

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ПРОДУКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

М.И. Башмаков, С.Н. Поздняков, Н.А. Резник

**ИНФОРМАЦИОННАЯ
СРЕДА
ОБУЧЕНИЯ**

Санкт-Петербург
Издательство «Свет»
1997

ББК 4426.2
Б33
УДК 37.022

Б33 Башмаков М.И., Поздняков С.Н., Резник Н.А.
Информационная среда обучения. – Спб.: СВЕТ, 1997. – 400 с.: ил.
ISBN 5–88729–035–8

Эта книга посвящена одной из весьма важных проблем современного образования – моделированию информационной среды процесса обучения. Рассмотрены разнообразные формы представления и передачи знаний, различные типы информационных сред, использующихся в предметном обучении. Проанализировано взаимодействие человека и информационной среды в процессе обучения, показаны новые направления развития предметных методик.

Предназначена для ученых, занимающихся проблемами обучения, для разработчиков программного обеспечения учебного процесса, а также для преподавателей информатики, математики и других предметов, интересующихся образовательными технологиями.

ББК 4426.2
УДК 37.022

ISBN 5–88729–035–8

© Башмаков М.И., 1997
© Поздняков С.Н., 1997
© Резник Н.А., 1997

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга была задумана как теоретическое осмысление педагогического опыта, который был накоплен коллективом педагогов Санкт-Петербурга, объединенных идеей того способа обучения, который позднее был назван *продуктивным обучением*, и с использованием тех методов, которые впоследствии были объединены термином *информационные технологии обучения*.

Скажем обо всем этом более подробно. Термин *продуктивное мышление* (productive thinking) был введен, по-видимому, одним из основателей гештальт-психологии Максом Вертгеймером. Его книга, которая так и называлась «Productive Thinking», была издана уже после его смерти в 1945 году и вышла в русском переводе в 1987 году. В ней автор на примерах, взятых, в основном, из обучения математике, пытается ответить на вопросы, поставленные им самим во введении к книге следующим образом: «Что происходит, когда мышление работает продуктивно? Что происходит, когда в ходе мышления мы продвигаемся вперед? ... Каковы существенные особенности и этапы этого процесса? Как он протекает? Как возникает вспышка, озарение? Какие условия, установки благоприятствуют или не благоприятствуют таким замечательным явлениям? Чем отличается хорошее мышление от плохого? И, наконец, как улучшить мышление?»

Мышление несомненно является важнейшей стороной процесса обучения и его продуктивный характер является условием развития креативных, творческих способностей личности. Другой, не менее важной стороной обучения является *«делание»*,

выполнение учебных заданий, требующих включения других механизмов, контролируемых и направляемых, разумеется, мышлением, но имеющих свои специфические характеристики. Одну из таких характеристик, а именно включение в процесс обучения последовательности учебных модулей, нацеленных на социально-значимый результат («продукт»), взяли на вооружение немецкие педагоги Йенс Шнайдер (Jens Schneider) и Ингрид Бём (Ingrid Böhm), которые развили теорию продуктивного обучения (productive learning) и возглавили достаточно широкое движение «школ продуктивного обучения», в котором с самого начала его возникновения активно участвуют и авторы этой книги. В своей книге [+1], вышедшей в 1996 году сразу в переводе на три языка (немецкий, английский, французский) и которая, как надеемся, будет переведена на русский язык, авторы так определяют введенный ими термин: «Продуктивное обучение – это педагогический процесс, который порождает развитие личности в социуме одновременно с развитием самого социума. Этот процесс осуществляется с помощью последовательности действий (модулей), ориентированных на получение результата (продукта) в ситуациях реальной жизни, последовательности, реализуемой в педагогическом контексте групповой деятельности при поддержке педагогов.»

Мы развиваем более общую концепцию продуктивного обучения, включающую в себя как идеи продуктивного мышления по Вертгеймеру, так и социально-ориентированные идеи Бём и Шнайдера.

В нашем представлении продуктивное обучение – это лично-ориентированная педагогическая система, обеспечивающая получение образования на основе создаваемой сети образовательных маршрутов, представляющих собой последовательность учебных и производственных модулей, самостоятельно выбираемых индивидуумом и обеспечивающих рост его общеобразовательной подготовки и культуры, профессиональную ориента-

цию, осуществление различных этапов профессионального образования, его уверенное вхождение в социум с учетом своих склонностей и особенностей своего развития на основе широкого использования информационных обучающих технологий.

Настоящая книга посвящена одному аспекту продуктивного обучения – взаимодействию человека и информационной среды в процессе обучения. Центральным понятием является понятие информационной среды.

Информационная среда – это система средств общения с человеческим знанием и служащая как для хранения, структурирования и представления информации, составляющей содержание накопленного знания, так и для ее передачи, переработки и обогащения.

Книга ограничивается рассмотрением информационных сред, связанных с предметным обучением в школе. Первый параграф первой главы описывает различные формы представления знаний с акцентом на их использование в школьном преподавании. Выделенные в этом параграфе основные подходы можно представить в виде следующей тезисной парадигмы.

Тезис 1. «Для любого знания можно подобрать известный учащемуся аналог, образ, модель, адекватно отражающие это знание».

Тезис 2. «Любое знание можно представить системой действий с идеальными объектами».

Тезис 3. «Для каждого знания можно создать такой инструмент, что организованная деятельность с ним будет адекватна исходному знанию».

Тезис 4. «Любое знание можно представить его связями с другими знаниями».

Тезис 5. «Любое знание можно свести к совокупности зрительных образов так, что механизмы зрительного мышления обеспечат овладение этим знанием».

Тезис 6. «Для любого знания можно разработать такую систему задач, что она инициирует интеллектуальную деятельность ученика, направленную на овладение знанием».

Тезис 7. «Любое знание можно адекватно представить в словесной форме».

Основное направление наших исследований имеет конструктивный характер. Поэтому, при описании функций информационных сред (второй параграф первой главы) мы останавливаемся, прежде всего, на тех сторонах создания и использования информационных сред, которые тесно связаны с процессами технологизации и моделирования. Принципиально важным моментом здесь является подход к педагогической технологии как мосту между дидактикой и методикой, как к способу передачи и закрепления педагогического опыта.

Классификация обучающих информационных сред, проведенная в третьем параграфе первой главы, ориентирована на три основных признака – тип носителя, целевая установка и характер взаимодействия.

В целом, первая глава демонстрирует широкий спектр воздействий на обучаемого посредством создания подходящей среды. Формирование среды обучения – сложный процесс, на который влияют как социально-исторические факторы, так и атмосфера в школе и личность учителя. Моделирование влияния всех факторов представляет значительные трудности. С другой стороны, процесс обучения происходит в конкретной информационной среде, связан с передачей определенных знаний, умений и схем поведения. Моделирование информационной среды представляет собой гораздо более обозримую задачу. Принципиальным этапом в моделировании и конструировании информационных сред стало использование компьютера.

Первый параграф второй главы как раз и посвящен роли и возможностям компьютера в конструировании среды обучения.

Однако (и это является стержневым положением всей книги) исследование роли компьютера в учебном процессе ведется не от «железа», то есть тех решений, которые навязываются самим компьютером или его адептами, а от учителя, то есть от тех дидактических и методических задач, которые он ставит перед собой, и от того педагогического опыта, которым он обладает. Такой подход выдвигает на первый план использование компьютера как технологического средства организации учителем учебной работы.

Можно сказать, что содержание книги развивается по двум линиям, которые тесно связаны между собой как в идейном, так и в инструментальном плане. В то же время, они отражают результаты двух независимых исследований. Первое из них, о котором до сих пор более всего шла речь, связано с общими вопросами компьютерных технологий обучения. Основные результаты в этом направлении принадлежат С.Н. Позднякову. Второе исследование сосредоточено вокруг проблемы конструирования и использования специфических информационных сред, которые тесно связаны с развитием визуального мышления и потому названы визуальными средами обучения. Автором этого цикла работ является Н.А. Резник, а его основной экспериментальной базой – Мурманская область.

Большой по объему второй параграф второй главы целиком посвящен конструированию визуальной среды обучения. Известное определение В.П.Зинченко [32] – «Визуальное мышление – это человеческая деятельность, продуктом которой является порождение новых образов, создание новых визуальных форм, несущих смысловую нагрузку и делающих значение видимым» – как нельзя лучше отражает различные грани исследования. Прежде всего – визуальное мышление – это продуктивная деятельность, нацеленная на определенный реальный результат. Визуальные дидактические средства, реализованные на компьютере

или созданные с помощью компьютера и описанные в этом параграфе, создают необходимую оболочку, форму, в которой в дальнейшем и будет развиваться деятельность ученика по созданию новых образов, по осознанию смысла и значения того знания, которое вложено в зрительные образы.

Третья глава книги имеет ярко выраженную дидактическую направленность и посвящена взаимодействию ученика–учителя с информационной средой.

Первый параграф этой главы анализирует различные компьютерные операционные среды (в создании или адаптации многих из них принимали активное участие авторы книги) и показывает влияние установки учителя, принятой им методики обучения на процесс обучения в рамках этих сред. Особый интерес авторы проявляют к тем средам, которые позволяют организовать творческий поиск, формулировку и проверку гипотез (физические модели – отскок мячика, маятник Капицы, имитационные математические модели для конструирования базовых физических явлений, среда «Живая физика», предметная геометрическая среда «Блокнот геометра», экспертные системы, поддерживающие исследовательские задачи по математике, физике и др.).

Следуя общей установке изучения возможностей информационных сред для решения основных педагогических целей обучения, мы включили подробный анализ этих целей, которые обычно образуют достаточно сложную иерархическую систему. На примере целей школьного математического образования мы строим двухмерную модель (профиль – уровень) многовариантного обучения. Принципиально различные варианты обучения (в рассмотренном примере их будет восемь) будут различаться на практике, прежде всего, различной расстановкой основных видов предметной деятельности.

Построенная параметризация результативности обучения математике (включающая около двадцати параметров) позволяет более точно нацелить работу на конструирование необходимых информационных сред и создание новых обучающих технологий.

Заключительный параграф книги снова возвращает нас к визуальной информационной среде и анализирует работу ученика и учителя в такой среде. Подробно рассмотрены различные этапы визуального мышления – визуальный анализ, создание новых образов, формирование визуальных стандартов, визуальный перевод, визуальный поиск решения, формирование догадки, визуальный план решения задачи.

Предлагаемая читателю монография является научной работой, выполненной в Институте продуктивного обучения (Санкт-Петербург) в соответствии с планом комплексного исследования «Образование и культура Северо-Запада России», проводимого в Северо-Западном отделении Российской Академии Образования. Следует отметить, что в монографию вошли результаты, включенные в докторские диссертации С.Н. Позднякова (§ 1, § 2, § 3 главы I, § 1 главы II, § 1 главы III) и Н.А.Резник (§ 2 главы II, § 3 главы III).

От имени коллектива авторов хочу выразить признательность коллегам по Институту продуктивного обучения и Центру развития альтернативного образования за помощь в написании книги, а также руководству Северо-Западного отделения РАО за поддержку направления нашей научной работы.

*М. Башмаков
академик РАО*

ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Введение

Использование термина «информационная среда обучения» стало актуальным в связи с качественными изменениями в характере использования обществом учебной информации. Расширяется множество людей, которых прямо или опосредованно можно отнести к учителям данного человека. Изменяется отношение к образованию, которое из «стартового толчка» все больше превращается в регулярное занятие человека. Все большее значение приобретает общение с преподавателями, опосредованное компьютерными средствами. Появление компьютера породило новое информационное поле – поле программных продуктов. Они отличаются от книг или лекций своим деятельностным, операциональным характером. Человек самостоятельно овладевает десятками программных продуктов, усваивая культуру их создателей. Таким образом, то, что раньше игнорировалось школой ввиду незначительного суммарного эффекта (влияние родителей и друзей, книг и внешкольного обучения), теперь приобретает существенно большее значение и должно учитываться в конструировании учебного процесса.

Каково принципиальное отличие новой ситуации от имевшейся ранее ?

Прежде всего, это принципиальная неоднозначность, недетерминированность обучения. Знание и методики передачи знания эволюционируют параллельно. Психологически человек на-

ходится в том же положении, что ребенок, который учится говорить. Общаясь с разными людьми, ребенок овладевает языком, не изучая правил грамматики. Так же взаимодействует человек с любой богатой информационной средой (рис. 1).

Характерным признаком такого обучения является то, что

ПОЛЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

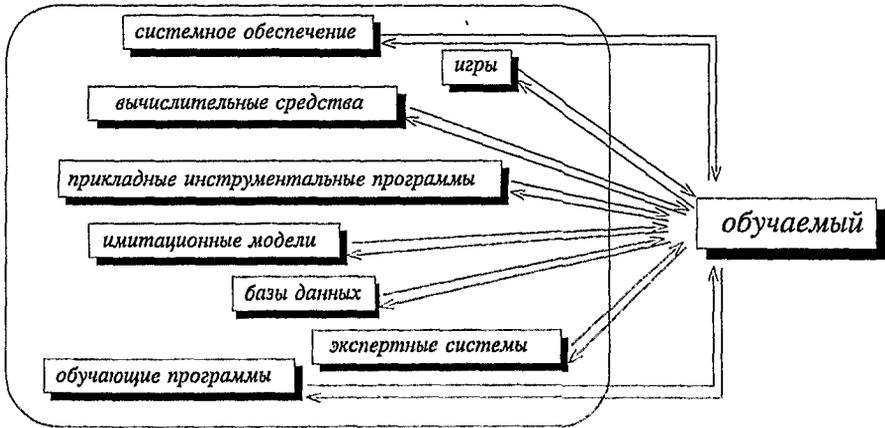


Рис. 1

деятельность ученика происходит в рамках некоторой инструментальной среды. Существенным и новым является то, что среда явно или неявно определяет «правила игры». В рамках конкретной среды можно делать только то, для чего она предназначена, правильно или неправильно, целесообразно или спонтанно, под руководством учителя или самостоятельно. Но выйти за рамки этой среды невозможно. Работа с информационной средой является новой проблемой методики преподавания.

В дальнейшем мы будем рассматривать понятие информационной среды в более узких рамках, относя к ней только те ее компоненты, которые существенны для предметного обучения, т. е. будем рассматривать информационную среду предметного обучения.

Наиболее эффективным методом как формирования, так и анализа предметной информационной среды является ее компьютерное моделирование. Поэтому, не умаляя общности, на протяжении данной главы обсуждаются компьютерные модели информационной среды предметного обучения.

В дальнейшем, где это не приводит к ошибкам понимания, мы будем употреблять термины «информационная среда» и «компьютерная среда» как синонимы термина «компьютерная модель предметной информационной среды». Это соответствует употреблению термина «среда» в компьютерных науках, где термин «среда» обозначает как информационную модель, так и программную оболочку, реализующую эту модель. Отметим, что при таком словоупотреблении возможно использование термина «информационная среда» во множественном числе.

Выделим два направления моделирования:

- моделирование предметной среды;
- моделирование приемов обучения.

Таким образом, мы выделяем две компоненты информационной среды предметного обучения:

- содержательную компоненту;
- дидактическую компоненту.

«Правила игры» для обучаемого, имеющего дело с содержательной компонентой информационной среды, представляются в форме средств общения с компьютером (которые носят название интерфейса) и в форме целевых предметных установок. Последние сообщаются преподавателем или содержатся в сопровождающих материалах (рис. 2).

В привычной схеме обучение рассматривается как изложение материала и действия учителя в той или иной ситуации. При всех вариациях в этом случае обсуждается только один путь изложения материала и достижения дидактических целей. Противоположно этому основой работы ученика в среде является его относительная свобода. Ученик является инициатором обмена инфор-

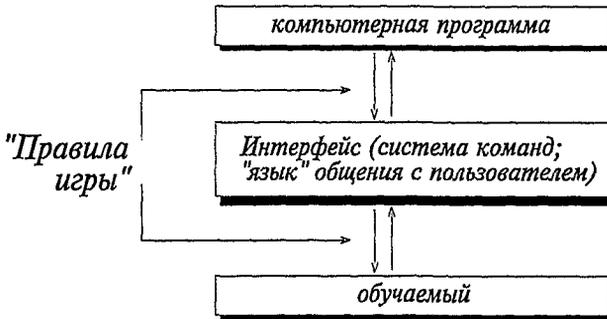


Рис. 2

мацией, он может совершать произвольные (для данной среды) действия, гарантированно оставаясь в рамках нужного информационного пространства. По отношению к среде и учитель имеет относительную свободу: во-первых, он остается выразителем общественной значимости обучения, во-вторых, он может рассматривать среду как носитель информации и менять дидактические подходы в рамках одной информационной среды.

Иными словами, информационная среда является операционной моделью предметной области, и деятельность ученика в ней регламентируется закономерностями предмета, но не ограничивается какими-либо педагогическими или методическими теориями (рис. 3).



Рис. 3

Информационные среды предметного типа можно разделить на два больших класса:

- моделирование предметной (физической) реальности;
- создание виртуальной реальности, олицетворяющей абстрактные теории и понятия (рис. 4).

