики Тимирязева вспоминают, что, прочитав его книги, люди избирали специальностью биологию.

Свои взгляды на популяризацию и пропаганду научных знаний К. А. Тимирязев распространял и на школу. Он требовал, чтобы учащиеся средней школы обладали представлениями о том, „что такое научный труд и научная мысль“. „Прочный, сохраняющийся на всю жизнь интерес к науке — вот лучшая, единственная мерка успешности школьного воспитания“ [11, т. IX, стр. 226 — 227].

К. А. Тимирязев в ряде сочинений раскрыл понятие „научность“ в биологии. Наиболее сжато и чётко сформулировал он это в одной из последних работ — „Исторический метод в биологии“. Подытоживая здесь развитие описательных наук, он писал: „Таким образом, вековой

синтез всех отраслей морфологического знания приводил к неизбежной дилемме: или отказаться от какого бы то ни было объяснения того родства, того сходства между организмами, которое выступало со всех сторон, отказаться от раскрытия той причинной связи, которая, по изречению Бэкона, составляет отличительную черту истинного знания, или признать происхождение всего живущего из одного общего источника, путём непрерывного исторического процесса" [12, стр. 23].

К. А. Тимирязевым была подготовлена благодарная почва для расцвета творческого дарвинизма в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции.

К. А. Тимирязев не был одинок. В России в 60-х годах XIX в. и позже появилась блестящая плеяда дарвинистов, которые не только пропагандировали и защищали новую теорию эволюции от нападков реакционных элементов, но своими исследованиями развивали её дальше. Укажу самых ярких из них. И. И. Мечников и А. О. Ковалевский произвели перестройку на основе дарвинизма эмбриологии; В. О. Ковалевский и А. П. Павлов внесли громадный вклад в развитие исторической геологии и палеонтологии; В. О. Ковалевский является общепризнанным основателем новой эволюционной палеонтологии.

Отец современной физиологии И. М. Сеченов, по характеристике К. А. Тимирязева, представлял самую „типичную центральную“ фигуру дарвинистического научного движения того времени. Преемником И. М. Сеченова был И. П. Павлов.

Русская ботаника, перестроенная работами дарвинистов Л. С. Ценковского, А. Н. Бекетова, К. А. Тимирязева, а затем В. Л. Комарова, заняла ведущее место в мировой науке.

В последнюю четверть XIX в. и позже (до 1935 г.) крупнейший русский зоолог и зоогеограф-дарвинист М. А. Мензбир написал несколько книг, посвящённых проблемам дарвинизма: „Дарвинизм в биологии и близких к ней науках“, „За Дарвина“ и др.

Развитие эволюционной морфологии связано с именем А. Н. Северцова. Он вскрыл методологические ошибки Э. Геккеля в понимании эмбриологии, как метода изучения эволюционного процесса, создал теорию филэмбриогенезов, объясняющую, как и когда филогенетические изменения структуры и функции проявляются в течение индивидуальной жизни организма и как они отражаются на процессе видообразования, и обосновал морфологическую теорию путей эволюции.

В России впервые начались специальные исследования, обосновывающие конкретными примерами наличие естественного отбора в природе. Первое такое исследование было произведено в начале 900-х годов молодым в то время Н. В. Цингером на сорняках — спутниках льна [11, т. VIII, стр. 160].

Давая самую положительную оценку этой работе, К. А. Тимирязев писал: „Можно сказать с уверенностью, что замечательный труд молодого ботаника, увидевший свет в год двойного юбилея Дарвина и дарвинизма, доставил бы великому учёному более удовольствия, чем многочисленные похвальные слова, раздававшиеся на протяжении всего года в различных точках земного шара“ [11, IX, стр. 109].

Особое место в ряду русских дарвинистов принадлежит И. В. Мичурину, создателю нового дарвинистического направления в генетике, достигшего на основе разработанных им принципов удивительных результатов в практике селекционных работ.

Слова К. А. Тимирязева, сказанные о А. Н. Бекетове: „Он мог сказать, что дарвинизм застал его вполне подготовленным к его



принятию“ [11, т. VIII, стр. 160], с полным правом могут быть отнесены ко всем перечисленным представителям славной плеяды русских учёных, так быстро и успешно проводивших перестройку естественных наук на базе дарвинизма.

Большую поддержку теория Дарвина нашла у основоположников марксизма-ленинизма, которые давали ей очень высокую оценку и использовали в своих работах. В полном соответствии с высказываниями К. Маркса и Ф. Энгельса, В. И. Ленин ещё в 1894 г. писал: „... Дарвин положил конец воззрению на виды животных и растений, как на ничем не связанные, случайные, „богом созданные“ и неизменяемые, и впервые поставил биологию на вполне научную почву, установив изменимость видов и преемственность между ними“ [5, стр. 62].

Этот самый беглый обзор первых шагов истории дарвинизма в России показывает, что попытки реакционных элементов задержать проникновение и развитие эволюционной теории Дарвина не имели успеха и не могли задержать поступательного движения дарвинизма.

Русские учёные-дарвинисты были великими патриотами своей родины, демократами, они выступали со своими открытиями и с пропагандой идеи Дарвина перед широкой публикой, положив начало, по характеристике К. А. Тимирязева, „небывалой до той поры популяризации науки“. В результате, — продолжал К. А. Тимирязев, — „эта могучая волна подхватила сначала отдельные наиболее подготовленные личности, а затем по передаче всколыхнула и более широкие слои общества“.

После Великой Октябрьской социалистической революции передовая биологическая теория Дарвина нашла в СССР поистине вторую родину.

## II. Борьба за преподавание дарвинизма в царской школе

Коренной переворот в науках о природе, произведённый теорией Дарвина, не мог не оказать своего влияния и на преподавание биологических предметов в школах. Об этом имеются авторитетные указания К. А. Тимирязева. „Говоря о пробуждении естествознания, — писал он, — мы, конечно, должны здесь иметь в виду не только развитие его в тесном круге специалистов, изучавших и двигавших науку, но и то общее движение, которое охватило широкие круги общества, наложило свою печать на школу (высшую и среднюю), повлияло более или менее глубоко на общий склад мышления“ [11, т. VIII, стр. 144].

В России ещё в додарвиновскую эпоху, в 40—50-х годах XIX в., в мрачный период царствования Николая I, в противовес официальным программам школ, передовые деятели науки и просвещения выдвигали требование на научности преподавания. А. И. Герцен в своих статьях о школьной системе, печатавшихся в „Колоколе“, настаивал на том, что „образование должно быть научным“.

Как только появлялась малейшая возможность, находились лица в той или иной степени проводящие этот принцип в жизнь. В 1849 г., например, вышел учебник ботаники для военно-учебных заведений В. И. Даля [50], в котором автор восстал против засилия систематики и знакомил учащихся с явлениями жизни растений. В предисловии к этому учебнику он писал: „Учебник этот должен только дать первоначальное понятие и положить, в известной степени, главные основания науки, поселять к ней любовь и уважение, дать верный

и правильный взгляд (разрядка наша. — М. М.) не столько на частности, как на общность её, с тем чтобы желающий и способный мог со временем идти далее, трудом самостоятельным, по более подробным руководствам“.

Один из членов педагогического кружка, в котором принимал участие и начинавший в то время свою педагогическую работу выдающийся деятель русской педагогики К. Д. Ушинский (1824 — 1870), разработал в начале 50-х годов для женских институтов замечательную по тому времени программу по естествознанию. В этой программе биология давалась в сравнительном плане, с требованием изучения постепенного усложнения организмов в зависимости от окружающей их среды [22, стр. 15].

После ознакомления русских учёных с эволюционной теорией Дарвина основным признаком научности преподавания биологии сделалась для них идея эволюции. Вскоре после выхода в свет „Происхождения видов“ был поставлен вопрос о необходимости преобразования преподавания биологии на эволюционной основе.