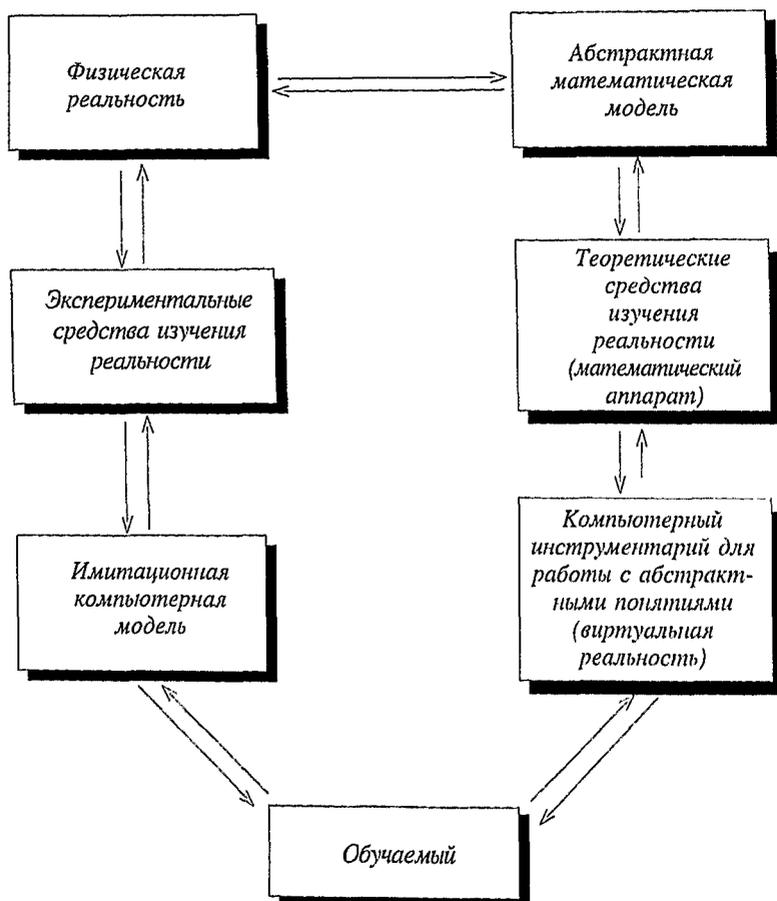


Рис. 4

Дидактическая компонента информационной среды представляется компьютерными моделями приемов обучения. В этом случае появляется возможность формализовать, а значит изучить, сохранить и передать педагогическую теорию и дидактические находки. Иными словами, действия педагога в рамках данной теории могут моделироваться посредством создания адекватной среды взаимодействия учителя с учеником. Тогда сама среда определит характер их взаимодействия – среда не даст возможности преподавателю «забыть» свою педагогическую платформу (рис. 5).

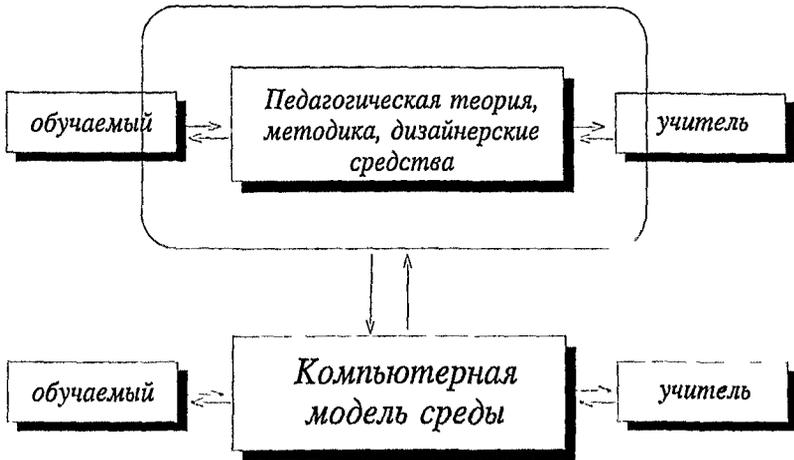


Рис. 5

Структуризация дидактических материалов и их компьютерная реализация открывают новые возможности для классификации этих материалов, удобного доступа к ним и быстрого компилирования. Действительно, компьютер может использоваться как средство универсальное, он может использоваться как для реализации, так и для хранения среды, определяющей характер взаимодействия педагога и ученика. Таким образом, пустые про-

граммные оболочки будут представлять собой (как карточки в картотеке) различные взгляды на процесс обучения. С другой стороны эти «карточки» активны и могут служить средством

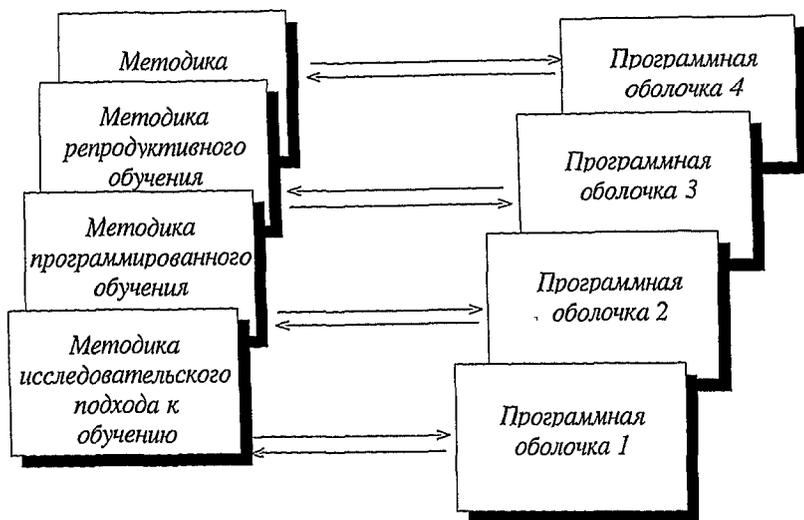


Рис. 6

обучения после соответствующего «заполнения» (рис. 6).

С понятием информационной среды обучения тесно связано понятие интерактивности, а именно возможности для среды поддерживать содержательный диалог. Обучение «в интерактивном режиме» подразумевает продолжительное взаимодействие обучаемого со средой без вмешательства учителя.

Хорошо организованные среды с удобным интерфейсом характеризуются многообразием возможных диалогов и обеспечивают индивидуальный подход к обучаемым.

Конструирование информационной среды – принципиально новая задача методики преподавания. Новизна задачи заключается в том, что разрабатываются, прежде всего, не методы обу-

чения, а «правила игры», определяющие эти методы обучения. Разработка и поддержка обучающих сред требуют специальных знаний (рис. 7).

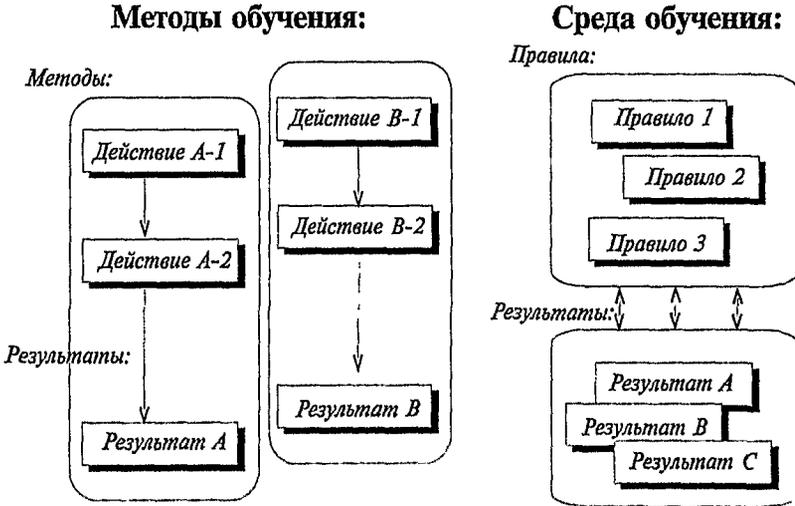


Рис. 7

Использование информационных сред придает обучению технологичность. Действительно, во-первых, методики обучения получают конструктивное воплощение в программных оболочках. Во-вторых, появляется новая деятельность по созданию оболочки и ее наполнению, которая имеет «производственный» характер и отчуждена от процесса преподавания. Наконец, использование хорошо отлаженных программных продуктов снижает объем рутинной работы учителя, увеличивает эффективность его труда.

§ 1. Различные формы представления знания как основа моделирования предметной среды

Формирование информационной среды процесса обучения требует изучения форм, в которых передается знание. Даже беглый взгляд на преподавание любого предмета показывает постоянное изменение этих форм и параллельное существование различных. Формы представления знаний зависят и от самого предмета. На эволюцию форм влияет развитие предмета и изменение взглядов на психологию обучения. В конечном счете, предметный и психологический фактор синтезируются в методических воззрениях. Поэтому представляет интерес проанализировать несколько существенно различных подходов к преподаванию с точки зрения форм представления знания (рис. 8).



Рис. 8

1.1. Использование аналогов (образов, физических моделей)

Использование аналогов в обучении имеет в своей основе процессы, определяющие мышление человека. Так Адамар в своем исследовании процесса творчества математиков [A1] выделяет две группы, одна из которых характеризуется «геометрическим» мышлением, а другая «символьным».

Для первой группы характерно создание некоторого внутреннего образа, интегрирующего и удерживающего все особенности изучаемого предмета. О важности такой формы представления знаний говорит само существование в школе отдельного курса геометрии. По мнению академика А. Д. Александрова [A2], существенным достоинством геометрии является то, что она дает наглядную опору логическому мышлению. Действия с абстрактными понятиями опосредуются действиями с геометрическими объектами.

Наиболее интересно проследить использование аналогов на примере взаимодействия преподавания математики и физики. Пафос результата такого взаимодействия хорошо сформулированы Х. Роджерсом в статье «Mathematics and Physics» [X1]: *«Вместе физик и математик могут помочь в создании той наиболее загадочной интеллектуальной конструкции в голове ученика, построения, которое является центральным как для профессионального физика, так и для профессионального математика: преобразования формального концептуального источника представления в уверенную, быструю и инстинктивную интуицию, и понимания того, как взаимодействие догадки и интуиции с одной стороны и формального описания и анализа с другой ведут к новому (зачастую поразительному) знанию так же, как к новой и более глубокой интуиции».*

Яркие исторические примеры такого взаимодействия приведены В.И. Арнольдом [А4]: Эта книга завершается словами «Сравнивая сегодня тексты Ньютона с комментариями его последователей, поражаешься, насколько оригинальное изложение Ньютона современнее, понятнее и идейно богаче, чем принадлежащий комментаторам перевод его геометрических идей на формальный язык исчислений Лейбница».

Наиболее последовательно идея опорных физических образов и моделей проводится в курсах математики, прочитанных талантливыми физиками Р. Фейнманом [Ф2] и Я. Зельдовичем [З1].

Приведем несколько примеров использования аналогов в преподавании школьной математики, взятых из учебников М. Башмакова [Б1]:

- график есть форма представления понятия функции;
- круговое вращение является основной моделью представления тригонометрических функций;
- механические термины отражают понятия дифференциального исчисления;
- площадь фигуры моделирует понятие интеграла.

Итак, один из подходов к обучению состоит в поиске подходящего аналога, образа или модели, известной учащемуся.

Кратко этот подход можно характеризовать следующим тезисом.

Тезис 1. «Для любого знания можно подобрать известный учащемуся аналог, образ, модель, адекватно отражающие это знание».

Следующим шагом после того, как аналог найден, является привязка новых знаний к этому образу или интерпретация в терминах данной модели.

Таким образом, знание здесь представляется моделью и набором связей между моделью и новыми понятиями.

Искусство преподавателя заключается в выборе прозрачной и общественно-значимой модели, наиболее точно отражающей новое знание (рис. 9).

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ МОДЕЛЬЮ

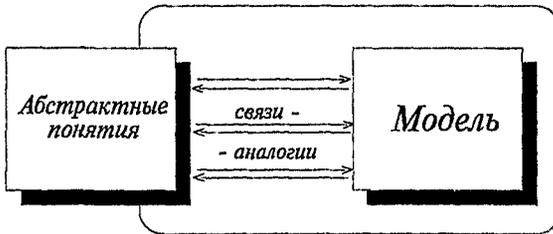


Рис. 9

В отличие от моделей, образы могут быть и искусственными. В некоторых случаях они все же остаются лучшей формой представления знания.

Использование аналогов и моделей связано с прикладной направленностью преподавания, что хорошо выражено академиком А. Н. Крыловым [К4]: «...практик, техник, каковым и должен быть всякий инженер ... должен развивать не только свой ум, но и свои чувства так, чтобы они его не обманывали, он должен не только уметь смотреть, но и видеть... свои же умозаключения он должен сводить не к робкому Декартову «мыслию – значит, существую», а к твердому практическому «я это вижу, слышу, осязаю, чую – значит, это так и есть».

Потребителей такой формы передачи знаний много. Вот как оценивают потенциальную аудиторию авторы книги [31] Я.Зельдович и И. Яглом:

«Мы рассчитываем на читателя-друга, который хочет не сомневаться, а верить, и берется за книгу для того, чтобы научиться новому, не смущаясь тем, что «высокоученую» теорию

авторы иногда заменяют просто разбором примеров... имея дело с читателем – завзятым спорщиком, мы писали бы по другому... но мы не хотим из-за одного спорщика терять 100 возможных друзей».

Ограничения в применении данной формы передачи знаний связаны с тем, что понимается под моделью. Если под моделью понимать некий «физический» объект, то ограничения существуют. Вот как об этом говорит Р. Фейнман [Ф1; с. 49]: «В какой степени полезны модели? Интересно, что модели очень часто помогают в работе, и большинство преподавателей физики пытаются учить тому, как пользоваться моделями, чтобы выработать хорошую физическую интуицию. Но всегда выходит так, что величайшие открытия абстрагируются от модели и модель оказывается ненужной. Максвелл создал электродинамику, наполнив пространство массой воображаемых шестеренок и зубчатых колесиков. Но колесики и шестеренки мы отбросили, а теория осталась. Дирак же открыл правильные законы релятивистской квантовой механики, просто угадав уравнение».

Таким образом, представляет интерес проанализировать как формируется в сознании человека знаковая модель, не опираясь на физические аналоги. Этому посвящается следующий пункт.

1. 2. Операционное представление знаний

Обратимся к самому трудному периоду обучения – начальному. В этот период ребенку приходится преодолевать барьер овладения абстрактными знаковыми структурами без опоры на образы и модели: алфавитом и числами. Ребенку никто не пытается объяснить что такое буква, как она произошла, почему она такая, а не другая. Его учат изображать эту букву, его учат узнавать эту букву, произносить ее, соединять буквы в слова и т. п. То же и про числа: понятие числа по существу появляется толь-

ко в старших классах. Сначала же детей учат сопоставлять множествам знаки, упорядочивать, выполнять арифметические операции.

Таким образом, предметное обучение идет тем же путем, что обучение пользованию ложкой или одеванию. Создается внутренний двигательный образ знака и умственная операция ассоциируется с двигательными реакциями. Материальный образ снова присутствует, но это артефакт – искусственный образ, который не существует сам по себе и является для ученика орудием работы с собственным мышлением. Внешнее проявление этих опорных двигательных моделей называется навыками или умениями, внутреннее – психологическими процессами (рис. 10).

ОПЕРАЦИОННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ

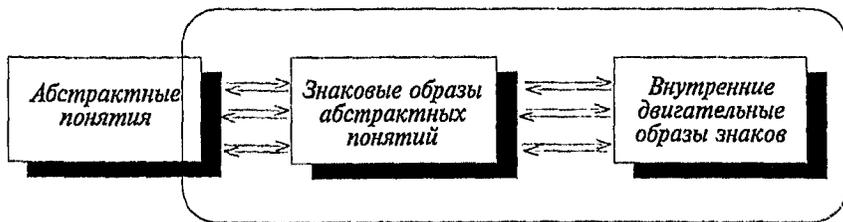


Рис. 10

Если продолжить ряд примеров из методики преподавания физики и математики, то наиболее ярким будет подход Лейбница и его последователей. Этот подход можно назвать формально-логическим. При таком подходе математика рассматривается как «вещь в себе», вне связи с физическими и иными приложениями. В этом случае понятие или теория описываются набором формальных связей и операций без какой бы то ни было содержательной трактовки.

Если основывать обучение на таком взгляде на предмет «математика», то овладение понятиями следует характеризовать набором формальных навыков оперирования им. Предметная

система преподавания, классная система обучения, форсирование всеобщего образования привели в 70-х годах к тому, что такой способ преподавания оказался более приспособленным к выживанию. Поэтому традиционная схема работы с новым понятием или теорией выглядит так: сначала формируется некоторая система навыков, образующая достаточную операционную среду для представления понятия, затем эта система понятий используется как средство представления содержательных теорий.

В качестве примера приведем традиционные для школы операционные формы представления основных математических понятий:

тождественные преобразования – операционная форма овладения алгеброй;

решение уравнений – операционная форма овладения тригонометрией;

техника дифференцирования – операционная форма основных идей дифференциального исчисления;

решение систем неравенств – операционная форма знаний о логике высказываний.

В то же время трудно себе представить более естественный способ изучения родного языка, нежели операционный. Только многократно закрепленные навыки письма и чтения могут создать необходимую основу для грамотного письма.

Психологическая основа операционного представления знаний наиболее детально разработана в теории поэтапного формирования умственных действий Л. Гальпериним. Вот как он резюмирует результаты исследований в этой области [Г1; с. 99]:

а) вместе с действиями формируются чувственные образы и понятия о предметах этих действий. Формирование действий, образов и понятий составляют разные стороны одного и того же процесса. Более того, схемы действий и схемы предметов могут в значительной мере заменять друг друга в том смысле, что известные свойства предме-

та начинают обозначать определенные способы действия, а за каждым звеном действия предполагаются определенные свойства его предмета;

б) ... самостоятельным планом деятельности отдельного человека является план речи ...;

в) действие переносится в идеальный план или целиком, или только в своей ориентировочной части. В этом последнем случае исполнительная часть действия остается в материальном плане и, меняясь вместе с ориентированной частью, в конечном счете, превращается в деятельный навык;

г) перенос действия в идеальной, в частности, в умственной план совершается путем отражения его предметного содержания средствами каждого из этих планов и выражается многократными последовательными изменениями формы действия;

д) ... изменения полноты звеньев действия, меры их дифференцировки, меры овладения ими, темпа, ритма и силовых показателей... ведут к преобразованию идеально выполненного действия в нечто, что в самонаблюдении открывается как психический процесс...»

Потребители этой формы представления знаний: люди, обучающиеся предметам, в основе которых лежат абстрактные знаковые системы. К таким предметам можно отнести язык, математику, музыку.

С другой стороны уже упомянутые исследования Ж. Адамара [А1] позволяют предположить, что особенности психики некоторых людей делают их более приспособленными к такой форме передачи знания. Наиболее ярко противостоят способы выражения одинаковых идей Ньютоном и Лейбницем, отмечая крайние точки образного и формально-операционного представления знаний.

Искусство преподавателя определяется тем, насколько адекватна система действий, представленному ею знанию и на-

сколько прочно ученик овладевает этими действиями, иначе, станут ли они психическими процессами и навыками, обеспечивающими дальнейшее оперирование с этим знанием.

Ограничения на использование операционной формы представления знаний:

если говорить об этой форме представления знаний широко, имея в виду теорию поэтапного формирования умственных действий, то ограничений нет; если же говорить о стратегиях передачи знаний, основанных на формировании двигательных образов, то *для сложных знаний этот путь становится «неэкономичным», требующим большой рутинной работы.* Например, добраться до изучения хороших прикладных задач по математике учителю, ориентированному на такую форму передачи знаний, не удастся из-за колоссальной вспомогательной рутинной деятельности.

Характеризовать такой подход к обучению, пренебрегая тонкостями, можно следующим образом

Тезис 2: «Любое знание можно представить системой действий с идеальными объектами».

1. 3. Инструментальная форма представления знания

Идея инструментального представления знаний развивается в работах С. Пейперта [П2]. Формирование интеллектуальных моделей обеспечивается введением в среду «обитания» ребенка «умных вещей», овеещающих плодотворные идеи. Эти инструменты играют роль «переходных» объектов (рис. 11).

Пример. В указанной работе С. Пейперта обсуждается формирование интуитивных представлений учащихся о ньютоновском движении физических объектов. Как основной недостаток школьного обучения отмечается отсутствие непосредственного

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

Рис. 11

восприятия ньютонового движения и необходимость представлять это движение в форме опосредованного и крайне математизированного описания. Причем, движение по большей части, изучается через преобразование уравнений, но не через манипулирование объектами как таковыми. Проблему формирования интуитивных представлений С. Пейперт решает введением в обучение Ньютоновых Диночерепашек. Команды, которыми управляют эти черепашки, в некотором смысле заменяют на концептуальном уровне дифференциальные уравнения. Таким образом, введение в обучение Диночерепашки позволяет ликвидировать разрыв между абстрактным понятием и навыками оперирования этими понятиями.

Инструментальная форма представления знаний имеет общие черты с операционным представлением: в обоих случаях знание представляется некоторым действием. С другой стороны, инструментальное представление имеет общие черты с модельным представлением: действие направлено на физический объект – инструмент. Конструирование инструментов опосредующих абстрактные понятия – интересный путь, представленный в свое время в музее занимательной науки, созданном Перельманом в Ленинграде, а теперь использующийся в музеях науки и техники Бостона, Манчестера, Хельсинки и других, им подобных. Однако это весьма дорогостоящий путь.

Примерами механических «умных вещей» могут служить: машина катастроф Арнольда, устройство для рисования кривых Лиссажу, шарнирные механизмы и т. п. Существенным для раз-

вития этой формы знания стало появление компьютера. Создание компьютерного инструмента требует существенно меньших затрат. Компьютерный инструмент легко модифицируется, хранится, размножается и «транспортируется».

Пример 1. Компьютерное инструментальное средство «The Geometer's Sketchpad» («Блокнот геометра») позволяет совершать операции, аналогичные построения циркулем и линейкой, строить объекты из точек, отрезков и окружностей. Получающиеся при этом чертежи являются не картинками, но «физическими» объектами: ученик может изменить характеристики элементов, и чертежи изменятся с сохранением всех закономерностей построения (например, медианы остаются медианами при любых трансформациях треугольника).

Пример 2. Система DIAMATH, созданная в Институте Продуктивного Обучения Российской Академии Образования, имеет в своей основе систему манипуляторов, адекватно отражающих действия с объектами анализа: графиками, множествами на прямой, измерениями на окружности и т. д.

Ограничения применения инструментальной формы представления знаний: наиболее существенное ограничение состоит в том, что собственная двигательная активность обучаемого сведена к минимуму. Поэтому инструмент такого сорта является существенно более плохим орудием овладения собственным мышлением, чем скажем рука или язык. С другой стороны, так же как модель помогает быстрой переструктуризации знаний, так и инструмент может успешно выполнять эти функции. Иными словами, он полезен, когда речь идет о сложных заданиях.

Наиболее применимой эта форма представления знаний оказалась для технических предметов, скажем для труда. Имеются традиционные комплекты инструментов для физики, химии, математики, музыки, изобразительного искусства, черчения.

Яркий пример использования инструментов для представления абстрактных понятий демонстрирует А. Пуанкаре [П15; с. 469]:

«В геометрии мы встречаемся на первых шагах с понятием прямой линии. Можно ли определить прямую линию? Обычное определение ее как кратчайшего расстояния от одной точки до другой меня не удовлетворяет. Я исходил бы просто из линейки и показал бы ученику, как можно проверить линейку, повернув ее другой стороной, такая проверка есть истинное определение прямой линии: прямая линия – это ось вращения. Затем надобно ученику показать, что линейку можно проверить посредством скольжения, и при этом обнаружится одно из наиболее важных свойств прямой линии...»

Для определения круга можно исходить из циркуля. Ученики с первого взгляда узнают начерченную кривую. Затем им покажут, что расстояние между двумя точками инструмента остается постоянным, что одна из этих точек неподвижна, а другая движется, и таким образом ученики естественно придут к логическому определению ...

Быть может, вас удивит это постоянное применение подвижных инструментов. Это не грубый прием, он более философский, чем это кажется с первого взгляда. Что такое геометрия для философа? Это изучение некоторой группы. Какой именно? Группы движений твердых тел. Каким же образом определить эту группу, не заставляя двигаться некоторые твердые тела?»

Следующий тезис характеризует ведущую идею инструментальной формы представления знания.

Тезис 3: «Для каждого знания можно создать такой инструмент, что организованная деятельность с ним будет адекватна исходному знанию».

Перейдем к следующей форме представления знания. Оттолкнемся от описанного выше использования образов, аналогов и моделей, в которых знание представляется связями между по-

ностями – знаками и наглядными характеристиками моделей или элементами образа. Обратим внимание на то, что знание всегда представляется некоей связью. Такими связями могут стать и внутрипредметные, структурные связи между понятиями.

1. 4. Представление знания внутрипредметными связями

Такое представление знания присутствует практически в любом предмете, изучаемом в школе, поскольку является отличительным признаком предметной системы преподавания.

Примером внутрипредметных связей являются логические связи, а примером типовой структуризации логически несвязанного материала являются таблицы: таблица Менделеева в химии, хронологические таблицы в истории, таблица умножения в математике, таблицы Вавилова в ботанике (рис. 12).

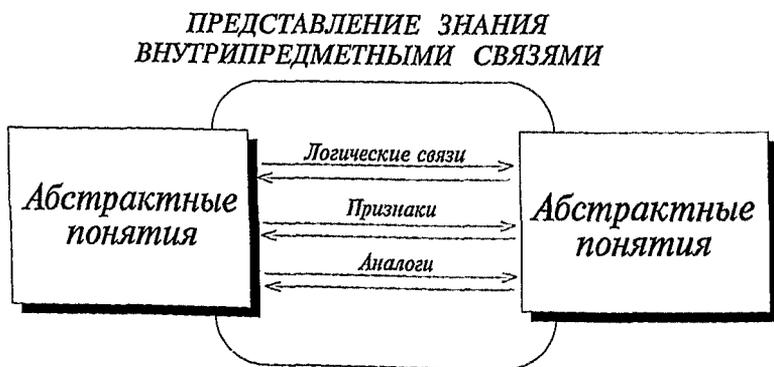


Рис. 12

Показательным для дальнейшего изложения являются способы работы с таблицами: можно объединить информацию по строке, тогда столбцы будут соответствовать признакам объек-

тов. Например, если в исторических таблицах объединить информацию по географическому местоположению, признаком будет служить дата события. Наоборот, если информацию объединить по временному периоду, признаком будет страна, где произошло событие. Можно столбцы и строки сопоставлять объектам, тогда их пересечение будет сопоставлять этим двум объектам третий. Например, в таблице умножения двум множителям сопоставляется результат. Можно, как в таблице Менделеева, сопоставлять объекту таблицы признаки, соответствующие строкам и столбцам. Механизм функционирования внутрипредметных связей требует их избыточного количества. Вот как образно описывает этот механизм Р. Фейнман [Ф1; с. 41], называя его «вавилонской традицией»:

«Я знаю то, я знаю это и как будто бы знаю вот это; отсюда я вывожу все остальное. Может быть, завтра я что-то забуду, но что-то буду помнить, и по этим остаткам смогу восстановить все заново, я не очень хорошо знаю, с чего начать и чем кончить, но в голове у меня всегда достаточно сведений, так что если я забуду часть из них, то все равно смогу это восстановить».

Этот механизм показывает пользу параллельного существования нескольких противоречивых теорий. Более того, в случае недостаточного количества этих связей, они формируются спонтанно и могут быть случайными или даже ложными. *«Все мышление направлено на заполнение пробелов путем интерполяции или экстраполяции»* пишет Ф. Бартлетт.

Проблемное обучение [М2] в своей основе имеет понятие проблемной ситуации, которая возникает благодаря спонтанно формирующимся ложным связям.

Пример. В качестве занимательных, но весьма характерных примеров внутрипредметных связей в представлении знаний приведем два:

1) в предложении «Глокая куздра штеко будланула бокра и курдячит бокренка» анализ окончаний и взаимоположение слов позволяют определить характер коллизии, произошедшей с неизвестными живыми существами, не зная каким понятиям соответствуют слова предложения;

2) в произведении Л. Кэрролла «Поэма о снарке» неизвестное существо «снарк» описывается исключительно связями с различными известными или неизвестными («буджум») понятиями.

В педагогической психологии основы такого представления знания связаны с понятием полной ориентационной основы.

Потребители такого представления знания: «слушатели» описательных предметов, таких как зоология, анатомия, ботаника, география, правила дорожного движения (для них внутрипредметные связи по существу очень напоминают связи между понятием и моделью, вследствие отождествления понятия и реального объекта); гуманитарии, изучающие технические и естественные науки, предметы, в которых они не будут работать, но должны уметь ориентироваться; дилетанты, начинающие изучать предмет и прежде всего должны получить необходимую ориентационную основу.

Эту форму представления знания можно охарактеризовать следующим тезисом.

Тезис 4. «Любое знание можно представить его связями с другими знаниями».

Пример. Определяя «стакан», мы скажем: он стеклянный, из него пьют, в него наливают, он может разбиться. Определяя понятие «вектор», скажем: его можно отложить от любой точки пространства, векторы можно складывать и умножать на числа по некоторым правилам; скажем, что примерами векторов являются силы, скорости, перемещения; скажем, что векторы представляются наборами чисел и т. д.

Искусство пользования этим методом образно называют умением «объяснять на пальцах», оно напоминает мгновенный набросок художника, схватывающего характерные черты объекта.

Ограничений к применению представления знаний внутри-предметными связями по существу нет, если под избыточными связями не разумеать случайные и не отражающие существо изучаемого предмета.

1. 5. Визуальное представление знаний

Среди способов представления знаний следует особо отметить графический, занимающий промежуточное положение между образным и структурным. Этому способу посвящено множество как психологических, так и методических исследований. Они связаны с феноменом «визуального мышления», то есть психического механизма, ответственного за неоднократно повторяющуюся обработку поступающей через зрение и «обновляющейся», преобразовывающейся информации. Связи данного механизма чрезвычайно сложны, представить их в какой-либо четко очерченной модели на данном этапе не представляется возможным. По мнению многих психологов «... элементы мышления в восприятии и элементы восприятия в мышлении дополняют друг друга. Они превращают человеческое познание в единый процесс, который ведет неразрывно от элементарного приобретения сенсорной информации к самым обобщенным теоретическим идеям» [А4, с. 107]. Поэтому приведенная ниже схема представляет собой лишь «грубый слепок» такой модели (рис. 13).

Одной из основных функций любого учебного предмета является усвоение учащимися научного метода познания. При этом визуальное мышление, особые параметры которого задаются свойствами учебного знакового материала (о чем речь в третьей

ВИЗУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ

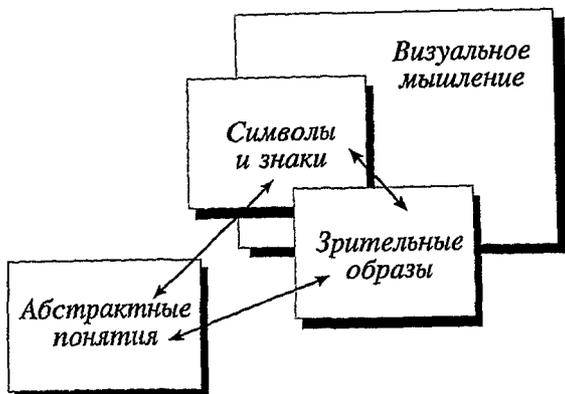


Рис. 13

главе данной монографии), должно функционировать всегда, когда есть возможность изложить содержание изучаемого процесса (явления) в визуально представимой форме.

Это естественно, поскольку, как пишет Иден, «... те образы, которые можно видеть, поддаются изучению значительно легче, чем эфемерные образы, воспринимаемые слуховой или сенсорной системами» [И1, с. 247]. Знание представляется связями между элементами визуального образа. Иными словами, вся логическая цепочка умозаключений в этом случае опосредуется визуальными связями элементов рисунка (рис. 14).

«Потребителями» визуальной формы представления знаний являются не только люди, обучающиеся изобразительному и музыкальному искусству. Примером продуктивного использования визуального мышления является работа с географическими картами, геометрической информацией и др. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в последней главе.

В раннем детстве большой образовательный эффект дает «рассматривание картинок», в более позднем - чтение иллюстрированной художественной и научно-популярной литературы. Изу-

Визуальное сравнение дробей $2/3$ и $3/5$

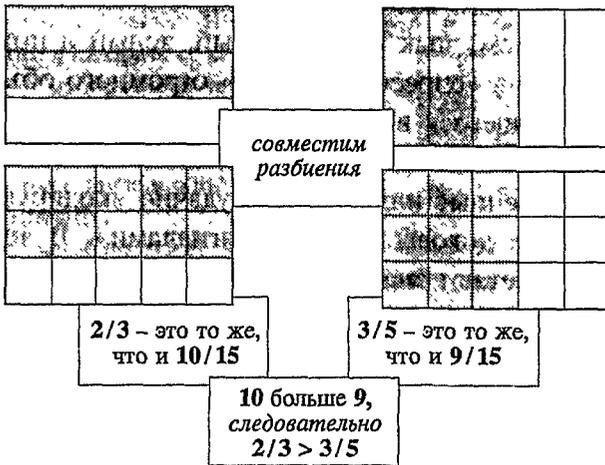


Рис. 14

чению истории и освоению иностранного языка хорошо помогают подходящим образом подобранные картины-иллюстрации. В технике и архитектуре большое значение имеют различные схемы, наглядно представляющие функциональные или структурные связи и т. д.

Тезис 5. «Практически любое знание можно свести к совокупности зрительных образов так, что механизмы зрительного мышления обеспечат овладение этим знанием».