В период общественного подъема, последовавшего за окончанием Крымской войны и за смертью Николая I и приведшего к крестьянской реформе 1861 г., когда подвергался общественному обсуждению новый проект учебного плана, проф. Московского университета, ученик выдающегося предшественника Ч. Дарвина К. Ф. Рулье, А. П. Богданов выпустил в свет (1862 — 1865) первый в истории школ учебник зоологии для средних учебных заведений, созданный на основе теории Дарвина. В предисловии к этому учебнику автор критиковал господствующее систематическое направление. „Систематика, — писал он, — поглотила всю науку“. В его учебнике принят восходящий порядок, давались сравнительно-анатомические, эмбриологические, экологические и палеонтологические данные, большое внимание уделялось описанию ископаемых переходных форм. Всё изложение приводило к выводу об эволюции животных и заканчивалось дарвиновской схемой видообразования. Большой объем этой замечательной книги делал, к сожалению, невозможным употребление её в школе. О принципах построения этой хрестоматии-учебника дал впоследствии хороший отзыв основоположник русской методики преподавания естествознания А. Я. Герд.

Либеральная полоса эпохи царствования Александра II, приведшая в области народного просвещения к утверждению нового, так называемого „головнинского“ устава школ, очень скоро, вслед за неудавшимся польским восстанием, сменилась реакцией. Уже в 1886 г. был отстранён министр Головнин и в управление министерством народного просвещения вступил реакционер граф Д. А. Толстой. Он считал, что одной из важных причин так сильно охватившего учащееся юношество материализма, нигилизма и „самого пагубного самомнения“ была головнинская реформа школы. Вот почему министр Толстой так старательно выкорчёвывал всякие следы этой реформы.

По учебному плану классических гимназий, изданному в 1874 г., на прохождение естественной истории отводилось 2 часа в VII классе, но указывалось, что её можно и вовсе не проходить.

Жестокая реакция, наступившая в 1881 г. в царствование Александра III, не только сохранила толстовский устав, но пошла еще далее по пути усиления классицизма и умаления значения реального образования. В 1890 г. министр граф Делянов признал необходимым исключить естествознание из гимназического курса.

Все это происходило, как мы видели выше, в те годы, когда биологические науки, перестраиваясь на основе теории Дарвина, делали всё новые и новые завоевания, когда они проникали во все области человеческой жизни, когда каждый год отмечал новые успехи науки и техники, и интерес к естествознанию быстро возрастал в обществе.

Распространяемое так старательно классическое образование не принесло „умиротворения умов“, ожидаемого сторонниками и защитниками самодержавия, — никакие мероприятия не могли окончательно подавить революционное движение. Годы промышленного подъема сменялись годами промышленных кризисов, застоя промышленности, которые тяжело ударили по молодому русскому рабочему классу того времени, обрекли сотни тысяч рабочих на безработицу и нищету. В 70-х и 80-х годах стали вспыхивать первые забастовки рабочих, появились рабочие союзы. В 1883 г. Г. В. Плеханов организовал в Женеве, куда он вынужден был уехать от преследования царского правительства за революционную деятельность, первую русскую марксистскую группу „Освобождение труда“, которая распространяла взгляды Маркса и Энгельса среди передовых рабочих и революционно настроенной интеллигенции. Группа „Освобождение труда“ развернула борьбу против ошибочных взглядов народников. В 1894 г. В. И. Ленин в книге „Что такое „друзья народа“ и как они воюют против социал-демократов?“ до конца разоблачил народников как фальшивых „друзей народа“, идущих на деле против народа [10, стр. 20]. В 1895 г. В. И. Ленин объединил в Петербурге все марксистские рабочие кружки в один „Союз борьбы за освобождение рабочего класса“. Петербургский „Союз борьбы“ дал могучий толчок объединению рабочих кружков в такие союзы и в других городах и областях России. В 90-х годах усилились студенческие беспорядки, „брожение умов“ среди той „образцовой молодёжи“, которую должны были поставлять в университеты классические гимназии. В широких кругах общества усилился интерес к естествознанию; учительство требовало публичных лекций и курсов. Не прекратилась и борьба за внедрение элементов дарвинизма в школы.

Основоположник русской методики преподавания естествознания А. Я. Герд (1841 — 1888) в 1877 г. представил и зачитал в комиссии при С.-Петербургском педагогическом музее большую докладную записку о построении новой программы естественных наук для средних учебных заведений. В том же году он выпустил в свет учебник зоологии, построенный на эволюционной основе [34]. В докладной записке и в предисловии к учебнику он подверг резкой критике содержание школьного естествознания и методику его преподавания в школах того времени и имел смелость стремиться в своём учебнике „привести учащихся к определенному мировоззрению, согласному с современным состоянием естественных наук“, т. е. с дарвинизмом.

А. Я. Герд не отделял учебных задач школьного естествознания от его воспитательных задач. Обрушиваясь на засилие сухой систематики в преподавании биологии, он доказывал, что ничтожное влияние естествознания „на умственное развитие учащихся кроется в его бессодержательности. Ограничиваясь описаниями и сравнениями и совершенно игнорируя философскую сторону естествознания, общепринятый курс загромождает память учащихся большим числом терминов и даёт очень мало пищи уму“. Конечная цель курса школьного естествознания, по мнению Герда, заключается в том, чтобы дать учащимся представление о природе в её развитии. При этом Герд подчёркивал, что

такое понимание не должно навязываться учащимся, а вытекать из всего усвоенного ими курса.

Необходимо, однако, иметь в виду, что условия работы того времени не давали Герду возможности открыто выступать с обобщениями и выводами эволюционного характера и вводить специальный курс основ дарвинизма. Герд так располагал материал и давал его в таком количестве, чтобы выводы и обобщения могли делать сами учащиеся. Это приводило к значительной перегрузке курсов Герда учебным материалом, на что справедливо указывал в свое время И. И. Мечников. В последнем классе средней школы Герд предлагал ввести особый обобщающий естествоведческий курс под названием „История Земли“. „Для развития в учащихся сознания единства природы, сверх приспособления к тому всего курса естествознания, в последнем классе общеобразовательных заведений ввести, — писал он, — краткий курс „Истории Земли“ и в нём, пользуясь приобретенными раньше знаниями, обобщить их и ознакомить учащихся с законами постепенного прогрессивного развития от однородного к разнородному, от простого к сложному как в мире неорганическом, так и в мире органическом“.

Пользуясь дарвинистическими идеями того времени, А. Я. Герд стремился использовать их в своих учебниках для конкретизации идеи эволюции. С этой целью он заимствовал из работ Геккеля данные по филогении животных форм; в своём учебнике зоологии он большое место отводил выяснению филогенетических связей между таксономическими группами животных.

А. Я. Герд проводил эволюционную идею нелегально через свои курсы естествознания в различных средних школах, где он преподавал в течение ряда лет. Неизгладимое впечатление оставляли эти занятия у его учеников и во многом способствовали воспитанию у них материалистического, эволюционного взгляда на мир. До последних дней своей жизни вспоминала об уроках А. Я. Герда в гимназии Оболенской Н. К. Крупская, указывая на большое их значение в формировании её мировоззрения. „Я училась в частной гимназии, — говорила она [36, стр. 81—82], — директор которой А. Я. Герд был крупным естественником-дарвинистом... Зоологию преподавал сам Герд. Так как преподавание биологии было запрещено, то мы учились не по учебнику, а со слов преподавателя... В выпускном классе, когда кончали курс зоологии, Герд несколько уроков посвятил обобщению, изложению учения Дарвина. С громадным вниманием слушали мы эти обобщения. Эта теория была для нас выводом из хорошо усвоенных нами фактов. Верили не на слово, а осмысливали знакомые факты... Хорошо это было“.

Противоречивость всей тогдашней социально-экономической и политической жизни в России, обострённая идеологическая борьба, не всегда достаточно критическое отношение к философам и учёным Запада, особенно к Спенсеру и Геккелю, гнёт царской цензуры, — всё это не могло не оказать влияния на творчество Герда. Наряду с идеями, которые далеко опережали общепринятые взгляды его современников и вполне отвечали передовой материалистической, дарвиновской теории эволюции, мы находим у него отдельные высказывания и объяснения явлений из истории органического мира, противоречащие принятым им установкам.

Будучи по своим убеждениям дарвинистом, он допускал иногда грубо ламаркистские объяснения отдельных случаев из истории органического мира. Возникновение сложных инстинктов у муравьёв он

объяснял, например, исключительно передачей по наследству привычек [34, стр. 234].