Искусство преподавателя заключается в организации визуальной информации, нахождении образов, адекватно передающих существенные особенности изучаемого предмета. Рисунок, изображающий даже частный случай, может нести в себе информацию, свойственную полному объему понятия. «Любая ... форменная одежда – стюардессы авиалайнера, официанта, же-

лезнодорожного служащего или полицейского – это знак, который показывает нам все многообразие связей этого человека с нами и обществом, знак очень точный, ясный и потому экономичный в смысле «спрессованности» огромного объема информации, содержащегося в нем» [Бб, с.72]. Рисунок, несомненно, есть важнейший способ передачи знаний. Можно сказать, что хорошо составленные иллюстрации удачно «кодируют» убеждения, визуальные доводы служат «сигналами». В таком случае рисунки приобретают значение, равное символическим и описательным способам изложения. Игнорируя или недооценивая возможности изображений, мы теряем многое. Предлагая ученикам небрежные или недостаточно квалифицированные иллюстрации мы создаем «неудачу обучения».

Приведем достаточно красноречивый пример из статьи «Двойственная природа разума: интуиция и интеллект» [А7, с. 22–42].

«Известная фигура Пифагора красива в том смысле, что дает ясное зрительное представление о тех отношениях, которые предстоит изучить – это треугольник, лежащий в центре фигуры, и три квадрата, приложенные к его сторонам (рис. 15-а). Данная фигура, отображающая ситуацию решения математической проблемы, должна храниться в голове учащегося ... до тех пор, пока учащийся не поймет, о чем идет речь. Однако вместо этого происходит нечто прямо противоположное. Обычно учителя проводят три вспомогательные прямые, которые ... перечеркивают изображение, которое предназначалось ученику для работы (рис. 15-б)... Под действием этих новых загадочных форм исходный рисунок исчезает, но лишь для того, чтобы снова ... возникнуть ... в конце доказательства. Доказательство это весьма остроумно, но крайне некрасиво» [А5, стр. 35-38].

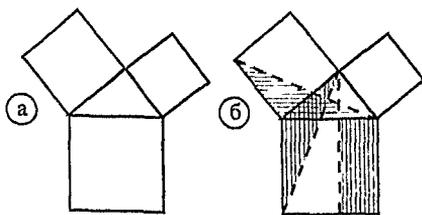


Рис. 15

Визуальное доказательство теоремы Пифагора было известно еще в Древней Индии. Для этого в квадрате со стороной $a+b$ изображали четыре прямоугольных треугольника с катетами длин a и b (рис. 16). После этого писали одно слово: «Смотри!».

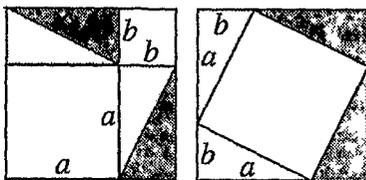


Рис. 16

Что же происходит в мышлении учащегося, при изучении подобных доказательств? «Как и в первом случае, произошла перестройка первоначальной структуры, изменившая проблемную ситуацию, однако здесь перегруппировка произведена над структурой в целом. Она оставляет исходный рисунок видимым прямо на новом, так что сопоставление двух фигур – исходной и построенной – может быть произведено интуицией. Перед нами доказательство, которое математики называют «красивым» [А5, стр. 35-38].

По мере качественного усложнения информации, конкретный графический образ перестает быть адекватным объекту. Так В. Давыдов пишет «...там, где содержанием обучения выступают внешние свойства вещей, принцип наглядности себя оправдывает. Но там, где содержанием обучения становятся связи и отношения предметов, - там наглядность далеко не достаточна». [Д3; с. 385]. Важно осознать, что наглядность есть всего лишь **средство**, вспомогательный элемент. Мышление (в том числе и визуальное мышление) есть **действие**, деятельность разума, благодаря которому и становится возможным осмыслить связи и отношения между изучаемыми объектами.

Визуальная информация обладает тем замечательным свойством, что она позволяет при помощи ее специальной организации и оформления естественным путем влиять на различные стороны мышления, в том числе и на абстрактную и на логическую. Однако, это свойство необходимо правильно реализовать – применить так, чтобы значение понятий, порождающих информа-

цию, стало видимым. Механизмы визуального мышления, как это ясно из [МЗ], могут рассматриваться как универсальные.

1.6. Задачи и их решения

Основным двигателем умственного труда в процессе обучения является мотивация.

Спенсер пишет *«Что значит преподавать? - Это значит систематически побуждать учащихся к собственным открытиям.»*

Образно эта мысль выражена А. Франсом:

«Не старайтесь удовлетворить свое тщеславие, обучая их слишком многому. Возбуждайте только любопытство. Открывайте своим слушателям глаза, но не перегружайте их мозг. Достаточно заронить в него искру, огонь сам разгорится там, где для него есть пища».

С возрастом на смену внешней мотивации приходит внутренняя. Объектами, способными «заряжать» ученика творческой энергией, «аккумуляторами мотивации» являются задачи. Эффект действия хорошо сформулированной задачи аналогичен действию хорошего детектива. «Интрига» порождает умственную деятельность.

Специфика задачи как средства представления знания состоит в том, что часть существующих связей объекта камуфлируется. *«Основная часть нашего сознательного мышления связана с решением задач... Нет ничего более интересного, чем изучение проявлений человеческой деятельности. Наиболее характерными из них являются решение задач, размышление над тем, как можно достичь некоторой определенной цели, придумывание необходимых для этого средств».* Как правило, задача подразумевает некоторую среду или установку обучаемого, в рамках которой следует искать эти связи. Для учителя - это свернутый

алгоритм обучения. Для ученика - серия экспериментов, гипотез, проблемных ситуаций.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ СИСТЕМОЙ ЗАДАНИЙ



Рис. 17

Пойа в книге [П10; стр.144] пишет: *«Само расположение задач является инструментом управления мышлением обучаемых»*. Во введении к известному задачнику [П12; стр.11] он отмечает: *«Выбор материала был подчинен нашей основной цели - расположению, в наибольшей степени возбуждающему работу мысли»*.

Итак, задача является механизмом, запускающим взаимодействие ученика и учителя. В книге Пойа [П11] описана структура этого взаимодействия.

Эту форму представления знаний характеризует следующий тезис.

Тезис 6. «Для любого знания можно разработать такую систему задач, что она инициирует интеллектуальную деятельность ученика, направленную на овладение знанием».

Основными «потребителями» этой формы представления знания являются «слушатели» предметов естественно-математического цикла. Решение задач по предметам гуманитарного цикла менее употребительно, хотя проблемный метод обучения равно применим ко всем областям. Можно отметить отдельные ра-

боты, представляющие гуманитарные знания таким образом, например сборники лингвистических задач [А3]. Возможность постановки задач отличает теоретические предметы от описательных.

Ограничения в применении задач: работа с задачным представлением материала глубоко перестраивает структуру знаний, но требует большого времени. Такая деятельность целесообразна на том из предметов, который является для обучаемого профилирующим.

1.7. Вербальное представление знаний

Особенность вербального представления знаний в том, что оно неразрывно связано с процессом мышления. В работах Выготского показано, что слово является инструментом, которым человек оперирует своим мышлением. Обучение разговорному языку, чтению и письму - базовые составляющие любой культуры. В этом смысле вербальное представление знаний имеет всеобъемлющий характер: физические модели, задачи, логические связи могут быть представлены в вербальной форме. Следует различать две ситуации. В одном случае вербальное представление знаний используется как универсальный способ сохранения любых знаний, по существу представленных в различных формах. В этом случае адресатом знаний является преподаватель, который является в данном случае посредником и который по вербальной форме воссоздает знание в исходных формах, как музыкант воссоздает музыку по нотным записям. Другая ситуация связана с использованием вербальной формы представления, как базовой. В этом случае адресатом является обучаемый, который овладевает знаниями без предварительной трансформации их в другую форму. Точнее, трансформация осуществляется самим обучаемым и умение осуществлять такую трансформацию

формируется в процессе овладения общей культурой. Показательным примером использования вербальной формы представления знаний как базовой является художественная литература. Поэтому только непосредственное общение с литературой может оказать на человека воздействие, которое предполагалось ее создателем. Поэтому так трудно экранизировать художественные произведения. Примером использования вербальной формы как промежуточной является сценарий (фильма, пьесы и пр.).

Рассмотрим основные виды текстового представления знаний.

Наиболее значимым из них является учебник. В течение многих лет, начиная с Яна Коменского, учебник являлся основным средством моделирования среды учебного процесса. Более того, Ян Коменский «еще не решается полностью отделить книгу от учителя и рассматривает ее лишь как мощный инструмент в его руках, а не как автономное средство ведения учебного процесса» [Б5, с.11]. Дальнейшее развитие теории учебника осуществлялось как работа по проектированию учебно-воспитательного процесса (Краевский В.В., Лернер И.Я., Талызина Н.Ф.). М.Н. Скаткин пишет: «...в учебнике в той или иной мере запрограммирована и методика обучения... . В этом смысле учебник представляет собой своеобразный сценарий (прообраз, проект) предстоящей деятельности обучения» [П14]. В.П. Беспалько систематизирует эти взгляды на учебник: «...учебник рассматривается как средство, с помощью которого моделируются основные свойства системы, а затем соответственно модели реализуется определенный педагогический процесс. Имеются и используются другие способы моделирования педагогических систем: учебная программа, методическое пособие учителю, сборники различных дидактических материалов и т.п. ... с точки зрения теории учебника, в которой последний рассматривается как модель принятой педагогической системы, не имеет значения используемый

для публикации учебника носитель информации, главную роль играет его педагогическая сущность.» [Б5, с.8-9].

С другой стороны, учебником пользуется обучаемый, поэтому так или иначе учебник выполняет функцию носителя представленной в нем методической концепции. Роль учителя в реализации этой концепции очень велика, поскольку вербальная форма представления знаний для большей части учебника является вторичной, и учитель нужен для того, чтобы обеспечить их преобразование в форму, соответствующую концепции учебника. В то же время определенная часть материала учебника подразумевает прямое воздействие на обучаемого, которое происходит при чтении учебника. Например, такими материалами являются исторические справки и интересные факты, вкрапляемые в текст учебника. Доля такого материала существенно меняется от одного учебника к другому и зависит от учебного предмета. Это существенно зависит от той педагогической парадигмы, которой придерживается автор.

В качестве примера учебника, подразумевающего прямое обращение к ученику рассмотрим учебник математики М. Башмакова [Б1]. В этом учебнике явно выделены разделы, предназначенные только для обучаемых и не требующих «озвучивания» учителем. Одним из видов таких разделов являются «вводные беседы», в которых кратко на примерах объясняется смысл последующего изложения. Другим видом являются заключительные замечания, в которых материал излагается с более общих позиций с учетом логических сложностей. Таким образом, подразумевается, что учебник может быть «прочитан» несколько раз: первый раз - пролистан учеником с целью «ухватить» взглядом интересные факты, второй - после начала изучения очередной главы, чтобы понять, в чем ее смысл, третий раз - «прогнать» вместе с учителем (с разбором теории, приобретением навыков и пр.), в четвертый раз - после окончания курса, чтобы увидеть все «с высоты птичьего полета».

Появление электронных носителей позволяет поставить задачу создания электронных учебников. При этом функции моделирования учебником педагогических концепций авторов не только сохраняются, но и развиваются вследствие появления новых средств моделирования. В этом смысле задача моделирования информационной среды учебного процесса аналогична задаче создания учебника. Отличие заключается только в том, что все формы представления знаний в учебнике в конечном счете должны быть сведены к вербальной (и в некоторой части к визуальной). При построении информационной среды учебного процесса, включающей средства электронного моделирования, это ограничение снимается. Однако роль вербального представления знаний остается тем не менее очень значительной как вследствие психологических механизмов обучения, так и вследствие исторических традиций. Соответствующий вербальной форме представления знаний тезис является самоочевидным:

Тезис 7. «Любое знание можно адекватно представить в словесной форме».

ВЕРБАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯ

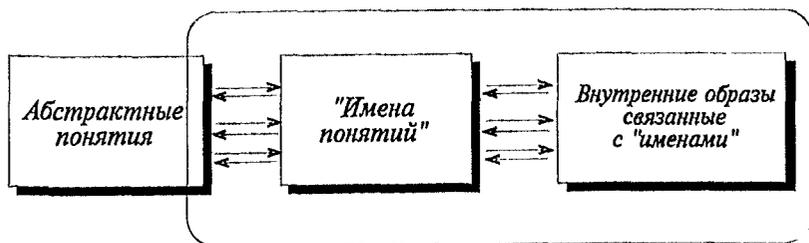


Рис. 18

Выводы.

Среди всех возможных представлений знания мы выбрали наиболее важные и играющие существенную роль в дальнейшем изложении:

- представление знания физической моделью или аналогом;
- представление знания инструментом;
- представление знания системой навыков и умений;
- представление знания структурой внутрипредметных связей;
- визуальное представление знаний;
- вербальное представление знаний;
- представление знания заданиями.

Каждое из этих представлений уже само по себе может обеспечить концептуализацию, то есть «присвоение» знаний учеником. Для каждого учителя и предмета можно указать наиболее характерную концептуализацию.

Например, учитель, получивший физическое и математическое образования, может построить весь курс на взаимосвязях физики и математики.

Учитель с техническим образованием, может через практическую деятельность с инструментами и техническими устройствами - «умными вещами»- добиться адекватного восприятия теоретических понятий.

Учитель, считающий, что главными «техническими» средствами являются «мел и доска, бумага и ручка», добивается адекватного усвоения материала посредством последовательного формирования умений и навыков.

«Легкий» на слово учитель, рисующий яркими мазками передумственным взором ученика картину изучаемого предмета, по существу описывает его указанием связей новых понятий со ста-

рыми и между собой. Без определений, исторических обзоров и логических выводов возникает эффект понимания как по мановению волшебной палочки. Для таких учителей характерно «мгновенное» определение ошибочности результата, который он тестирует посредством нескольких важных признаков.

Широко известен и такой подход к обучению: начать с графика, чертежа, диаграммы, рассчитывая, что наглядный образ упорядочит информацию, запустит механизмы «зрительного мышления». Трудно найти преподавателя, который бы не воспользовался таким представлением знаний.

Наконец, наибольшего эффекта всегда добиваются преподаватели, умеющие организовать самостоятельную работу обучаемых. Средствами передать этот опыт и сделать его технологичным являются: цикл задач, лабораторные работы, проблемные сюжеты и прочее. В то же время формализация затруднена принципиально адаптивным характером этого опыта.

Разумеется, ни в каком предмете ни один из преподавателей не использует чистую стратегию, а комбинирует соответственно своему вкусу и специфике предмета разные методические приемы, присущие разным формам представления знания.

Выбранные нами формы представления знания определены историческим процессом развития взглядов на процесс обучения и совершенствования дидактических средств, поддерживающих этот процесс.

В этом смысле перечисленные формы представления знания являются базовыми. В то же время они не исчерпывают всего множества форм представления знания.

Излагающиеся в дальнейшем взгляды на свойства информационной среды и ее конструирование иллюстрируются на базовых формах представления знаний.

§ 2. Функции информационных сред

Информационные среды в совокупности образуют информационное пространство процесса обучения. Структура информационного пространства, в конечном счете, определяет формы сохранения и передачи любого социального опыта. В этом смысле информационная среда человека, как и среда обитания в целом, нуждается в охране. Необходимо заботиться о сохранении всех тех форм знания, которые сложились исторически и неотделимы от эволюции человечества. Так же, как развитие техники существенно повлияло на формы взаимодействия человека с природой, так и развитие информатики оказывает революционное воздействие на информационное взаимодействие человека с внешним миром, в частности, с природой, техникой, обществом:

Принципиально новым явлением в формировании информационного пространства процесса обучения стала возможность моделирования и конструирования информационных сред на компьютере. Если дать методисту все желаемые возможности для моделирования среды обучения, то результатом моделирования будет, во-первых, предметная среда, а, во-вторых, модель методики обучения, связанная с этой предметной средой. Разумеется, при моделировании происходит потеря информации, мы получаем только некоторый слепок реальной информационной среды, некоторую проекцию на пространство методик обучения, поскольку фиксируются только познанные методические приемы.

Далее в этом параграфе мы будем анализировать только те функции информационных сред, которые связаны с их моделированием. Это, с одной стороны, несколько сужает сферу исследования до компьютерно-моделируемых информационных сред, с другой стороны, позволяет сосредоточиться на нетрадиционных и мало обсуждавшихся функциях информационных сред.

Выделим следующие функции информационных сред.

Функция моделирования

По сравнению с традиционным способом сохранения методического опыта – книгой, содержащей его описание, компьютер дает возможность сохранения опыта в динамической форме, а именно в форме программной оболочки, операционная среда (набор команд) которой характеризует метод. Наполнение оболочки может меняться и характеризует применение метода. Сохраненная таким образом информационная среда допускает независимую экспертизу метода обучения, его анализ и изучение.

Функция передачи методического опыта

Этот способ передачи методического опыта требует его специальной структуризации в виде операционной среды или, иначе, набора операций, характеризующих взаимодействие учителя, ученика и изучаемого предмета. Тогда воспроизводство методического опыта будет заключаться не только в запуске программы на уроке и участия в иницируемом ее работой процессе, но и в наполнении этой программной оболочки конкретным материалом. Таким образом, процесс восприятия этого опыта тоже становится активным: и учитель, так же как и ученик, вынужден работать с программной оболочкой. Поэтому результат передачи опыта будет гораздо более эффективным: оба «абонента» вынуждены работать с орудием – компьютерно-реализованной операционной средой. Тем самым мы выводим процесс передачи опыта во внешнюю среду и создаем условия для работы психологического механизма интериоризации – «притягивания во внутренний план» опыта.

Функция технологизации процесса обучения

Концепция информационных сред дает новое направление компьютеризации учебного процесса. Во-первых, процесс конструирования среды отделен от учебного процесса и осуществляется независимым коллективом. Во-вторых, каждая компьютерная среда, как правило, ярко отражает одну из сторон учебного материала. Имея несколько разных сред с различными наполнениями, можно легко и механически строить нужные сочетания. Таким образом обеспечивается модульность представления знаний.

Возможность изменения наполнения самим преподавателем придает среде необходимую адаптивность.

Универсальность понятия информационной среды позволяет ориентировать их спектр на развитую систему параметров результативности. Иными словами, набор сред может достаточно хорошо отражать все разнообразие целей учебного процесса.

Функция обеспечения познавательной свободы и развития обучаемого

Принципы самостоятельности и самоорганизации в учебном процессе сформулированы психологами и педагогами отечественной школы давно [Ф4; с. 16-28]. Однако, утверждениям типа «учебную деятельность можно и должно организовать в форме учебной «самостоятельности» [Ф4; с. 20] явно не хватало «технологичности», то есть оставалась нерешенной проблема ответа на вопрос «как». Появление программированного обучения на первый взгляд решало эту проблему. Однако уже при поверхностном анализе его практической реализации становится ясным, что оно обеспечивает индивидуальную деятельность, но не самостоятельность. Для последней необходима определенная свобода, которой нет в программированном обучении.

Так же обстоит с самоорганизацией, которая подразумевает определенную рефлексию: «...обучение любому учебному предмету следует рассматривать как обучение учащихся собственной деятельности по изучению и овладению содержанием учебного предмета» [Ф4; с. 23]. Требуемого для этого абстрагирования действий от знаний можно достичь использованием компьютера [П2]: компьютерная операционная среда позволяет ученику конструировать действия и алгоритмы действий с объектами предметной среды и изучать их. Таким образом проявляется другая *функция информационной среды – социализация практического мышления ребенка посредством разделения его деятельности с деятельностью среды.*

Информационная среда позволяет решить проблемы социальной адаптации школьника. Под этим мы понимаем учет индивидуальных особенностей школьников, выходящий за пределы принципа дифференциации обучения. Действительно, темп овладения некоторыми навыками может быть у некоторых учеников настолько низким, что невозможным делается групповое обучение, а в отдельных патологических случаях психика учителя не способна нести такую нагрузку однообразно. Среда может содержать специальные компенсаторные операции и подстраиваться под обучаемого.

Перейдем теперь к более детальному анализу функций информационных сред в процессе обучения. Для удобства чтения можно иметь в виду два базовых примера организации информационной среды:

- на основе использования компьютерных инструментов;
- на основе использования комплектов дидактических материалов.

2. 1. Моделирование, структурирование и сохранение методического опыта

Психолог Л.М. Фридман отмечает, что в центре методического анализа опыта педагогов и дидактов находится деятельность учителя и ничего не говорится о деятельности ученика, которая главным образом и интересует психолога. Вот на какие основные вопросы должен давать ответы анализ реального опыта по его мнению:

«Является ли данный педагогический опыт реализацией определенной психологической концепции обучения и какой именно?...

Как решается в этом опыте проблема связи обучения и развития и, в частности, на какие именно стороны (функции) психического развития ученика опирается обучение в этом опыте, развитие каких именно психических функций обеспечивается в максимальной степени? ...

Какой тип мышления формируется у учащихся в процессе этого обучения, какой стиль отношений к реальной действительности к ее познанию воспитывается в результате обучения?» [Ф3; с. 146]

Наиболее важной для педагогического опыта, по его мнению, является его организационная сторона, то есть «система взаимоотношений и взаимодействий учителя с учащимися и между собой в этом процессе, а также способ структурирования учебного процесса, в том числе учебного материала, обучающей деятельности учителя и учебной деятельности учащихся» [Ф4; с. 5].

Эта мысль подтверждается мнением А. С. Макаренко: «Истинная сущность воспитательной работы ... заключается вовсе не в наших разговорах с ребенком, не в прямом воздействии на ребенка, а ... в организации жизни ребенка» [М1; с. 149]. «Необходимо уяснить, что *успех, эффективность учебного процесса*

определяется, в конечном счете, характером деятельности учащихся», – комментирует Л. М. Фридман. [Ф4; с. 5]

Поставим теперь задачу представления методического и педагогического опыта с этих позиций: *каким образом передать от одного педагога к другому адекватные представления о «характере деятельности учащихся»?*

Наш ответ: использовать для передачи среду, в которой эта деятельность осуществляется.

Среда составляется из объектов и операций действий над ними. Операции делятся на две группы: операции предметно-специфические и метаоперации или правила игры, характеризующие методический опыт (или его отдельную сторону).

Поясним сказанное примерами.

1) Система дидактических материалов, построенных по типу «комплексов задач», является средой, позволяющей передать информацию о характере деятельности учащихся.

Предметно-специфические операции задаются самими задачами, а метаоперации определяются формой комплексов задач: каждому комплексу соответствует своя структура деятельности учащегося вне зависимости от содержания. Так матричный тест ориентирует на установление внутренних взаимосвязей, а тренажер на формирование психомоторных навыков. Подробно «комплексы задач» обсуждаются в § 1 главы II.

2) Система компьютерных инструментальных оболочек.

Предметно-специфические операции могут являться частью наполнения, а могут составлять часть операционной среды программного средства. Метаоперации всегда входят в операционную среду, иначе, являются командами интерфейса.

Подробно системы компьютерных инструментальных оболочек обсуждаются в § 1 главы II.

Другой проблемой структурирования практического опыта является его неоднородность. Как правило, он состоит из комби-

нации педагогических и методических идей. С этой точки зрения выделение «чистых» информационных сред дает базис для описания реального опыта.

Наконец, имеются разные уровни методического творчества. Наиболее грубая классификация содержит два уровня:

- генерирование новых методических идей;
- детализация известной методической идеи.

С точки зрения приведенных выше примеров этими уровнями будут следующие.

Уровни методического творчества при создании бумажных дидактических материалов:

- изобретение структуры нового комплекса задач;
- придумывание задач заданной структуры.

Уровни методического творчества при создании компьютерных программно-педагогических средств обучения:

- изобретение оболочки нового типа;
- наполнение оболочки.

ПРИМЕРЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ОПЫТА

	<i>Комплексы дидактических материалов</i>	<i>Система компьютерных программных оболочек</i>
<i>Предметно-специфические операции</i>	<i>определяются знаниями, входящими в материалы</i>	<i>определяются наполнением оболочек и их предметно-ориентированными операциями</i>
<i>Метаоперации</i>	<i>определяются формами дидактических комплексов</i>	<i>определяются командами интерфейса</i>
<i>Новая методическая идея</i>	<i>соответствует созданию новой структуры дидактических комплексов</i>	<i>соответствует проектированию оболочки нового типа</i>
<i>Проработка и детализация методической идеи</i>	<i>соответствует созданию дидактических материалов заданной структуры</i>	<i>соответствует наполнению оболочки</i>

Рис. 19

Отметим, что компьютерные технологии автоматически содействуют структуризации и передаче методического опыта.

Действительно, новая оболочка может быть мгновенно передана всем заинтересованным лицам, так же как и файлы дидактических материалов. Делать всю работу заново становится неэкономично. Информационная среда, будучи раз создана, начинает жить по законам естественного отбора, подпитываясь частными идеями и поглощаясь более общими.

2. 2. Передача методического опыта

Воспроизводство методического опыта на практике встречает много проблем.

Во-первых, в какой форме наиболее эффективно передавать опыт? В форме цикла лекций? стажировки? переписки? методических статей? дидактических материалов? совместной работы? Потенциально возможны все формы. Однако на практике возникает множество ограничений. У преподавателя нет времени или средств на личное общение с человеком, обладающим этим опытом. А последний не умеет формализовать свой опыт в форме лекций или методических статей. Дидактические материалы есть, но будучи оторваны от среды, для которой они созданы, они теряют существенные черты своего педагогического воздействия.

Во-вторых, как решить проблему индивидуальных особенностей? Носитель нового педагогического опыта обычно не осознает роли своей личности в достижении результата. Индивидуальные особенности сливаются с объективными закономерностями, найденными опытным путем. Преподаватель постепенно «настраивается» на взаимодействие с ребятами и небольшими изменениями своего поведения достигает «резонанса», когда воз-

действие на учеников становится максимальным. Поэтому прямая передача опыта обычно не удастся. То, что естественно для одного человека, для человека с другим психическим складом становится искусственным и непродуктивным.

Сложившиеся механизмы передачи опыта связаны либо с его теоретическим осмыслением учеными методистами (и последующим распространением через вузовские программы и курсы или через систему переподготовки учителей), либо с непосредственным контактом преподавателей через взаимопосещения, семинары и конференции.

Первый путь целесообразен при пропаганде новых и принципиальных идей, как, например, в процессе перестройки школьного курса в 70-х годах все учителя математики прошли курсы переподготовки по новым учебникам. Второй путь «ближе» к реальным школьным проблемам, на этом пути в большей степени учитываются особенности контингента учащихся и самих преподавателей. Однако такой путь передачи опыта плохо поддается прогнозированию и управлению.

Понятие информационной среды дает новый путь передачи и воспроизводства методического опыта. Информационная среда выступает его носителем. Образно, можно сравнить ее с фотопластинкой, сохраняющей отпечаток педагогической картины и легко отчуждаемый от нее.

Рассмотрим передачу и воспроизводство опыта на примере комплексов задач.

Комплексы задач имеют сложную структуру (о структуре комплекса задач смотри § 1 главы II).

Структура каждого комплекса – это определенный взгляд на форму передачи знаний. Один комплекс опирается на систему умений и навыков, второй – на логические связи, третий – на визуальное мышление и т. д. Если набор комплексов достаточно велик, можно ожидать, что методический опыт учителя будет

отражен в нем достаточно полно. Проблема передачи опыта решается просто – учитель получает комплект дидактических материалов. Отметим разницу между существующими традициями взаимообмена преподавателей дидактическими материалами: учитель получает не отдельные случайные материалы, оторванные от контекста, в котором они использовались, а систему матери-

**ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ МЕТОДИЧЕСКОГО ОПЫТА
ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД**

	<i>Передача посредством литературы и непосредственного общения</i>		<i>Передача посредством информационной среды</i>	
	<i>методическая литература</i>	<i>методические семинары, конференции и пр.</i>	<i>дидактические комплексы</i>	<i>система программных оболочек</i>
Время передачи опыта	- большая задержка	+ малая задержка	- большая задержка	± средняя задержка
Затраты на производство	- большие	- большие	- большие	+ малые
Формы передачи опыта	- описательная	- описательная	+ операционная	+ операционная
Процесс овладения опытом	- следует за знакомством с ним	- следует за знакомством с ним	+ происходит параллельно знакомству с ним	+ происходит параллельно знакомству с ним
Влияние различных особенностей носителя опыта	± передает частично	- передает	+ не передает	+ не передает
Целостность передачи	± выборочная описательная информация	- фрагментарная описательная информация	+ полная операционная информация	+ полная операционная информация
Возможность опосредованной экспертизы опыта	- отсутствует	- отсутствует	+ имеется	+ имеется

Рис. 20

лов, образующих деятельностное представление всего учебного цикла. *Проблема индивидуальных особенностей носителя опыта решена так: личное влияние эта система не передает, а «методическое» сохраняет. Эта фильтрация делает общение более демократичным, предохраняет от «массового гипноза» опыта талантливых педагогов*, основанного на личных качествах и практически не переносимого с сохранением «сенсационного эффекта». Наконец, овладение этим опытом происходит параллельно его использованию. Информационная среда сама определяет роли учителя и ученика. Овладение методом происходит так же, как овладение ребенком правилами детских игр: человек начинает играть и по ходу игры узнает правила. Возможность адаптации опыта обеспечена открытостью информационной среды, например, возможностью добавлять новые комплексы задач или компьютерные модули.

Отметим, что использование в качестве носителя опыта информационной среды упорядочивает отношения с учеными–методистами и не ограничивает творчества педагогов. Так, изобретение нового комплекса – творческий акт. Степень же его новизны, «базисности», опоры на ту или иную форму представления знаний и психологическую теорию может быть оценена учеными–методистами и психологами на основе независимого изучения созданных информационных сред.

2. 3. Технологизация учебного процесса

Идея технологизации учебного процесса имеет большое значение для массовой школы ввиду того, что одним из важнейших факторов ее функционирования является ограниченность ресурсов. В то же время вопрос о педагогических технологиях сложен в нескольких аспектах.

Во-первых, идеологически многие авторы предпочитают говорить о преподавании только как об искусстве. С другой стороны, подготовка преподавателей государством – это массовая деятельность, не похожая на жесткий отбор в учебные заведения, традиционно ориентированные на «творческие профессии».

Во-вторых, говорить о технологиях некоторого процесса легко, когда четко определен его результат. Вопрос же о результативности учебного процесса весьма неоднозначен.

В третьих, критерии оценки работы учителя также весьма расплывчаты. Очевидно, необходимо обеспечить технологичность подготовки учителя к уроку, технологичность повышения его квалификации, не говоря уже о технологичности взаимодействия с администрацией (например, отчетности по учебному процессу). Оставим за пределами рассмотрения очевидный вопрос о технологизации всякого рода учета и отчетности и сосредоточимся на подготовке преподавателя и организации учебного процесса. В качестве целевых функций рассмотрим две:

- достижение дидактических целей;
- минимизация «накладных» расходов, то есть времени подготовительной работы преподавателя и «напряжения» во время работы.

Достижение дидактических целей должно рассматриваться как многопараметрическая задача. Иными словами, результат – это целый комплекс, включающий как конкретные навыки, так и различные аспекты развития личности. Так в работе Даны [Д1], посвященной результативности обучения математике в школе, автор выделяет три группы параметров результативности:

1. Общее развитие личности, включающее в себя следующие аспекты: алгоритмическую деятельность, логико–дедуктивное мышление, визуально–образное мышление, математическую речь и символику.

2. Объем научных знаний, включающий широту и качество знаний по содержательным линиям обучения.

3. Продуктивная деятельность, включающая прикладную направленность мышления (организация работы, моделирование, исследование результата, самоконтроль) и развитие творческих способностей (самостоятельность, сообразительность, способность к обобщению, способность ориентироваться в новой ситуации).

Что касается минимизации «накладных расходов» работы преподавателя, то можно отметить следующие условия их сокращения.

1. *Модульность.* Курс обучения строится из независимых блоков–модулей, каждый из которых представляет собой связную и относительно замкнутую предметную область. Про каждый модуль известно, изучение каких модулей ему должно предшествовать. Использование модулей сохраняет время преподавателя при планировании курсов. Преподаватель обычно работает одновременно с разными классами, занимающимися по разным программам. Планирование курса, основанного на готовых модулях, не требует придумывания всех внутрипредметных связей. Укрупнение единиц планирования позволяет вносить в курс изменения на основе блочного комбинирования, не беспокоясь о сохранении предметных связей внутри модуля.

2. *Развитая система дидактических материалов.* Использование дидактических материалов позволяет распараллелить некоторые процессы урока, снижает напряжение преподавателя, частично снимает с него обязанность держать постоянно класс «в руках». Дидактические материалы несут самоорганизующую функцию.

3. *Отлаженная система подготовки дидактических материалов* экономит время подготовки к уроку. Учитель является одним из субъектов системы подготовки материалов. Он должен иметь возможность быстро ознакомиться с имеющимися материалами, отобрать или внести изменение в содержание. Результа-

том является «раздаточный» материал на бумажных или магнитных (если обучение происходит в компьютерном классе) носителях.

4. *Развитая система обратной связи* локализует ответственность преподавателя. Возможность управлять учебным процессом подразумевает поток достаточно полной и своевременной информации о нем, быструю обработку результатов и соответствующее воздействие учителя. Учитель в каждый момент имеет необходимую информацию и немедленно осуществляет корректирующие действия (рис. 21).

*ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ*

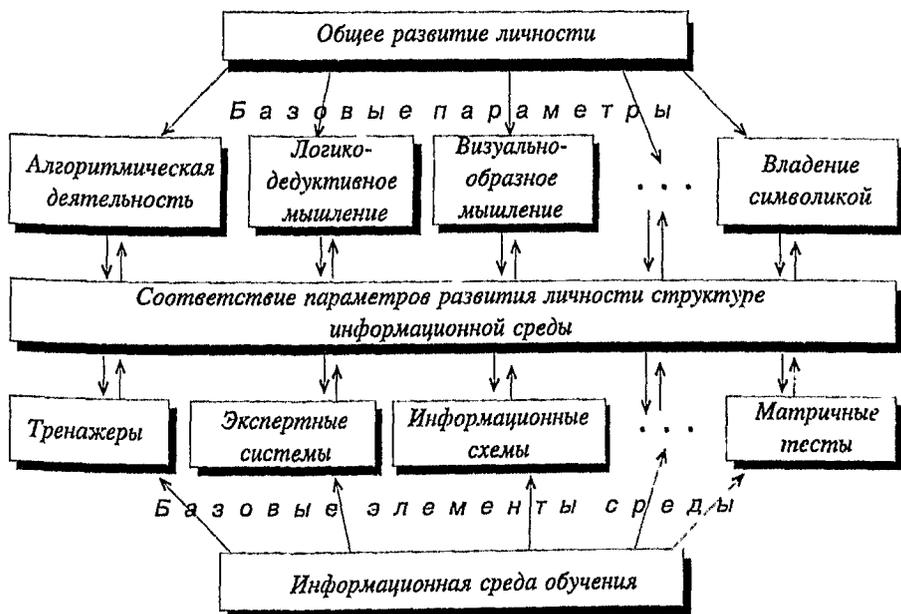


Рис. 21

Каким образом развитая среда помогает управлять параметрами результативности?

Возьмем группу параметров общего развития личности. В представленном выше описании оно имеет конструктивные формы: алгоритмическая деятельность, логико–дедуктивное мышление, визуально–образное мышление и прочее. Если в качестве информационной среды рассмотреть дидактические комплексы, то форма комплекса или его среда будет соответствовать определенному параметру развития личности. Так, форма тренажера соответствует алгоритмической деятельности, форма информационной схемы – визуально–образному мышлению. Даже тогда, когда такого явного соответствия между структурой среды и параметрами общего развития нет, остается верным другое: каждый параметр общего развития связан с определенными элементами информационной среды. Варьируя эти элементы, можно управлять общим развитием личности.

Возьмем далее группу параметров, связанную с объемом научных знаний. Широту и глубину знаний по содержательным линиям обучения определяет «наполнение» среды. Для наших основных примеров это – содержание комплексов задач и наполнение компьютерной оболочки.

Наконец, перейдем к группе параметров результативности, связанных с продуктивной деятельностью учащихся. Использование информационной среды позволяет явно выделить из учебного процесса инструментальную составляющую.

Появляются средства для вычислений, моделирования, исследования результата, самоконтроля. Используя широкий спектр инструментальных средств, упрощающих рутинную работу, учитель может сосредоточиться на целенаправленном развитии творческих способностей учащихся.

Отметим роль информационной среды в повышении технологичности работы преподавателя. В добавление к сказанному в предыдущих пунктах, укажем на следующие возможности.

Структуризация материала путем представления одних и тех же содержательных идей в различных средах и представления в одной среде различных по содержанию вопросов обеспечивают реализацию идеи модульности учебных курсов. Простым выбором формы можно направить обучение на достижение тех или иных параметров результативности обучения, а достаточно большая библиотека наполнений позволяет быстро собирать содержательные курсы (рис. 22).

Наличие у преподавателя сред для представления знаний

*РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЫ
В ПОВЫШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПОДГОТОВКИ
И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА*

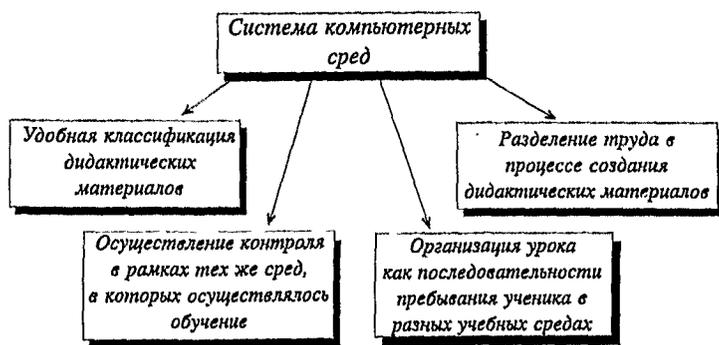


Рис. 22

упорядочивает работу по созданию и накоплению дидактических материалов, поскольку

- имеется система классификации сред и их наполнений;
- наличие среды инициирует ее наполнение;
- наличие общих сред позволяет легко распределять работу по наполнению и осуществлять обмен результатами;

В то же время использование сред упрощает организацию контроля знаний.

Во-первых, структуризация учебного процесса как последовательности «пребывания» обучаемого в различных средах, позволяет также структурировать и систему контроля процесса обучения. Получаемая информация может быть использована для выбора подходящей среды на очередном этапе обучения.

Во-вторых, контроль знаний может осуществляться в рамках тех же сред, что и обучение. Это обеспечивает достоверность результатов, иными словами, гарантирует, что мы оцениваем именно те параметры, на которые направлено обучение.

Таким образом, представление знаний в информационных средах придает технологичность не только обмену педагогическим опытом, но и процессам подготовки и организации учебного процесса.

Мощный толчок технологизации учебного процесса дало внедрение компьютера. Про компьютеризацию написано много. Рассмотрим эволюцию взглядов на этот процесс. Выделим условно три этапа.

Первый этап. Появление в обществе компьютеров привело к появлению слоя людей (электронщиков и программистов), которые с ними имели дело; под компьютеризацией понималось изучение компьютера и приобретение навыков работы с ним.

Второй этап. Накопление программного обеспечения и параллельное улучшение параметров компьютера привело к переносу акцента на вычислительные алгоритмы и программирование.

Третий этап связан с построением настолько удобных интерфейсов и настолько резким улучшением параметров компьютеров, что на второй план ушло все, непосредственно связанное с компьютером: его технические характеристики (hardware) и специальное программное обеспечение (software). Более того,

интерфейсы стали моделировать обычную «бескомпьютерную» деятельность: картотеки, книжные полки, поверхность рабочего стола, тетради для записей. При этом к традиционным объектам этих сред добавились новые несуществующие вне компьютера объекты. Например, с книжной полки стало возможным снять «книгу» с динамическими рисунками, а, редактируя текст, переставлять слова, рисунки и фразы, как будто они расположены на листе бумаги.

Современные требования к программно-методическому комплексу (courseware) [ЛЗ; П13; С6], интересующие нас в связи с изучением информационной среды обучаемого, выглядят так :

1. Пользователь должен работать с реальными объектами предметной области.
2. Пользователь должен работать в реальной операционной среде, однозначно определяемой предметной областью.
3. Интерфейс пользователя практически не должен отличаться от традиционного.
4. Программное средство должно предоставлять пользователю свободу, ограниченную только рамками предметной области.

Эти требования относительно задачи компьютеризации школы можно резюмировать так: «компьютеризация – обеспечение учебных заведений и учащихся удобными носителями информационных сред».

Такая концепция компьютеризации восстанавливает значимость предметных знаний, несколько обесцененных «компьютерным» бумом и придает более адекватную оценку специальным знаниям о компьютере.

Так, составление алгоритмов – программирование – не исчезает, изменяется только область определения алгоритмов – они превращаются в инструменты работы с содержательными предметными понятиями.

Технические знания о компьютере стали проще, так как конструирование компьютерных систем стало крупноблочным. Фактически, компьютерный комплекс строится из этих блоков, как из конструктора в соответствии с той предметной областью, в которой предполагается его использование.

Итак, в концепции компьютеризации произошел поворот на 180 градусов, возвращающий пользователя к докомпьютерной системе ценностей. Если на первом этапе компьютер породил новую область и предмет обучения, то в настоящее время как программное обеспечение, так и компьютер строятся так, чтобы наиболее адекватно моделировать предметную область.

2. 4. Обеспечение познавательной свободы и развития обучаемого

Рассмотрим два аспекта деятельности обучаемого: принцип самостоятельности, который определяет мотивационно–потребностную сторону организации и проведения учебного процесса и принцип самоорганизации, который определяет операционно–деятельностную сторону этого процесса.

Принцип самостоятельности

Анализируя этот аспект деятельности, Л.М. Фридман [Ф4; с. 21] отмечает следующее противоречие: «Трудовой деятельности человека предшествуют два основных вида деятельности: игровая и учебная. Игровая деятельность, которая является ведущей, основной для дошкольного возраста, имеет полностью самостоятельный характер. *Ребенок играет с игрушками в ролевые игры не потому, что его заставляют, не потому, что он ждет за игру какого-то вознаграждения, какой-то выгоды или награды, оценки, а потому, что в игре он удовлетворяет самые сильные свои потребности.* Вне игры, без игры развитие и сама нор-

мальная жизнь ребенка – дошкольника в настоящее время невозможны. *Но следующая за игрой учебная деятельность уже не является самостоятельной.* В то же время существует общественная потребность, чтобы следующая за учебной деятельностью – труд взрослого – носила самостоятельный характер».

Каковы же исторические причины возникновения этого противоречия. Видный психолог Д. Б. Эльконин показал, что [Э1; с. 53]: «...развитие производства, усложнение орудий труда приводили к тому, что, прежде чем принять участие в совместной со взрослыми, наиболее важной и ответственной трудовой деятельности, дети должны были овладеть этими орудиями труда ... *Возникает такое положение, при котором ребенка нельзя учить овладению орудиями труда в силу их сложности, а также в силу того, что возникшее разделение труда создает возможность выбора будущей деятельности, не определяемой однозначно деятельностью родителей.* Появляется своеобразный период, когда дети предоставляются самим себе. Возникают детские сообщества, в которых дети живут хотя и освобожденные от забот о собственном пропитании, но органически связанные с жизнью общества. В этих детских сообществах и начинает господствовать игра» (курсив наш).

Анализируя историю возникновения учебной деятельности, Л.М. Фридман пишет [Ф4; с. 20]:

«Эта учебная деятельность исторически сложилась не как свободная, не как творческая самостоятельность учащихся, а как деятельность, которая осуществляется ими под прямым или косвенным принуждением взрослых. На первых порах развития учебного процесса это принуждение было откровенно прямым, зачастую принимавшим форму физического принуждения. Постепенно это принуждение принимало более скрытую, завуалированную форму, но до сих пор учебная деятельность не стала для учащихся свободной, творческой самостоятельностью.

Возникновению и развитию именно такого характера учебной деятельности способствовали некоторые объективные особенности процесса обучения. Во-первых, цели и содержание обучения всегда задаются как бы «сверху», взрослыми, и обучаемые вынуждены принимать эти цели и содержание... Во-вторых, в отличие от игры, в обучении дети не могут быть предоставлены самим себе, взрослые (учителя) должны принимать непосредственное, прямое участие в учебном процессе и осуществлять явное руководство этим процессом» (курсив наш).

Итак, с одной стороны, ребенок не имеет возможности «играть с настоящими орудиями труда», с другой стороны, история учебного процесса не имеет опыта «игрового», то есть самостоятельного овладения знаниями.

Роль информационной среды в решении этого противоречия очевидна. Необходимо создать модель «настольных орудий труда» и дать возможность реализовать в полной мере мотивы познания окружающего мира. Заметим, что *информатизация общества влечет появление нового вида орудий труда – информационных орудий*. Овладение ими равно доступно взрослым и детям (рис. 23).

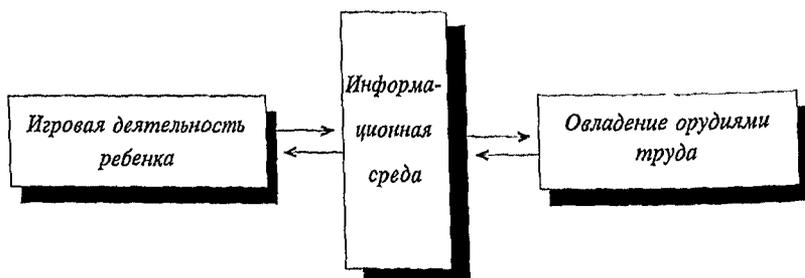


Рис. 23

С другой стороны, специально конструируемые информационные среды могут неявно включать в себя планируемые цели обучения и в некоторой (операционной) форме представлять содержательные знания. Ученик, обучающийся в такой среде, может работать сам или с помощью учителя. Роль учителя здесь не связана с принуждением. Скорее это роль, которую исполняет в игре более опытный ребенок – демонстрация приемов игры, инициирование ее начала и паритетное участие. Эту роль учителя можно для определенности назвать ролью тьютора или соучастника.

Таким образом, концепция информационной среды заполняет брешь между внутренней тягой ребенка к самостоятельной познавательной деятельности и сложностью общественнозначимой деятельности и орудий труда.

Принцип самоорганизации.

Как отмечалось выше, принцип самоорганизации подразумевает самостоятельную учебную деятельность ребенка. Обоснование этому можно найти в работах педагогов и методистов [Д4; К1; П3...]. Тезисно он звучит так: «... знания в собственном смысле слова сообщить невозможно. Можно их человеку предложить, подсказать, но овладеть ими он должен путем собственной деятельности». Большую роль в самоорганизации играет рефлексия.

Обучение любому учебному предмету следует рассматривать как обучение учащихся собственной деятельности по изучению и овладению содержанием учебного предмета.

На понятии рефлексии строит свою идеологию введения компьютера в учебный процесс ученик Ж. Пиаже известный психолог и апологет информатики С. Пейперт. В своей книге [П2; с. 29] он пишет: «При обучении компьютера, как тому «думать»,

дети приобщаются к исследованию, как думают они сами. Опыт подобного исследования действует возбуждающе: мышление о мышлении превращает ребенка в эпистемиолога, в исследователя способов познания, таким опытом обладает далеко не всякий взрослый».

Под «обучением компьютера» здесь понимается управление «исполнителям» или иными словами, программирование в предметной среде.

Чтобы сделать идею еще более ясной, рассмотрим ее на примере работы в планиметрической среде «The Geometer's Sketchpad». Решая задачу на построение, ученик создает объект, используя команды среды. Получившийся чертеж олицетворяет алгоритм построения. Этот алгоритм можно отделить от результата, применить к другим исходным элементарным объектам, посмотреть по шагам, соединить с другим алгоритмом и прочее.

Таким образом, наличие среды, допускающей программирование, обеспечивает ученику необходимую для самоорганизации рефлекссию.

Компьютерные программы, будучи активными носителями информации, опосредуют взаимодействие обучаемого с обществом. Поэтому компьютерное обучение наиболее важно для детей «с проблемами», которые по разным причинам выпадают из существующих социально-педагогических сфер влияния.

В [С4, с. 146] анализируются потенциальные возможности компьютерной среды для детей, лишенных попечения родителей.

Взаимодействие (ребенка и компьютера) имеет сильную мотивацию, является индивидуальным, не воспринимается ребенком как несущее угрозу и оценку, обладает большой наглядностью в отражении хода взаимодействия.

Назовем конкретные возможности компьютеризированной среды в педагогической помощи дезадаптантам:

Дезадаптант находится в постоянном конфликте между установками «я» и непосредственным опытом, его представления о себе чрезмерно обусловлены ценностями и представлениями, исходящими от других людей. Эмоциональные перегрузки, возникающие при групповом обучении и безопасные для других учеников могут вызвать фрустрации (разрушения) личности у дезадаптанта.

Информационная среда дает новые возможности психологической защиты. Прежде всего, работа со средой способствует укреплению веры в свои силы, развитию рефлексии и самопознания. Появляется новый путь приобщения к социальным ценностям, не связанным с непосредственным общением с людьми. Деятельность с информационной средой играет компенсаторную роль, но в то же время она не уводит человека из области или деятельности, где он потерпел неудачу, а дает новый способ приобщиться к этой области или деятельности.

Наконец, неопределима роль информационной среды для педагогической помощи при депривации – отсутствии в окружающей человека среде необходимых стимулов для эмоционального и интеллектуального развития. Развитая среда дает возможности получения интересующей информации, работы с имитационными моделями, интеллектуального диалога с обучающими программами, визуализации образов. Настройка на соответствующие ребенку способ и темп взаимодействия стимулируют работу, богатство инструментальных возможностей среды формирует у ребенка исследовательскую позицию.

2. 5. Социализация практического мышления ученика

Представляет интерес провести психологический анализ роли компьютера в развитии обучаемого. Поскольку компьютер можно рассматривать как орудие в социальной деятельности человека, возьмем за основу анализа работу Л.С. Выготского «Орудие и знак в развитии ребенка» [В2].

Л.С. Выготский пишет [В2; с. 21]: «... величайший генетический момент во всем интеллектуальном развитии, из которого выросли чисто человеческие формы практического и познавательного интеллекта, состоит в соединении двух первоначально совершенно независимых линий развития. Употребление орудий ребенком напоминает орудийную деятельность обезьян только до тех пор, пока ребенок находится на доречевой стадии развития. Как только речь и применение символических знаков включается в манипулирование, оно совершенно преобразуется, преодолевая прежние натуральные законы и впервые рождая собственно человеческие формы употребления орудий. С того момента, как ребенок с помощью речи начинает овладевать ситуацией, предварительно овладев собственным поведением, возникает радикально новая организация поведения, а также новые отношения со средой. Мы присутствуем здесь при рождении специфически человеческих форм поведения, которые, отрываясь от животных форм поведения, в дальнейшем создают интеллект и становятся основой для труда – специфически человеческой формой употребления орудий...