Цензурные условия не позволяли Герду раскрывать самые закономерности эволюции органического мира и объяснять относительный характер приспособлений организмов к условиям существования.

Несмотря на отдельные противоречия и даже ошибки в содержании разработанных А. Я. Гердом курсов, написанных им учебников и методических работ, его основные идеи в области методики преподавания естествознания не только опережали методическую теорию и практику преподавания биологии как русской, так и зарубежной школы того времени, но во многом вполне совпадают с нашими современными задачами и требованиями. Только после победы Великой Октябрьской социалистической революции они начали проводиться в жизнь.

В противоположность распространённому мнению<sup>1</sup> не Геккель, а русские учёные — проф. А. П. Богданов и А. Я. Герд — впервые поставили вопрос о необходимости перестройки преподавания биологии в школах на основе дарвинизма. А. Я. Герд не ограничился постановкой этого вопроса, а сделал первую практическую попытку осуществить его на практике в школах и при разработке своих учебников.

В 1898 г. при Московском университете было организовано Педагогическое общество, на первом же собрании которого горячий поборник научности преподавания биологии проф. А. П. Павлов произнёс блестящую речь на тему: „Об источниках естественно-исторических познаний“<sup>2</sup>. Отвечая в следующем году на запрос правительства о мероприятиях, которые должны быть приняты для пресечения студенческих беспорядков, А. П. Павлов остановился в своей докладной записке не только на этом вопросе, но и на недостатках существующих средних школ и подверг резкой критике постановку образования и воспитания в классических гимназиях; он требовал сохранения общеобразовательного характера преподавания включительно до выпускного класса, „чтобы в VIII классе этот общеобразовательный характер выступал наиболее ярко, ибо это год завершения общего образования, год подведения итогов предшествующей семилетней работы“. „При прохождении предметов, — говорил А. П. Павлов, — необходимо отмечать их научное значение, их роль в общем цикле человеческих знаний, а в некоторых случаях желательно сообщить краткие сведения из истории той или иной науки“ [47].

Подобные выступления в защиту научности преподавания естествознания А. П. Павлов не прекращал до самой Великой Октябрьской социалистической революции.

Следующий этап, когда усилилась борьба за дарвинизм в школьной биологии, относится к началу XX в., периоду роста революционного движения в России и подготовки к первой русской революции.

Революционное движение, репрессии против студентов заставили либеральных буржуа, либеральных помещиков „поднять голос „протеста“ против „крайностей“ царского правительства, репрессировавшего их сынков-студентов“ [10, стр. 28].

В декабре 1901 г. XI съезд естествоиспытателей и врачей обсуждал тезисы об улучшении преподавания естествознания в средней школе. Во втором из этих тезисов очень осторожно поставлен был вопрос

<sup>1</sup> См., например, а) сборник „Памяти Чарльза Дарвина“, 1909, стр. 17, б) Половцов В. В., Основы общей методики естествознания, 1922.

<sup>2</sup> Напечатано в журн. „Естествознание и география“, 1898.

о том, что изучение природы должно включать „знакомство не только с предметами, но с явлениями и законами“ (разрядка наша. — М.М.). На этом съезде с большой речью о задачах естествознания как учебного предмета средней школы выступил автор первого русского руководства по общей методике естествознания В. В. Половцов; здесь он впервые сформулировал главные положения своей основной методической работы [37].

Начиная с первого издания этой книги, он отстаивал необходимость перестройки всех курсов биологии на эволюционной основе и введения самостоятельного обобщающего курса основ эволюционного учения. „Игнорировать эволюционную теорию, — писал он, — никак нельзя, так как в настоящее время она составляет один из важнейших устоев современной биологии. Эта идея так широко распространена в обществе при посредстве популярных, часто весьма недоброкачественных в научном отношении изданий, что по имени, по крайней мере, а ещё чаще в извращённом виде она, конечно, ученикам известна. Умолчание о ней было бы принято „за скрывание истины“, чего, конечно, не должно быть в школе“.

Позиция В. В. Половцова была непоследовательной и противоречивой. Он легко шёл на компромиссы с господствующими взглядами. Учитывая неудачные попытки введения преподавания основ эволюционного учения в германских школах, В. В. Половцов предупреждал преподавателей: „В силу того, что эволюционная теория часто стоит в противоречии с ходячими принципами, которыми определяются мировоззрения и житейская мудрость главной массы общества, нужен большой такт, чтобы при её применении в школе не вступить в целый ряд неприятных конфликтов“.

Одним из основных принципов, которыми Половцов рекомендовал руководствоваться при введении преподавания эволюционной идеи, служило само по себе совершенно верное и очень важное положение: „Стремиться к научности и не допускать произвольных и недоказанных положений“. Выше я показал, как за научность преподавания естествознания в средних школах, начиная с 40-х годов XIX в., боролись передовые русские учёные. Однако В. В. Половцов отступил от этих славных традиций. Находясь под влиянием философии Маха, он обнаруживал большую непоследовательность в своих взглядах и скатывался к позициям идеализма и вульгарного эволюционизма. Так, к числу „произвольных и недоказанных положений“ он отнёс „догадки о происхождении души человека и других существ“ и „самый механизм происхождения видов“. Он рекомендовал брать для изучения в школах только „самый факт эволюции“ и „всегда помнить и указывать“, что „эволюционная теория есть гипотеза“. В. В. Половцов изменил позициям русских борцов за дарвинизм, он стал доказывать, что „отнюдь нельзя теорию эволюции отождествлять с дарвинизмом“ [37, стр. 160—161]. С его точки зрения одинаково „гипотетический характер“ носят объяснения „механизма эволюции“ Дарвином, Ламарком, Коржинским, Де-Фризом. После работ К. А. Тимирязева и других замечательных дарвинистов конца XIX и начала XX вв. В. В. Половцов отстаивал тезис, коренным образом противоречащий их позициям: „В стремлении оставаться на научной почве необходимо помнить, что самый механизм происхождения видов ещё не выяснен“. Чтобы „по возможности не входить в соприкосновение с религиозными и социальными вопросами“, он рекомендовал „брать из эволюционной теории лишь то, что стоит в ней незыблемо, т. е. самый факт эволюции“ [37, стр. 167]. Обо всём этом писал Половцов в то время, когда

К. А. Тимирязев боролся против подобных точек зрения и убедительно доказывал, что „дарвинизм есть единственное действительное эволюционное учение“ [12]. „Эволюционное учение только потому и восторжествовало, что приняло форму дарвинизма“ [11, т. VIII, стр. 115].

С 1908 г. в Петербурге начало работу организованное проф. В. А. Вагнером Русское общество распространения естественно-исторического образования, объединившее очень скоро почти всех петербургских педагогов-натуралистов и сыгравшее большую роль в пропаганде среди них теории Дарвина [21, стр. 217].

Все попытки передовых представителей науки ввести дарвинизм в школу встречали самое решительное противодействие со стороны царского правительства до последних дней его существования. Слуги царизма ревностно оберегали сознание молодого поколения от „растлевающих идей дарвинизма“.

Лишь по инициативе отдельных передовых педагогов, вопреки официальным программам, преимущественно в частных учебных заведениях и в коммерческих училищах, курс биологии перестраивался на базе эволюционного учения и заканчивался изложением основ теории Дарвина. Так, в 1909 г. Ю. А. Филипченко описал в журнале „Русская школа“ [48] опыт построения специального заключительного курса общей биологии, проведенного им в двух частных петербургских гимназиях.

При разработке этого курса Ю. А. Филипченко исходил из следующих соображений: „И зоология и ботаника проходятся большинством преподавателей с эволюционной точки зрения: всюду, где представляется возможность, приходится касаться изменений отдельных органов в пределах той или иной группы организмов, указывать на существование переходных форм и пр. Однако в III, IV, V классах совсем невозможно коснуться эволюционной теории в её целом, хотя бы в самом общем представлении; не находит она себе места и в тех предметах, которые проходятся в старших классах. Между тем эта теория является естественным завершением той суммы естественно-исторических знаний, которая даётся в средних учебных заведениях с полным курсом естествоведения, да к тому же в старших классах к подобным вопросам просыпается очень большой интерес и у самих учащихся“.

Курс Ю. А. Филипченко состоял из трёх разделов: 1) эволюционная теория, 2) клеточная теория, 3) общая эмбриология и вопросы наследственности.

Первый раздел включал четыре темы: 1. Биология до Дарвина. 2. Дарвин и его теория. 3. Доказательства эволюционной теории. 4. Происхождение жизни на Земле.

Проведенный опыт Ю. А. Филипченко считал „довольно удачным“ и рекомендовал использовать его в других средних учебных заведениях: „Насколько можно судить по тому интересу, который этот предмет возбуждал в учениках, с одной стороны, и по сделанным ими успехам, с другой, — я пришёл к убеждению, что вводить общую биологию в средних учебных заведениях вполне возможно и даже желательно“.

В 1909/10 учебном году К. П. Ягодовский провёл цикл занятий по основам дарвинизма в передовом по тому времени Тенишевском коммерческом училище в С.-Петербурге. Курс этот был замаскирован в официальных программах под наименованием „Физиологии“. В издании этого училища вышла в 1911 г. книжка К. П. Ягодовского „Летние работы по естествознанию“ („Руководство для наблюдений над

жизнью в природе и для сознательного составления зоологических и ботанических коллекций"). Здесь под таким сугубо практическим заголовком давалась, между прочим, небольшая глава „Борьба за существование“. Она была установочной для организации биологических наблюдений в природе. Автор в этой главе на ярких примерах дал читателям элементарное понятие о борьбе за существование в природе и показал, что в результате этой борьбы происходит выживание организмов, более приспособленных к условиям существования.

Характерно, что в этой книжке автор, давая понятие о борьбе за существование, не ввёл совсем термина „естественный отбор“ и ни разу не назвал имени Ч. Дарвина.

В 1909 г. Г. А. Ключе сделал перевод немецкого учебника по биологии Крепелина для старших классов средних учебных заведений. Учебник Крепелина, по выражению переводчика, „как нельзя более отвечает назревающему и у нас стремлению дать учащимся главные выводы и обобщения из материала, преподносимого им в отдельных курсах естествознания в чисто описательной форме“. Однако из содержания этого учебника по цензурным условиям пришлось изъять даже те жалкие крупницы эволюционной теории, какие были в немецком издании. В учебниках остался богатый и яркий биологический материал в виде описаний конкретных фактов из жизни растений и животных. Сделана была попытка показать зависимость живых существ от окружающей физико-химической среды, взаимоотношения живых существ между собой и т. д. Однако нигде не указывалось на относительность приспособлений организмов. Нигде не делалось попытки вскрыть историю возникновения приспособленности организмов к среде обитания. Только в двух главах („Растения в их отношениях друг к другу и к животному царству“ и „Животные в их взаимных отношениях“) сделана попытка дать читателям представление о борьбе за существование. Однако и в этой части учебника автор стоял на телеологических позициях. У него обычны такие формулировки: „растение стремится вырасти“ „растение стремится подняться по возможности быстрее к свету, чтобы на надлежащей высоте развить свою листовую крону“ и т. п.

Характерно, что во всем русском переводе нигде не упоминается о теории Дарвина. Имя же Дарвина упоминается в одном случае (стр. 110), а именно, указывается на „тот подробно расследованный Дарвином факт“, что „клевер в Англии даёт богатый урожай семян преимущественно в тех местностях, где число кошек особенно велико“.

В главе „Животные в их взаимных отношениях“ выделен специальный параграф: „Стаи, стадо, общество и государство“. Здесь проводилась полная аналогия между колониальной жизнью животных и человеческим обществом. Автор использовал биологический материал, чтобы подвести учащихся к мысли о преимуществах монархического строя. Это его стремление ясно видно из следующего примера (стр. 127): „Наивысшая ступень общественной жизни, — писал автор учебника, — очевидно достигается лишь тогда, когда на место равенства (подчёркнуто автором учебника. — М.М.) особей выступает подчинение, при том либо одной особи, руководящей поведением всех остальных, либо устойчивому общественному порядку“.

Некоторым шагом вперёд по сравнению с учебником Крепелина был переводный учебник Рабеса и Левенгарда (М., 1912).

Он состоял из аналогичных предыдущему учебнику разделов, но в нём выделена специальная глава „Попытки объяснения“ (напечатан-



ная мелким шрифтом), занимающая, правда, во всей книге, объёмом в 236 страниц, всего полторы страницы.

В этой главе авторы отдают явное предпочтение принципам Ламарка и Сент-Илера. Они не признают естественный отбор за основной закон развития растительного и животного мира и приписывают этому закону очень ограниченное значение.

Министерство народного просвещения царской России не решалось ввести в казённую среднюю школу даже и этот курс.

Только улучшение содержания и методов преподавания биологии в младших классах создавало возможность влиять на развитие эволюционной идеи у учащихся средней школы. Министерство народного просвещения в целях „обезвреживания“ эволюционной теории Дарвина усиленно распространяло учебники по биологии немецкого методиста проф. О. Шмейля, который доказывал, что „дарвинизм не может дать руководящего принципа в школьном обучении естествознанию, так как он совсем не представляет неоспоримой гипотезы“. Извращённый Шмейлем биологический метод ставил целью воспитать у учащихся телеологическое отношение к природе.

В противовес учебникам Шмейля лучшие русские авторы стремились, в меру цензурных возможностей, проводить через свои учебники по ботанике и зоологии идею эволюции Дарвина. В качестве примера можно указать „Начальный учебник зоологии для средних учебных заведений“ профессора Московского университета В. Н. Львова. Учебник этот построен на биологическом принципе, но, в противоположность О. Шмейлю, автор, показывая приспособленность животных к условиям существования, стремился вскрыть историзм в возникновении этих приспособлений, наличие в природе переходных форм.

Стремясь облегчить усвоение курса учащимися, В. Н. Львов дал несколько своеобразное расположение материала в учебнике.

В 1-й части [51] изложение начинается с рыб, и в восходящем порядке доходит до млекопитающих, включая краткий обзор строения тела человека (сравнительно с обезьянами). Во 2-й части — с простейших до оболочников. Восходящий порядок в каждой части автор мотивирует тем, что „только при таком порядке изложения можно дать надлежащее представление о постепенном осложнении организации, которая сопровождается разделением труда между различными органами“<sup>1</sup>.

В 1915—1916 гг. под влиянием событий первой мировой войны и приближающейся революции министерство народного просвещения, во главе которого находился тогда граф Игнатъев, снова поставило вопрос о коренной реформе средней школы.

Передовая русская общественность живо отозвалась на эти мероприятия и возлагала большие надежды на осуществление своих чаяний, в том числе на изменение преподавания естествознания. К этому времени относится замечательная статья К. А. Тимирязева „Наука в современной жизни“,<sup>2</sup> а также статьи А. П. Павлова „Для чего преподаётся естествознание“ и „Мысли, чаяния и опасения в виду предстоящей реформы среднего образования в России“<sup>3</sup>. В этих работах оба автора снова со всей глубиной ставили вопрос о „ценности научного подхода к преподаванию в средней школе и развитии у учащихся научных методов мышления“.

<sup>1</sup> Из предисловия ко 2-й части учебника.

<sup>2</sup> Опубликовано была в журн. „Летопись“, 1916, кн. 1. См. собр. соч., т. IX, стр. 217.

<sup>3</sup> Опубликовано были в журн. „Вестник воспитания“ за 1916 г. и отдельными изданиями. М., 1916.

„Было бы жаль,— указывал К. А. Тимирязев,— если бы наука представлялась людям чем-то вроде подавляющей массы фактов и точных принципов, уместающихся в специально к тому приспособленных головах“. „Побольше будящей мысли, поменьше сухих костей. Необходимо, чтобы каждый знал что-нибудь о жизни и о трудах таких людей, как Галилей, Ньютон, Пастер... Дарвин и многие другие пионеры науки...“ „Мы требуем расширения кругозора учащихся... Мы требуем, чтобы... образование в каждой школе, в каждом среднем училище включало бы и сведения о великих подвигах и обобщениях науки...“ [11, т. IX, стр. 227—228].