Создавая с помощью слов определенные намерения, ребенок осуществляет значительно больший круг операций, используя в качестве орудий предметы, не только лежащие у него под рукой, но и отыскивая и подготавливая те, которые могут стать полезны для решения задачи, и планируя дальнейшие действия...

Из изложенного следует вывод, что как в поведении ребенка, так и в поведении культурного взрослого человека практическое использование орудий и символические формы деятельности, связанные с речью, не являются двумя параллельными цепями реакций. Они образуют сложное психологическое единство, в котором символическая деятельность направлена на организацию практических операций путем создания стимулов второго порядка и путем планирования собственного поведения субъекта» [В2; с. 21-24] (рис. 24).

В компьютерной информационной среде линии практического использования орудий и символической деятельности с соответствующими понятиями соединены по существу. Действительно, управление действиями компьютера осуществляется посредством знаков, команд. Так же, как ребенок овладевает посредством речи своим интеллектом, так и занятия в содержательной среде обеспечивают овладение определенными интеллектуальными умениями. Из схемы взаимодействия исчезают моторные навыки, они «поглощаются» компьютерной средой. Это приводит к потерям в развитии «практического» интеллекта. Вместо «думать руками» следует теперь сказать «думать командами компьютерной среды». Можно предположить, что замена некоторой части практической деятельности информационной деятельностью не приведет к потерям в умственном развитии.

*РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ
В РАЗВИТИИ ОБУЧАЕМОГО*

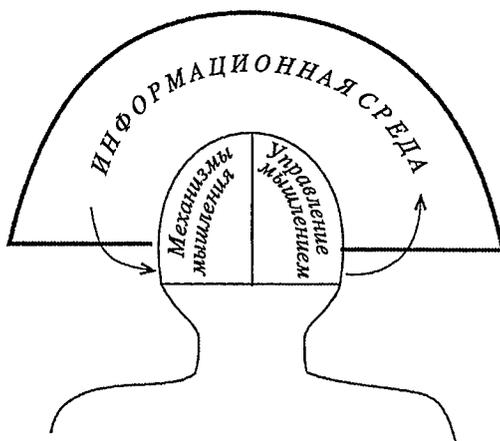


Рис. 24

Разумное внедрение в практику обучения компьютера не может привести к ухудшению процесса развития ребенка. Опасность уменьшения практической деятельности за счет увеличения информационной в том, что человек становится больше зависимым от компьютера. Но это общий факт по отношению к любой технике – ее развитие делает нас зависимыми от нее.

Теперь рассмотрим взаимодействие орудия и знака с точки зрения получения знаний. Что является для ребенка источником знаний при использовании орудия? Л. С. Выготский отвечает так:

«Путь от вещи к ребенку и от ребенка к вещи лежит через другого человека... Вся история психического развития ребенка учит нас, что с первых же дней его приспособление к среде достигается социальными средствами через окружающих людей (курсив наш).

Помеха на пути ребенка перебивает его активность, и словесное обращение к другому лицу представляет собой попытку заполнить этот разрыв. Обстоятельства, которые играют здесь психологически решающую роль, состоят в следующем. Ребенок, обращаясь за помощью к экспериментатору в критический момент, показывает таким образом, что он знает, что нужно делать для достижения цели, но не может достичь ее сам, что план решения в основном готов, хотя и недоступен для его собственных действий. Поэтому ребенок, раньше отделяя речевое описание действия от самого действия, вступает на путь сотрудничества, социализируя практическое мышление путем разделения своей деятельности с другим лицом.

Именно благодаря этому деятельность ребенка вступает в новое отношение с речью. Ребенок сознательно включая действия другого лица в свои попытки решить задачу, начинает не только планировать свою деятельность в голове, но и организовывать поведение взрослого в соответствии с требованиями задачи. Благодаря этому социализация практического интеллекта приводит к необходимости социализации не только объектов, но также и действий, создавая этим надежную предпосылку осуществления задачи. Контроль над поведением другого человека в данном случае становится необходимой частью всей практической деятельности ребенка»[В2; с. 31].

Таким образом, в процессе обучения *ребенок идет от результата к действию, там, где действие неясно или недоступно, он использует опыт взрослого. Тем самым он по собственной инициативе переводит социальный опыт в индивидуальный план. Замечательно, что взрослый выступает в пассивной роли. В такой же роли может выступать информационная среда, если она имеет операционный характер и способна решать те задачи и выполнять те действия, которые ребенку неясны или недоступны.*

Итак, инструментальную компьютерную среду можно рассматривать как новый источник социального опыта. Эта среда должна быть достаточно развитой или «интеллектуальной», чтобы играть роль исполнителя планов ученика.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ КАК СРЕДСТВА СОЦИАЛИЗАЦИИ РЕБЕНКОМ ПРАКТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

	<i>Социальная среда</i>	<i>Информационная среда</i>
<i>Если обучаемый, двигаясь от результата к действию встречает недоступное действие, то</i>	<i>обучаемый использует опыт другого человека, включая его в процесс решения задачи</i>	<i>обучаемый использует операции среды, включая ее в процесс решения задачи</i>
<i>Обучаемый овладевает социальным опытом</i>	<i>посредством овладения речью</i>	<i>посредством овладения операциями среды</i>
<i>Обучаемый "присваивает", переводит во внутренний план социальный опыт</i>	<i>опосредованный учителем</i>	<i>опосредованный информационной средой</i>

Рис. 25

Важность такой среды в том, что она позволяет обучаемому двигаться от задачи к ее решению. Происходит последовательная детализация задачи. Если речь используется, чтобы актуализировать социальный опыт, заключенный в учителе, то операции среды позволяют ученику присваивать опыт, заключенный не в людях, а в информационных средах (экспертных системах, компьютерных инструментах и т.п.).

Процесс решения задачи связан с выбором действий. «Самое замечательное в том, что весь процесс выбора у ребенка не отделен от моторной системы, но вынесен наружу и сосредоточен в моторной сфере: ребенок выбирает, непосредственно осуществляя и возможные движения, на которые толкает его ситуация выбора» [В2; с. 44]. При работе с информационной средой планирование деятельности также связано с внешней деятельностью в этой среде. Опять же деятельность эта в меньшей мере моторная, в большей - знаковая.

Итак, операционная среда не заменяет орудий, на которые направлена моторная деятельность, но занимает промежуточное положение между речью и действием, имея сходство с речью в знаковом характере среды и сходство с действием – в операционном характере среды.

Выводы

1. Развитие информационных технологий сделало информационное пространство одним из основных элементов окружающей среды человека. Воздействие информационного пространства на передачу социального опыта не может более игнорироваться при организации учебного процесса.

2. Принципиальную роль принимает компьютерное моделирование информационных сред. Моделирование позволяет конструировать и изучать информационные среды вне учебного процесса.

3. Возможность легкого сохранения компьютерно–реализованных информационных сред позволяет использовать их для передачи методического опыта. При этом сохраняется не субъективное описание опыта, а все методические материалы вместе с приемами работы с ними (деятельностная компонента информационной среды).

4. Одной из основных функций информационных сред является технологическая функция. Вместо отдельных, описательно представленных методов и методик информационная среда обеспечивает воспроизводство учебного процесса в динамике.

При создании информационных сред имеет место технологическая цепочка:

- описание среды – методическое звено;
- разработка интерфейса – инженерно–эргономическое звено;
- наполнение оболочки – производственное звено;
- взаимодействие учителя и ученика в рамках информационной среды – организационно–методическое звено.

5. Развивающая функция информационных сред определяется их инструментальной основой. Такие среды предоставляют обучаемому достаточную познавательную свободу в овладении собственным мышлением.

6. Информационные среды опосредуют общение ученика с обществом. Ученик передает среде часть своих действий, планирует свои действия и действия среды. В этом заключается функция социализации практической деятельности учащегося.

§ 3. Классификация обучающих сред

Вопрос о создании и использовании информационных сред в процессе обучения является новым. Поэтому к классификации обучающих сред нельзя подойти как к упорядочиванию существующих объектов. Мы будем отталкиваться от наиболее существенных признаков информационных сред и наметим контуры классификации, «узлы» которой будут зачастую пусты. Очевидный недостаток такого подхода состоит в отсутствии хороших примеров, иллюстрирующих некоторые комбинации, преимущество – в прогностических возможностях такой классификации.

Среды можно условно разделить на «материальные» и «идеальные».

Первые из них состоят из материальных объектов, окружающих человека. При вступлении во взаимодействие с этими объектами происходит опосредованная ими передача информации. Ученик «плавает» в этой среде свободно, при этом его самостоятельность будет продуктивной ввиду содержательности окружающего предметного мира.

«Материальные» среды можно подразделить на классы:

- *природа* или окружающий реальный, физический мир;
- *техника* или материальный мир, созданный человеком;
- *знаковые модели*, к которым относятся книги;
- *компьютерные модели*, посредством которых можно создавать желаемую среду и т. д.

Среди перечисленных мы особо выделяем компьютерные модели, поскольку именно возможности компьютерных сред, такие как эффективность, универсальность и экономичность, привели к появлению нового методического направления, обсуждаемого в данной работе.

Из «идеальных» сред можно, в свою очередь, выделить:

- *среды «идей»*, или духовные среды;
- *среды социальные*, определяющие правила поведения.

Правила поведения имеют разноуровневое происхождение: есть правила *социально-исторические*, непосредственно определяемые развитием общества в данный исторический момент, есть правила *групповые*, связанные с коллективной формой обучения, есть *правила, исходящие от самого учителя, определяемые педагогическими взглядами учителя и особенностями его характера*.

Итак, мы сделали эскиз классификации по характеру носителей информационной среды.

Другим признаком для классификации может служить деятельностный признак. По нему все среды можно подразделить на пассивные и активные. При этом одна и та же среда может быть пассивной в одном случае и активной в другом.

Например, если рассмотреть естественную среду обитания человека – природу, то в эволюции человека она сыграла активную роль. В то же время с некоторого момента развития человечества отношение к природе стало формулироваться в терминах «воздействовать на», «покорить», «охранять», «познавать», – подчеркивающих односторонность взаимодействия т.е. пассивность природы. С другой стороны, человечество осознает опасность такого перехода и стремится сохранить обратную связь: «слиться с природой» – так образно именуется это направление. Туризм, садоводство, парки, дачи – все это примеры организации человечеством обратной связи с природой. Среду в такой роли можно назвать потенциально-активной.

Потенциально-активная среда не может по своей инициативе вступить во взаимодействие с человеком. Но человек, вступив в такое взаимодействие, получает ответную реакцию соответствующую характеру среды. Начинается процесс «вхождения» в среду, управляемый человеком, и поэтому психологически комфортный, но подчиняющийся законам структуры и функционирования среды.

Потенциально-активные среды представляют для нас большой интерес прежде всего потому, что большая часть созданного человеком – мир техники – подразумевает активное взаимодействие с ним. Например, велосипед инициирует определенную двигательную активность при его использовании, заставляет разобратся в его устройстве при поломке, создает проблемную ситуацию при попытке осознать, почему становится устойчивым при движении и пр. (рис. 26).

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕД ПО ХАРАКТЕРУ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОБУЧАЕМЫМ

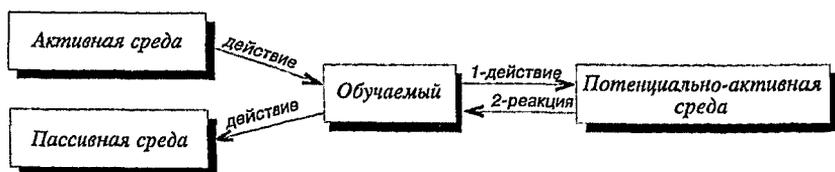


Рис. 26

Активные среды осуществляют не инициируемое учеником воздействие на него. К таким средам относятся социальные среды, средства массовой информации. Активная среда вызывает человека на взаимодействие. Так телевизионная реклама может вызвать у человека реакцию отторжения или блокирования этой информации, а может привести к переориентировке ценностей. Влияние школьного коллектива может вызвать у обучаемого подъем духовных сил, а может привести к полной потере интереса к учебе.

Как мы увидим в процессе дальнейшего анализа педагогических теорий, часть из них отказывается от активного воздействия на учащихся, считая, что это подавляет самостоятельность и снижает эффективность процесса обучения. Отметим также тен-

денции эволюции компьютерного обучения: от жесткого контроля за учеником, осуществляемого в АОС – автоматизированных обучающих системах – к инструментальным средствам, управляющую функцию которыми несет пользователь. Иными словами, предпочтение отдается потенциально–активным средам.

Важным признаком классификации является целевой признак. В зависимости от целей обучения меняются требования к среде. Так, при первом знакомстве с материалом необходимо, чтобы среда оказывала стимулирующее воздействие. При дальнейшем вхождении в предмет необходимо, чтобы среда обеспечивала базовый уровень владения предметом и, наконец, последняя стадия владения предметом – профессиональный уровень. Наибольшую роль стимулирующее воздействие играет в младшем возрасте или в случаях задержки психического развития. Примерами развитых сред такого типа являются дидактические игры и «умные» игрушки. Под умными игрушками мы подразумеваем те из них, которые определяют содержательную деятельность ребенка (как, например, рамки Монтессори) или олицетворяют важный физический принцип или техническую идею (как, например, волчок или Ванька–встанька). Представляет интерес развитие игр и игрушек, приближающее их к средствам базового обучения. Примерами таких игрушек являются конструктор Кудрявцева [К5] и Диночерепашки Пейперга [П2]. Большая эффективность этого направления ожидается при использовании компьютера.

Примером элементов базовой среды могут служить дидактические комплексы. Являясь пассивной средой, дидактические комплексы не могут обеспечить самостоятельность учащихся и могут рассматриваться только в сочетании с деятельностью учителя или другими средствами создания информационной среды. В то же время инструментальные компьютерные модули, обладая свойством потенциальной активности, при достаточном раз-

витии могли бы сделать базовую среду полной, то есть обеспечить самостоятельное (самодейтельное и самоорганизующееся) овладение знаниями.

Создание профессиональных сред (сред для профессионального овладения предметом) осложняется сложной структурой профессионального знания. Основная особенность технического знания в том, что это понятийно-образно-действенное знание [К5]. Иными словами, оперируя с конкретным объектом, необходимо иметь в умственном плане его структурный образ и совершать с ним конкретные действия, определяемые этой структурой. Теоретические предметы, такие как математика и физика, имеют давние традиции в экспериментах с профессиональными средами: олимпиады, «промежуточная» литература, как, например, научные журналы школьников и пр. Обучение практическим навыкам на профессиональном уровне имеет традиции в системе профессионального образования и в системе производственной практики школьников. Однако различные привходящие обстоятельства, как, например, сохранность техники, безопасность труда, разделение труда делают практически невозможным путь самостоятельного овладения профессиональными навыками в естественной профессионально-технической среде.

Появление и активное внедрение компьютера в профессиональные области породило ряд профессий информационного рода. Например, часть специальностей из сферы малой полиграфии стала полностью компьютеризирована. Самодейтельность с компьютерными инструментами не может привести к их повреждению, или нанести вред пользователю. Общие черты компьютерных инструментов позволяют после овладения одним легко перейти к работе с другим и, тем самым, уменьшают однообразность такого труда. Наконец, появление компьютерных моделей сложных технических объектов позволяет проводить свободное экс-

периментирование с «вождением самолета» и «управлением атомной станцией», что приближает профессиональные навыки этих областей к школе.

Последним признаком, на который мы обратим внимание, является характер происхождения среды. Исторически, человек имел дело с естественной окружающей средой. Потребность развития механизма передачи знаний привела к появлению учебного процесса и специальной учебной среды воздействия на обучаемого. Появление компьютера позволило создавать информационные образы как материальных сред окружающего мира, так и идеальных сред, в которых представляется и передается опыт человечества. Появилась возможность конструирования сред по поставленным целям обучения, управления процессом обучения посредством изменения сред или их параметров (рис. 27).

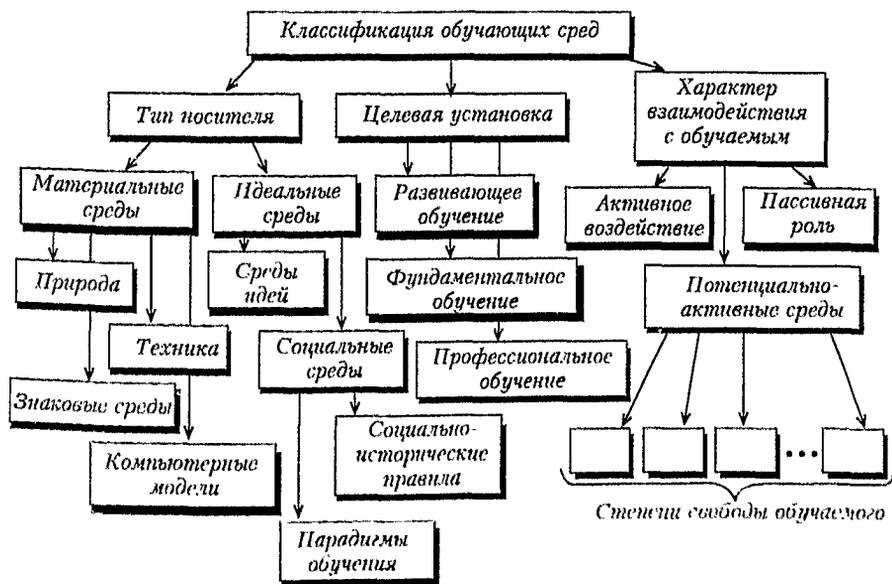


Рис. 27

3. 1. Структурирование обучающих сред

Наиважнейшей характеристикой среды является ее носитель. Проведем анализ различных категорий этих носителей: физической реальности, технической сферы, знаковых носителей, компьютерных моделей, парадигм и правил поведения.