А. П. Павлов, отстаивая громадное учебно-воспитательное значение реформированного естествознания, призывал к борьбе за национальную школу: „Пора нам,— писал он,— оставить ученическое подражание западным народам и создать свою, национальную школу“.

Игнатьевская реформа могла бы улучшить общее положение естествознания в казённых средних школах, но и она не была осуществлена. Впервые в программы средних школ были введены элементы эволюционного учения. „В образовательном отношении,— говорилось в объяснительной записке к этим программам,— чрезвычайно важно завершить картину основных явлений жизни животных путём сравнения их с наиболее существенными явлениями из жизни растений. Соотношение важнейших жизненных отправления животных и растений выясняет значение этих двух типов живых существ в мировой экономике вещества и энергии... даёт ясную картину жизни отдельных органов животного организма и организма в целом“ [53].

Однако, хотя в программу были включены основные элементы биологии растений и животных, всё же целостного курса общей биологии, а тем более основ дарвинизма в них не было.

Так на протяжении более полувека — с момента первого ознакомления русских учёных с теорией Дарвина и до последних дней царизма — лучшие, наиболее прогрессивные деятели науки и просвещения боролись всеми доступными им средствами за проникновение дарвинизма в среднюю школу. Однако царское правительство тщательно оберегало молодое поколение от знакомства с передовой биологической теорией Дарвина.

Причина боязни дарвинизма господствующими кругами сомодержавной России кроется в революционной сущности этого учения, в том, что оно подрывает основы укреплявшегося веками метафизического, теологического взгляда на мир. В. И. Ленин в 1908 г. писал: „Известное изречение гласит, что если бы геометрические аксиомы задевали интересы людей, то они наверное опровергались бы. Естественно-исторические теории, задевавшие старые предрассудки теологии, вызвали и вызывают до сих пор самую бешеную борьбу“ [6, стр. 183].

Не прав был В. В. Половцов, делая вывод о том, что „борьба за дарвинизм в школе имела место и свою историю только в Германии; в других странах, так же как у нас в России, никакой борьбы и не было“ [61, стр. 17]. Весь период жизни русской школы, начиная с 60-х годов XIX в. до Великой Октябрьской социалистической революции, характеризуется, как я старался показать в своей работе, борьбой за научность преподавания естествознания, т. е. в первую очередь за дарвинизм. Русская школа благодаря страстной борьбе К. А. Тимирязева и других дарвинистов с антидарвинизмом в науке,

благодаря горячей поддержке дарвинизма В. И. Лениным и товарищем Сталиным, избежала введения в практику преподавания социального дарвинизма и расистских извращений, особенно широко начавших проникать в германские школы с периода подготовки к первой империалистической войне.

Несмотря на то, что преподавание дарвинизма в русских школах в дореволюционное время не разрешалось совсем, а естествознание преподавалось или в очень урезанном виде, или совсем изгонялось за „опасное развращение умов“ молодого поколения, интерес к нему в целом и к дарвинизму в частности рос в среде передовой интеллигенции. Ценные доказательства этому мы находим в автобиографических воспоминаниях академика В. Л. Комарова о днях своей ранней юности. Он писал: „В классической школе (я кончил шестую гимназию) совсем не было естественных наук, но тем не менее с 14 лет я всё более и более увлекался чтением книг по естествознанию... На пороге университетской жизни я очень увлекался дарвинизмом и даже перевёл весь том о происхождении видов“ [32, стр. 3].

### III. Дарвинизм в советской школе

Перестройка преподавания биологии в русских средних школах на основе дарвинизма началась только после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1918 — 1919 гг. этот вопрос был поднят уже на ряде совещаний специалистов-биологов и учителей-практиков. В Петрограде группа учёных биологов и методистов [проф. В. М. Шимкевич, проф. В. М. Исаев, проф. Б. Е. Райков, А. А. Яхонтов и др.] поставила вопрос о необходимости, параллельно с перестройкой на основе эволюционного принципа курсов ботаники, зоологии, анатомии и физиологии человека, ввести в последнем классе средней школы целостный обобщающий курс общей биологии с основами эволюционного учения.

Установочная статья, доказывающая необходимость перестройки преподавания биологических предметов в школах и введения изучения теории Дарвина, написана была известным дарвинистом-зоологом, принимавшим большое участие в пропаганде дарвинизма и в дореволюционный период — проф. В. М. Шимкевичем. Он предложил схему программы по общей биологии, а затем при его участии группа методистов разработала и первую программу этого курса. Она состояла из следующих разделов:

1. Общебиологические явления в связи с приспособленностью организмов.
2. Косвенные доказательства изменчивости организмов.
3. Прямые доказательства изменчивости видов.
4. Эволюция организмов как логический вывод из всего вышеприведенного.

В 1919 г. были изданы первые программы НКП. Программы по ботанике (автор проф. Л. М. Кречетович) и по зоологии (автор А. А. Яхонтов) построены были на эволюционной основе. Помимо того, для выпускного класса школы давался специальный курс общей биологии (автор проф. М. М. Книпович) с целью „подведения итогов полученных знаний по живой природе и углубления понятий, способствующих выработке правильного понимания живой природы в целом. Эволюционное учение в его применении к человеку должно быть выводом из всего курса“.

Программа включала такие разделы:

1. Живая и неживая природа.
2. Мир растений и мир животных.
3. Клетка и клеточное строение организмов.
4. Наследственность и изменчивость.
5. Биологические отношения организмов. Борьба за существование.
6. Географическое распределение организмов.
7. Прошлое органического мира.
8. Теории о развитии органического мира (учение Дарвина и позднейшие к нему надстройки).
9. Происхождение мира.

В следующем (1920) году программа эта подвергалась некоторой переработке проф. Б. Е. Райковым [54].

Передовые педагоги-практики начали вводить данный курс в школьное преподавание. Шли горячие споры о его преподавании. В дискуссии определились следующие основные точки зрения.

1. Нет надобности в особом курсе эволюционного учения. Эволюционная идея должна проникать всё, о чём мы говорим [21, стр. 233].

2. Перестройка преподавания биологии должна идти по двум направлениям: во-первых, путём внедрения эволюционизма во все курсы школьной биологии, и во-вторых, через связный заключительный курс основ эволюционного учения [или общей биологии].

Относительно характера заключительного курса основ эволюционного учения высказывались также различные мнения. Наряду со взглядом, что курс должен включать не только доказательства эволюции, но и основы теории естественного отбора, дающей единственно правильное объяснение развитию органического мира, находила отголосок и точка зрения В. В. Половцова „брать из эволюционной теории лишь... самый факт эволюции... и не касаться механизма эволюционного процесса“ [37, стр. 192].

Как редкое исключение раздавались голоса вообще против эволюционизма в школьной биологии, но они встречали сильный отпор.

Так, против опасений проф. Любименко, что в средней школе невозможно научно обосновать вопросы эволюционного учения [59, № 7 — 8, 1923], выступили с резкой критикой академик В. Л. Комаров и проф. К. П. Ягодковский.

„Эволюционная теория, — писал В. Л. Комаров [59, № 7 — 8, 1923], — и дарвинизм, в частности, есть не что иное, как ключ к тому, какие именно факты выбрать из необозримой их массы. Они дают очень много материала, чтобы мыслить динамично и причинно... Я не представляю себе совершенно естествознания без эволюционной идеи. Природа в вечном движении как во времени, так и в пространстве, движение это имеет определённое направление“.

В противоположность мнению о недоступности основ эволюционного учения для изучения в средней школе, обнаружилась тенденция ввести такой курс даже в начальную школу. В программах Гуса 1923 — 1926 гг. для IV класса 1-й ступени был помещён специальный раздел по основам эволюционного учения (автор В. Ю. Ульяновский).

Широкому обсуждению подвергся вопрос о преподавании эволюционного учения на I Всероссийском съезде педагогов-естественников в 1923 г. Проф. В. М. Исаев сделал на съезде развернутый доклад на эту тему [21, 59—№ 1, 1924]. Докладчик отстаивал „необходимость и неизбежность двух моментов: во-первых, внедрение эволюционизма в школьное преподавание; и во-вторых, потребность в связном заключи-

тельном курсе... позволяющем строить цельное и определённое мировоззрение".

Программу В. М. Исаев строил по следующему плану:

#### Вступление:

Трансформизм и эволюция.

#### Темы.

1. Изменчивость.
2. Наследственность.
3. Сохранение существующей формы и состояния.
4. Развитие (эволюция) существующих форм.
5. Изменчивость организмов под влиянием внешних условий.
6. Представления о модификациях и мутациях.
7. Сохранение вновь возникающих форм. Учение об отборе (дарвинизм). Искусственный и естественный отбор. Ч. Дарвин.
8. Развитие вновь возникающих форм.
9. Приспособляемость.
10. Организм и внешняя среда.
11. Сравнительно-анатомические доказательства эволюции (доказательство животной природы человека).
12. Доказательства эволюции из области эмбриологии.
13. Происхождение человека.
14. Палеонтологические доказательства эволюции.
15. Доказательства эволюции.
16. Доказательство эволюции из зоопсихологии.
17. Эволюция размножения.
18. Заключительная тема. Эволюция солнечной системы, происхождение Земли и происхождение жизни на Земле.

Большинство выступающих на съезде высказалось за построение всех биологических предметов на эволюционной основе и за необходимость введения в среднюю школу обязательного курса основ эволюционного учения. Так как подготовленных преподавателей, а также приспособленных к программе средней школы учебников и методических руководств ещё не было, съезд признал программу В. М. Исаева сильно усложнённой (правильнее было бы говорить не об усложнённости, а о недостаточной систематизированности программного материала. — М. М.) и принял следующее решение:

„Эволюционный момент должен всецело проникать преподавание естествознания.

К эволюционному учению учеников следует подводить исподволь, в процессе прохождения курсов естествознания, особенно же при изучении биологических явлений.

Вопрос об отдельном, концентрированном курсе эволюции в старших классах пока на некоторое время придётся отложить, ввиду слишком малой методической разработки приёмов преподавания этого предмета, а также ввиду отсутствия соответственно подготовленных специалистов“ [21, стр. 193].

Практика советской школы разбила все опасения излишне осторожных и нерешительных методистов. Подавляющая масса преподавателей биологии приветствовала „новые программы для единой трудовой школы“, утверждённые коллегией Наркомпроса 16 июля 1923 г., где предлагалось на третьем году обучения в школе 2-й ступени изучать основы эволюционного учения [55, стр. 11 — 12].

В дальнейшем этот курс давался в сжатой форме в VII, а в более развёрнутой форме в IX классе.

Опыт работы показал, что преподавание систематического курса основ эволюционного учения в VII классе неосуществимо. Теоретические обобщения трудны для усвоения учащимися VII класса, не овладевшими ещё необходимым запасом конкретных знаний по химии, ботанике, зоологии, анатомии и физиологии человека.

В IX классе средней школы курс основ дарвинизма завоевал прочное положение. Здесь этот курс углубляет и освещает теоретически весь материал, изученный учащимися в предшествующих курсах биологии. Содержание этого курса постепенно уточнялось и улучшалось; достигалось большее соответствие школьного курса современному состоянию науки и возрастным особенностям учащихся средней школы.

Наиболее существенной переработке программа, а затем учебник подверглись в 1939—1940 гг. До 1939 г. в содержании курса основ дарвинизма, соответственно содержанию курса общей биологии зарубежных, в частности, американских школ, большое место отводилось учению Менделя и Моргана о наследственности. В период с 1936 по 1939 г. в дискуссии, развернувшейся по вопросам генетики и селекции, с достаточной полнотой и глубиной были вскрыты метафизические стороны этого учения. Впервые критику основ метафизической генетики дал ещё К. А. Тимирязев. Он даже в период пышного расцвета менделизма доказывал, что закономерности наследственности и изменчивости нельзя изучать исключительно методами морфологии, — необходимо производить и физиологические исследования.

„К сожалению, — говорил он [15, стр. 46—47], — до сих пор задача эта оставалась почти исключительно достоянием морфологов, которые считают её разрешённой, если им удалось морфологически связать одну форму с другой, видимую глазом с видимой под микроскопом, или невидимой, добавляя остальное тем легионом слов, которые заставляют только порою сожалеть, почему эти современные учёные еще так свободно владеют греческим языком, что могут так легко и свободно засорять память людей эфемерными созданиями своей филологической фантазии“.

Метафизичность взглядов многих представителей менделевской генетики приводит к неправильному, антидарвинистическому учению о развитии признака, который, с их точки зрения, не развивается из старого, а лишь развёртывается и принимает свою обычную форму из задатка — гена. Гены рассматриваются как неизменные единицы жизни. Наследственные изменения есть результат, главным образом, комбинации генов. Возникновение наследственных изменений происходит путем мутаций, зависящих лишь от внутренних процессов, не связанных с изменениями самого организма под влиянием условий существования. Такое учение о наследственности и изменчивости антиисторично, так как появление новых изменений не связано с теми изменениями, которые происходили под влиянием внешних условий у предшествующих поколений. Связь онтогенеза и филогенеза разрывается. Естественный отбор, с точки зрения метафизиков, не может вырабатывать новые свойства и усиливать их из поколения в поколение в определённом направлении; он может лишь выявлять признаки, но не создавать их. Таким образом, естественный отбор, как основной закон развития органического мира, по существу отрицается.

Преимственная связь между поколениями изображается часто как передача частиц особого вещества „наследственности“.

Грубый механицизм таких взглядов очевиден.

Наличие формального метафизического направления в работе многих генетиков-морганистов было отмечено следующим постановлением Академии Наук СССР о работе Института генетики Академии: „В Институте генетики в общем преобладает узко хромозомальный подход к явлениям наследственности, характерный для формальной генетики. Это особенно резко сказывается в лаборатории дрозофилы“ [63].

В средней школе очень трудно дать анализ положительных и отрицательных сторон сложных генетических теорий. Критиковать можно лишь то, что хорошо знаешь. Помимо большого количества времени, требуемого для усвоения этих теорий, они очень сложны для учащихся этого возраста и подготовки. Формальная, метафизическая трактовка в школах вопросов наследственности и изменчивости, применявшаяся около 20 лет, вызывала часто недоумение у учащихся, так как органической связи этого материала с теорией Дарвина о развитии органического мира они уловить не могли. В программе учение об изменчивости и наследственности было выделено в самостоятельную тему „Основы генетики и селекции“, стоявшую вне темы „Дарвинизм“. Учащиеся принуждены были заучивать абстрактные правила и логически выведенные, не подкрепляемые практикой положения. Никакого конкретного материала для выведения правил учитель показать не мог. Лишь отдельные учителя ставили опыты с мухой-дрозофилой. Стремление конкретизировать заучиваемые положения приводило к тому, что в отдельных учебниках<sup>1</sup> вслед за некоторыми учёными-генетиками, сравнивавшими процесс случайного комбинирования задатков (генов) при скрещивании с игрой в „орла-решку“, рекомендовалось проводить лабораторный урок „Игра в орла-решку“ для проверки расщепления во втором поколении гибридов в отношении 1:2:1.

На смену метафизической генетики развивается новая генетика, основанная на принципах теории развития Дарвина. Основная заслуга в её создании принадлежит русским учёным — К. А. Тимирязеву, И. В. Мичурину, Т. Д. Лысенко, М. Ф. Иванову и др. Принципы этой генетики лежат в основе практики советских растениеводов и животноводов, достигших невиданных до сих пор успехов в переработке природы живых организмов. Широкая практика социалистического сельского хозяйства служит самой глубокой проверкой новых теорий наследственности и основой для их дальнейшего развития.

Изучая основы генетики К. А. Тимирязева, И. В. Мичурина, учащиеся знакомятся с одним из самых ярких направлений современного творческого дарвинизма. По методике многие из этих работ вполне доступны для воспроизведения на пришкольных участках.

Естественное и единственно правильное решение было принято Наркомпросом РСФСР — снять совсем вопросы менделизма-морганизма из программ средней школы и за счёт этого дополнить курс основами учения К. А. Тимирязева, И. В. Мичурина, Т. Д. Лысенко, М. Ф. Иванова.

В первом варианте вновь введённый материал отличался громоздкостью, сложностью формулировок. С 1944 г. он был оформлен в виде темы „Русские учёные — борцы за дарвинизм“. Тема эта была освобождена от излишних деталей и отвлечённых теоретических выводов, трудных для усвоения учащимися. Содержание темы стало вполне

<sup>1</sup> См. „Основы эволюционного учения“. Учебник для педагогических училищ, 1933.

конкретным, увлекательным, доступным для практического воспроизведения в школьной практике; на нём удаётся хорошо показать сущность творческого дарвинизма, в создании и развитии которого первое место принадлежит русской науке.

Встречающиеся указания методистов и учителей-практиков на трудность этого материала основаны на наблюдениях за работой учащихся в таких школах, где преподавание ведётся формально, без необходимой наглядности, без постановки опытов на пришкольных или межшкольных базовых участках. Приходилось не раз наблюдать, когда преподаватель рассказывал учащимся о яровых и озимых растениях, о переделке их природы на основе теории стадийного развития и пр., не пользуясь демонстрациями даже таблиц. Между тем учащиеся не имели представления, что такое яровое и озимое растение, не знали, как проходит их развитие. Получалось недопустимо схоластическое, формальное преподавание, в результате которого учащиеся заявляли, что тема о Мичурине и Лысенко самая трудная и неинтересная. Характерно, что там, где преподавание было поставлено правильно, эта тема была любимой для учащихся. Опыт преподавания указанного материала с 1939 по 1945 г. вполне подтверждает это.

Заканчивается курс „Основы дарвинизма“ темами: „Происхождение и развитие жизни на Земле“ и „Происхождение человека“. В программы курса „Дарвинизм“ в высших учебных заведениях далеко не всегда включаются эти темы, особенно „Происхождение жизни на Земле“. Для названных тем часто отводится место в курсах общей биологии. Для советской средней школы вполне обоснованно эти темы включаются в программу по основам дарвинизма. Отдельного курса общей биологии в нашей школе нет. Учащийся, оканчивающий среднюю школу, безусловно должен владеть знаниями о происхождении и развитии жизни на Земле и происхождении человека.

Дарвин считал необходимым дать ясный ответ на эти волнующие человечество с древнейших времен вопросы. К сожалению, для решения первого из них у него не было еще необходимого фактического материала, а дать правильное направление для теоретического решения проблемы он не мог. Ф. Энгельс ясно показал недостатки в работах Дарвина, связанные с низким уровнем естествознания той эпохи, бессильного дать ответ на вопрос о происхождении жизни на Земле.

„Упрек по адресу Дарвина, — писал Энгельс, — что он тотчас же попадает в тупик там, где у него обрывается нить происхождения, суров и, конечно, неопровержим. Но, к несчастью, его заслуживает все наше естествознание. Там, где у него обрывается нить происхождения, там оно попадает в „тупик“ [2, стр. 51, по изд. 1934].

Энгельс первый своими исследованиями о жизни и её происхождении дал правильное направление для выхода из того „тупика“, в котором находилось естествознание второй половины XIX в. Современная нам наука и, в первую очередь, труды советских учёных [64], работающих на основе положений диалектического материализма, дают вполне обоснованный ответ на вопрос о происхождении жизни на Земле.

Общеобразовательная средняя школа обязана использовать эти достижения современного естествознания, чтобы не оставлять учащихся в „тупике“ относительно вопросов происхождения жизни. Предварительная подготовка учащихся по химии, геологии и биологии, а также достаточная степень их развития позволяют пройти эту тему в том объеме, какой требуется программой.



Ч. Дарвин не ограничился разработкой вопроса о законах развития растений и животных, — он уделил большое внимание проблеме происхождения человека. „Еще в 1837 или 1838 году, — писал он, — как только я убедился, что виды изменчивы, я не мог уклониться от заключения, что и человек подходит под тот же закон... Хотя в „Происхождении видов“ я не касаюсь ни одного вида в частности, тем не менее, чтобы ни один честный человек не мог укорить меня в том, что скрываю свои убеждения, я прибавил слова: „Будет пролит новый свет на происхождение человека и его историю...“ Когда я убедился, что многие натуралисты приняли учение об эволюции видов, я счел полезным обработать имевшиеся у меня заметки и выпустить в свет специальное исследование о происхождении человека“ [Происхождение видов, стр. 92, по изд. Сельхозгиза, 1935].

Благодаря работам Ч. Дарвина и Ф. Энгельса человек с его мыслящим мозгом перестал быть „чудом“.

Изучение этой темы имеет очень большое учебное и воспитательное значение; оно вызывает громадный интерес у учащихся. Изучением закономерностей происхождения человека перебрасывается мост между биологией и социологией. Естественно поэтому, что тема „Происхождение человека“ должна завершать изучение законов происхождения и развития растительного и животного мира учащимися средней школы. Так и строится в настоящее время программа этого курса.

В изданиях программы 1944/45 г. упрощены отдельные формулировки и усложняющие содержание программы расшифровки, в то же время содержание этой программы охватывает все необходимые для общеобразовательной средней школы вопросы основ дарвинизма.

Одновременно с работой по улучшению содержания курса проводилась и проводится система мероприятий, улучшающих методы его преподавания в школах.

Ни в какой другой стране мира в средних школах не преподается специальный систематический курс „Основы дарвинизма“. Даже в США, где во многих штатах вопросы эволюционного учения представлены в программах для средней школы наиболее полно сравнительно с другими странами, они даются лишь в виде отдельных фрагментов в курсах общей биологии.

Основное место в этих курсах отводится вопросам изменчивости и наследственности организмов, трактуемым с упрощенно метафизических позиций. В разделе „Биологическая эволюция“ главное внимание уделяется доказательствам эволюции живых организмов, учение же Дарвина о путях и законах эволюции рассматривается очень поверхностно. В теме „Происхождение человека“ даются лишь доказательства происхождения человека и современных обезьян от общих предков. Вопрос о законах эволюции человека совсем не рассматривается.

В наших школах преподавание биологических предметов заканчивается систематическим курсом „Основы дарвинизма“, при изучении которого учащиеся обобщают и связывают единой идеей дарвинизма накопленные ими фактические знания о живой природе, получают ответ на волнующие их вопросы о причинах многообразия и приспособленности органических форм, о происхождении жизни, происхождении человека, познают основные закономерности и методы управления развитием растений и животных в практике человека. При правильном преподавании этого курса достигается полное единство между конкретным, фактическим материалом и доступными для изу-

чения учащимися старших классов средней школы простейшими теоретическими, философскими выводами, единство между теорией и практикой.

Лучшие преподаватели курса „Основ дарвинизма“ воплощают в практике своей учебно-воспитательной работы те идеалы, за которые боролись передовые представители русской науки — К. А. Тимирязев, А. П. Павлов, А. Я. Герд и др.

### Резюме

Начало проникновения идей Дарвина в русскую науку совпало с эпохой 60-х годов. Эти идеи вызывали к себе диаметрально противоположное отношение со стороны передовых, прогрессивных слоёв общества и со стороны тех сил, которые были оплотом самодержавия и реакции.

Почва для восприятия теории Дарвина передовыми слоями русского общества была достаточно подготовлена. Особенно большое значение имели „Письма об изучении природы“ А. И. Герцена и работы профессора Московского университета К. Ф. Рулье.

Дарвинизм нашёл в России блестящую плеяду пропагандистов, защитников и продолжателей во главе с К. А. Тимирязевым.

Коренной переворот в науках о природе, произведённый Дарвином, не мог не оказать своего влияния и на преподавание биологических предметов в школе.

После ознакомления русских учёных с теорией Дарвина основным признаком научности преподавания биологии сделалась для них идея эволюции. Поэтому вскоре после выхода в свет „Происхождения видов“ стал ставиться вопрос о необходимости перестройки преподавания биологии на эволюционной основе.

А. П. Богданов и А. Я. Герд впервые поставили вопрос о необходимости перестройки преподавания биологии в школах на основе дарвинизма.

В дальнейшем отдельными специалистами и научными обществами много раз ставился вопрос о перестройке преподавания биологии на основах последних достижений науки.

По инициативе отдельных передовых педагогов, вопреки официальным программам, преимущественно в частных учебных заведениях, курс биологии перестраивался на базе эволюционного учения и заканчивался изложением основ теории Дарвина.

Министерство же народного просвещения даже в период игнатьевской реформы 1915—1916 гг. целостного, обобщающего курса общей биологии, тем более основ дарвинизма, вводить в средней школе не разрешало.

В противовес распространяемым правящими кругами переводным немецким учебникам О. Шмейля, в которых всё содержание направлено было на воспитание у учащихся теологического и телеологического отношения к миру, лучшие русские авторы стремились проводить через свои учебники ботаники и зоологии идею эволюции Дарвина.

Русская школа, благодаря страстной борьбе К. А. Тимирязева и других дарвинистов с антидарвинизмом в науке, избежала введения в школьную практику социального дарвинизма и расистских извращений, особенно широко распространяемых в германских школах, начиная с периода подготовки к первой мировой войне.

Перестройка преподавания биологии в русских средних школах на основе дарвинизма началась только после Великой Октябрьской социалистической революции.

Опыт работы показал, что преподавание систематического курса основ эволюционного учения неосуществимо ни в VII, ни тем более в младших классах. Теоретические обобщения трудны для усвоения учащимися этих классов. Курс основ дарвинизма завоевал прочное положение в IX классе средней школы. Программа этого курса уточнялась и улучшалась постепенно.

Советский Союз — единственная страна в мире, где в средних школах преподаётся систематический курс „Основы дарвинизма“. Этот курс удачно обобщает и систематизирует накопленные учащимися конкретные знания по биологии и даёт ответы на волнующие учащихся вопросы о причинах многообразия и приспособленности организмов к условиям существования, о происхождении жизни на Земле, происхождении человека, позволяет познать законы и методы управления развитием растений и животных в практике человека.

Лучшие преподаватели основ дарвинизма осуществляют в своём опыте стремления передовых деятелей русской науки и просвещения, борющихся за научность преподавания естествознания в школах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Энгельс Ф., Людвиг Фейербах, 1939.
2. Энгельс Ф., Анти-Дюринг. 1931.
3. Ленин В. И., Империализм, как высшая стадия капитализма. Соч., т. XIX, изд. 3-е.
4. Ленин В. И., Материализм и эмпириокритицизм, т. XIII.
5. Ленин В. И., Что такое „друзья народа“, т. I.
6. Ленин В. И., Марксизм и ревизионизм, т. XII.
7. Ленин В. И., Пятидесятилетие падения крепостного права, т. XV.
8. Ленин В. И., Памяти Герцена, т. XV.
9. Ленин В. И., Л. Н. Толстой и современное рабочее движение, т. XIV.
10. История Всесоюзной коммунистической партии (большевиков). Краткий курс, 1938.
11. Тимирязев К. А., Собр. соч., т. I, V, VIII, IX, 1937.
12. Тимирязев К. А., Исторический метод в биологии, 1922.
13. Тимирязев К. А., Ч. Дарвин и его учение, т. I и II, 1920 — 1921.
14. Тимирязев К. А., Некоторые основные задачи современного естествознания. М., 1895.
15. Тимирязев К. А., Дарвинизм и селекция. Сборник, 1937.
16. Герцен А. И., Письма об изучении природы. Собр. соч., т. IV, 1941.
17. Желваков Н. А., Хрестоматия по истории педагогики, т. IV, ч. 1 и 2, 1938.
18. Некрасов А. Д., Борьба за дарвинизм, 1937.
19. Богданов А. П., К. Ф. Рулье и его предшественники по кафедре зоологии в императорском московском университете. М., 1885.
20. Богданов А. П., Зоология и зоологическая хрестоматия. М., 1862 — 1865.
21. „Естественно-историческое образование в СССР“. Сборник под ред. Б. Е. Райкова, 1924.
22. Райков Б. Е., Естественно-историческое образование в России в середине XIX в. (журн. „Естествознание в школе“, № 4, 1925).
23. „Памяти Ч. Дарвина“, Сборник, 1909.
24. Данилевский Н. Я., Дарвинизм, критическое исследование, т. I и II, СПб., 1889.
25. Берг Л. О. Номогенез, или эволюция на основе закономерностей, 1922.
26. „Номогенез“. Сборник под ред. проф. Б. М. Козо-Полянского, 1927.
27. Мечников И. И., Сорок лет исканий рационального мировоззрения. М., 1913.
28. Мечников И. И., Дарвинизм, 1940.
29. Северцов А. Н., Очерки по теории эволюции, 1927.
30. Северцов А. Н., Морфологические закономерности эволюции, 1939.
31. Комаров В. Л., Учение о виде у растений, 1940 и 1945.

32. Мещанинов И. И. (акад.) и Чернов А. Т., Владимир Леонтьевич Комаров (журн. „Наука и жизнь“, № 10, 1944).
33. Голиков Б. И., Методика естествознания в главнейших её представителях и историческом развитии нашей общеобразовательной школы средней и низшей, изд. 2-е, 1911.
34. Герд А. Я., Учебник зоологии для среднеучебных заведений и самообразования, ч. 1 и 2, 1877 — 1883.
35. Герд А. Я., Статьи в журнале „Учитель“, 1866 — 1868.
36. Крупская Н. К., О преподавании в средних школах взрослых. Сборник статей и докладов, 1939.
37. Половцов В. В., Основы общей методики естествознания, 1922.
38. Кайгородов Дм., На разные темы, преимущественно педагогические, изд. 2-е, 1907.
39. Шмелей О., Очерки по методике естествознания, СПб, 1912.
40. Лай В. И., Методика естественно-исторического образования, под ред. М. М. Соловьёва, 1915.
41. Судовский Д. А., Методика преподавания основ дарвинизма. Л., 1941.
42. „Материалы по вопросам преподавания естествознания в средней и низшей школе“, под ред. М. П. Вараввы и Г. А. Кожевникова. М., 1894.
43. Труды Первого съезда преподавателей естественной истории учебных заведений Московского учебного округа, под ред. М. П. Вараввы и М. М. Нечаева. М., 1902.
44. Известия Московского общества распространения естественно-научных знаний. М., 1911.
45. Павлов А. П., Для чего преподаётся естествознание. М., 1916.
46. Павлов А. П., Мысли, чаяния и опасения ввиду предстоящей реформы среднего образования в России. М., 1916.
47. Варсонофьева В. А., Алексей Петрович Павлов. М., 1941.
48. Филипченко Ю. А., Опыт построения биологии в средней школе (журн. „Русская школа“, 1909).
49. Лесгафт П., О преподавании естественных наук в средних учебных заведениях (журн. „Русская школа“, т. II, № 9 — 12, 1909).
50. Даль В., Учебное руководство для военно-учебных заведений. Естественная история. Ботаника. СПб, 1849.
51. Львов В. Н., Начальный учебник зоологии для средних учебных заведений, изд. 1-е, 1901.
52. Иванцов Н. А., Руководство по зоологии для средних учебных заведений, изд. 6-е, 1916.
53. Журнал министерства народного просвещения, 1915.
54. Примерные программы по естествознанию, НКП, 1920.
55. Новые программы для единой трудовой школы. Вып. 1 и 2, 1923.
56. Дучинский, Эволюционное учение в трудовой школе (журн. „На путях к новой школе“, № 9, 1924).
57. Беляев М. М., Эволюционное учение в программах ГУСа (журн. „Просвещение на транспорте“, № 3, 1927).
58. Натали В. Ф., Биология в современной школе 1-й и 2-й ступени, 1927.
59. Сборники и журнал „Естествознание в школе“ за 1914 — 1928 гг.
60. Журналы „Естествознание в советской школе“ (1932 — 1933), „Биология и химия в школе“ (1934 — 1936), „Биология в школе“ (1937 — 1941).
61. „Памяти Дарвина“. Сборник, 1909.
62. Журнал „Яровизация“ за 1939 — 1940 гг.
63. „Вестник Академии наук СССР“, № 6, 1938.
64. Опарин А. И., Возникновение жизни на Земле, 1936.
65. Антонович М. А., Ч. Дарвин и его теория. СПб, 1896.
66. „Библиотека для чтения“, № 11, 12, 1861.
67. Журнал „Время“, № 11, 1862.
68. Гертвиг О., Развитие биологии в XIX столетии, М., 1910.