Физическая реальность

Средообразующие объекты этой среды – факты и наблюдения. Развитие науки, деление ее на предметы, предметное обучение непосредственно базируется на этой среде. Расширение границ этой среды потребовало таких инструментов, как микроскоп и телескоп. Изучение фундаментальных явлений в процессе обучения осуществляется посредством опытов и экспериментов на лабораторных установках.

С детских лет ребенок имеет возможность «побывать» в различных средах: знакомиться с биоценозами, гуляя по лесу или купаясь в речке, наблюдать физические изменения жидкостей на кухне и т. д. *Указанные элементы среды не несут пока обучающей функции. Ребенок просто адаптируется к этой среде, подстраивает под нее свою деятельность. Элементы среды становятся фактами только после наблюдения, анализа и увязывания с абстрактными понятиями, иными словами, после перевода некоторых элементов окружающей действительности во внутренний план и развития механизмов манипулирования образами.*

В школе в кабинетах биологии, химии, физики конструирование фактической среды осуществляется целенаправленно, поэтому ее элементы сразу обретают значение факта. Самостоятельное обучение предмету путем пребывания в реальной физической среде организовать трудно или невозможно. Причина в

необходимости видеть за реальными объектами их сущности и оперировать этими сущностями. Только талантливые естествоиспытатели обладали такими качествами. Пройти самостоятельно этот путь, если побудительными мотивами являются только специально отобранные объекты, практически невозможно. Примерами самостоятельности в реальных средах являются аквариумоводство, домашняя физическая или химическая лаборатории, – деятельность, через которую прошли многие дети нашего века. Придание этой среде обучающих функций осуществляется путем написания специальных пособий и указаний типа «Советы аквариумисту», «Опыты в домашней лаборатории» и пр.

Опыт обучения естествознанию в реальной среде, хотя и кажется наиболее естественным, становится все менее распространенным из-за технических и организационных трудностей такого обучения. Важным направлением поддержания этого обучения является развитие сети парков: зоопарков, ботанических парков, лесопарков и пр.

Техническая сфера

Техническая сфера принципиально отличается от физической реальности историческим путем своего возникновения. Если природа является некоторой данностью, следствием действия неизвестных законов, то техническое устройство олицетворяет осознанные человеком закономерности. С точки зрения обучения техническая среда много перспективнее. Начнем с того, что любой мальчишка имеет солидные познания об этой среде, не связанные ни с каким целенаправленным обучением. Он ломает игрушки, чтобы «починить их», то есть заглянуть в их сущность (чего нельзя сделать с физическими явлениями). Он сидит рядом со взрослым, когда тот «ковыряется» в моторе автомобиля, чинит швейную машинку или меняет батарейки в часах. С детства

через руки ребенка проходит несколько конструкторов. Как накручивается гайка на винт, как взаимодействуют шестеренки, как крутится колесо – ребенок познает на опыте. Насколько сильно образовательное воздействие этого можно судить по следующим примерам.

В своей книге [П2; с. 8] Пейперт так описывает некоторые впечатления своего детства:

«Мне не было и двух лет, когда у меня возник интерес к автомобилям. Названия деталей машины составляли существенную часть моего словаря тех лет. Я весьма гордился своим знанием частей трансмиссии и коробки передач, но предметом особой гордости было мое знание слова «дифференциал». Конечно, как работают передаточные механизмы, я понял значительно позднее, но, как только это произошло, игра с шестернями стала моим любимым занятием. Я был просто влюблен во вращающиеся наподобие шестерен круглые предметы, и вполне понятно, что прежде всего я собрал из «конструктора» простейшую систему зубчатой передачи.

Я научился мысленно представлять вращающиеся колесики и выстраивать причинно-следственные цепочки типа: «Это колесико вращается так, значит, то должно вращаться вот так, а то...» Мне особенно нравилось в таких системах, как дифференциальная передача, что в них не соблюдается линейная зависимость, поскольку движение с вала к колесной паре может передаваться различными способами – в зависимости от преодолеваемого этой парой сопротивления. Я совершенно ясно помню свое волнение, когда обнаружил, что, не будучи строго детерминированной, система может подчиняться определенным законам и быть абсолютно понятной.

Думаю, что увлечение дифференциальными передачами сильнее сказалось на моем математическом развитии, чем то, чему меня обучали в начальной школе. Пользуясь в качестве

моделей зубчатыми передачами, я совсем иначе постигал многие абстрактные идеи. Мне особенно запомнились два примера из школьного курса математики. Таблица умножения, которую я воображал в виде зубчатых передач, и мое первое решение уравнений с двумя неизвестными (типа $3x+4y=10$), сразу представившееся в виде дифференциальной передачи».

Другим примером воздействия технической среды является факт хорошо известный учителям: геометрии и физике девочек обучить труднее, чем мальчиков. Но именно в геометрии и в физике для понимания требуется построение мысленных образов и конструкций.

Наконец, в качестве последнего примера приведем малоизвестный факт о специфике контингента некоторых технических вузов. На протяжении многих лет существовала стабильная группа хороших студентов, до института прошедших через «радиолобительство». Конструирование радиотехнических узлов обеспечивало необходимую базу для дальнейшего обучения в вузе. Понимание обучающего влияния технических сред нашло отражение в создании музеев техники и технопарков.

Необходимо заметить, однако, что техническая среда не заменяет физическую реальность. Более того, развитие техники увеличивает разрыв между этими средами. Например, на смену «радиолобителям» приходят «электронщики», собирающие компьютеры и другие устройства из существенно более интегрированных блоков. Если раньше имелась некоторая связь между физикой и техникой (конденсатор, катушка индуктивности, сопротивление, транзистор), то теперь деятельность стала в основном комбинаторной и в еще большей степени напоминает работу с детским конструктором. Тем самым, ожидать от человека, работавшего в этой среде, изобретения прибора, основанного на новом физическом принципе, невозможно.

Знаковые среды

В настоящее время знаковые носители являются основными носителями информационных сред. Именно развитие знаковых систем привело к появлению информационных сред обучения.

Л.С. Выготский показал, что знак и способ его употребления составляют основу культурных форм поведения, высших психических функций человека. Он обратил внимание на то, что знак первоначально является средством социальной связи, а потом оказывается средством воздействия человека на себя [ВЗ].

Впервые ребенок начинает использовать знаки в своих рисунках. Л. С. Выготский пишет:

«Мы видим, что рисование является графической речью, возникающей на основе словесной речи. Схемы, отличающие первые детские рисунки, в этом смысле напоминают нам словесные понятия, которые сообщают только существенные признаки предметов».

Далее ребенок овладевает письменной речью. Знаки замещают психические процессы, поэтому письмо и чтение являются основными орудиями овладения и управления собственным мышлением.

В настоящий момент мы несколько сузим применимость этих идей и приравняем знаковые носители к «бумажным носителям».

Их можно подразделить на рабочие тетради (конспекты), учебники (задачники, справочники, карты, таблицы), научно-популярную литературу, художественную литературу.

Такое деление связано не с видом знаков (текст, рисунки, схемы, таблицы и пр.), а с особенностями психических процессов, которые они замещают.

Так рабочие тетради – это способ фиксации письменной речи. Он может сочетаться с выбором обучаемыми своих индивидуальных знаков (символов). Система символов часто стано-

вится камнем преткновения в спорах преподавателей. Известны исторические примеры разработок универсальных символик (например, теоретико-множественная символика в математике) и мнемонических символов (опорных сигналов) для запоминания определенных фактов.

Пример. При изучении русской грамматики необходимо объединить в группу слова «стеклянный, оловянный, деревянный». Обычно учитель пользуется образом «окно», устанавливая такие связи: стеклянный – стекло, оловянный – ручка, деревянный – рама.

Психологическая целесообразность создания искусственных образов подробно обсуждалась Л. Фридманом в связи с изучением опыта В. Шаталова.

Вот отрывок из книги Л. Фридмана [Ф4; с. 75-77]: «В. Ф. Шаталов с гордостью приводит такой случай. Через много лет он встретил бывшего своего ученика, который воспроизвел по памяти все свойства квадрата. Шаталов пишет: «Из десяти свойств безошибочно назвал девять. И это – через 17 лет!

– Как же ты умудрился?

– Да здесь и мудрости никакой нет: там, в конспекте большими буквами было написано слово «тунеядец». А это значит, что у квадрата своих собственных свойств нет. У него пять свойств параллелограммных, два прямоугольных и три ромбических, а рисунки эти вот как сейчас перед глазами стоят ...»

Не говоря уже о том, что формулировка этих свойств квадрата является некорректной, стоит ли, да еще на всю жизнь запоминать такие вещи?»

Учебники традиционно предполагают обязательное наличие учителя. Учебники читаются не по инициативе ученика, они скорее кодируют различные схемы взаимодействия учителя и ученика: «это надо выучить», «эти задачи реши по этому образцу», «найди в тексте ответы на эти вопросы», «повтори материал этих параграфов» и т.д. Поэтому объем учебников сравнительно невелик.

Противоположно этому, научно–популярная литература ориентирована на достижение такого же эффекта, но обращаясь прямо к ученику, минуя учителя. Если ученик заинтересован в чтении, то он самостоятельно может овладеть материалом книги. Разумеется, в такой литературе не содержатся приемы передачи знаний, подразумевающие давление или пояснения со стороны учителя.

Наконец, художественная литература, как правило, не претендует на передачу специальных знаний, а, скорее, мотивирует ученика на деятельность.

Компьютерные среды

Если физические среды направляют мысль ученика только посредством отбора нужных объектов, технические – конструируются на основе понятных или ассимилированных законов физического мира, то компьютерные среды непосредственно отражают знание об окружающем мире. Тем самым компьютерные среды ограничивают возможности обучения в ней познанием моделей, на которых построена среда. Однако этот недостаток при правильном использовании компьютерных моделей можно превратить в преимущество. Вот как А. Пуанкаре описывает взаимодействие моделей окружающего мира с физической реальностью в ходе истории науки [П15; с. 146] : «Возьмем в качестве примера законы отражения света. Френель вывел их из простой и увлекательной теории, которая, по–видимому, подтвердилась опытом. Впоследствии более точные исследования доказали, что это подтверждение было лишь приближенным, и обнаружили повсюду следы эллиптической поляризации. Но тотчас же, благодаря той точке опоры, которую мы имели в первом приближении, найдена была причина этих аномалий, состоящих в наличии поглощающего слоя: в существенных чертах теория Френес-

ля сохранила свое значение. Здесь только нельзя удержаться от следующего соображения, все эти отношения остались бы незамеченными, если бы с самого начала существовала догадка о сложности взаимодействующих объектов. *Давно уже было сказано, что если бы инструменты Тихо были в десять раз точнее, то мы никогда не имели бы ни Кеплера, ни Ньютона, ни астрономии. Для научной дисциплины составляет несчастье возникнуть слишком поздно, когда средства наблюдения стали слишком совершенными.* В таком положении ныне находится физическая химия».

Таким образом, компьютерные модели позволяют в некотором смысле вернуться к физическим средам. Эту компьютерную «физическую» среду можно рассматривать как результат восприятия приборами, имеющими ограниченную точность. При таком понимании виртуальная и реальная среды адекватны. Технические же устройства моделируются еще проще, поскольку являются физической реализацией некоторой абстрактной схемы.

В настоящее время наблюдается быстрое развитие собственно компьютерного инструментария, не имеющего физических аналогов: текстовых и графических редакторов, баз данных и пр.

Овладение этими сферами профессиональной деятельности осуществляется преимущественно пребыванием в среде. Этот образец является показательным для развития предметного преподавания в компьютерных средах.

Появляющиеся обучающие программы подтверждают эту мысль.

Рассмотрим теперь носители сред другого рода: парадигмы и правила поведения.

Парадигмы

Опытный учитель предметник, общаясь с учениками, постепенно создает «образ» предмета, некую систему взглядов, типажей восприятия реальности, образ мышления, иными словами, парадигму предмета. Процесс создания парадигмы и является главной характеристикой хорошего учителя. Знаменательны слова известного математика и замечательного педагога В. А. Рохлина о том «непостижимом пути, которым знания от знающего преподавателя переходят к ученику».

Парадигму предмета можно рассматривать как некоторую идеальную, интеллектуальную среду, находясь в которой, человек «напитывается» знаниями и оперирует с ними. Т. Кун в [К6] пишет: «До тех пор пока не была создана парадигма схоластов, ученые не могли видеть никаких маятников, а видели только качающиеся камни». М. Минский [М3; с. 315] уточняет «та же идея применима в той же степени и к микрокосмосу нашего повседневного мышления».

Выше мы провели анализ некоторых форм представления знания, тем самым выделив несколько типовых парадигм. Так для изложения математики можно выбрать «физическую» или «прикладную» парадигму, а можно «формально-операционную». Элементами среды являются интеллектуальные конструкции, не имеющие материальных носителей, но возможно связанные с некоторыми материальными объектами, выступающими в роли опорных сигналов.

Особенно важна роль предметной парадигмы при изучении гуманитарных предметов, Так обучение разговорному языку связано в большой степени с адаптацией ученика к языковой среде. Чтение книг, посещение театров и литературных кружков, беседы с хорошо образованными людьми имеют определяющее влияние на формирование грамотности школьника.

Парадигмы определяют содержательную компоненту атмосферы процесса обучения и обычно явно не осознаются учеником. В то же время есть «классические» предметные парадигмы, формируемые преподавателями явно, как требования к учащимся. Примерами могут служить упорядочивание математической речи в форме логического вывода, лаконизм и точность в фактических науках, метафоричность в гуманитарных.

Правила поведения.

Кроме предметных парадигм большое значение на атмосферу урока оказывают педагогические парадигмы учителя или, как их можно называть, правила «игры в учебный процесс» или, короче, правила поведения.

Приведем перечень нескольких типичных взглядов на процесс обучения, индуцируемых формулируемые явно или скрытно правила взаимодействия учителя и ученика.

А. Парадигма проблемного обучения: «новое знание образуется только после осознания противоречия между системой знаний и фактом, в нее не укладывающимся».

Б. Парадигма конспектирования: «переписывание материала концентрирует на нем внимание, заставляет осмысливать связи между словами, а значит и между понятиями ими выраженными».

В. Парадигма исследования: «абстрактными понятиями, закономерностями можно овладеть в процессе самостоятельности с реальными объектами, опосредующими эти понятия и законы».

Г. Парадигма программированного обучения: «главное в обучении – обратная связь; своевременные реакции на действия ученика позволяют ему обучаться в нужном темпе и с требуемой детализацией».

Д. Парадигма соревнования: «главное, почему человек учится, это – обогнать других, поэтому необходимо иметь инструмент оценки знаний как для сравнения различных учеников, так и для сравнения темпа обучения одного ученика».

Е. Парадигма коллективного обучения: «человек – социальное животное, он учится, только воспроизводя коллективную поведенческую игру социума».

Ж. Парадигма индуктивного обучения: «общие понятия могут быть представлены в виде небольшого числа конкретных примеров; от частного к общему».

З. Парадигма «телеграфной линии»: «главное в учебном процессе – обеспечение наилучших условий для общения педагога с учеником, для прямого воздействия опыта, знаний, эмоций».

И. Парадигма трудового обучения: «главное в обучении – это то, что учеба является одним из проявлений трудового процесса, поэтому учеба должна удовлетворять всем признакам труда: быть осмысленной, продуктивной, эффективной и пр.»

К. Социально–тоталитарная парадигма: «основной мотив обучения – страх оказаться ненужным обществу; учитель, олицетворяя общество, и, используя информацию об ученике, организует давление на ученика».

Л. Парадигма условных рефлексов: «знание можно сформировать «натаскиванием» на правильно подобранном материале».

М. Парадигма рефлексии: «ученик должен научиться анализировать процесс своей умственной деятельности – это основа формирования знаний».

Н. Языковая парадигма: «любое знание можно сделать очевидным, если рассмотрим его в подходящей понятийно–языковой среде; процесс обучения – развитие языка описания мира».

О. Парадигма запоминания: «результат обучения – запоминание множества фактов, поэтому главное в процессе обучения – активизация памяти».

Очевидно в этом перечне находятся не все взгляды на обучение и не все из перечисленных независимы, однако даже из этих примеров видно, насколько переплетены различные взгляды на обучение в любом элементарном акте обучения.

Моделирование информационной среды требует, однако, выделения и изучения «чистых стратегий».

3. 2. Особенности информационных сред для разных видов обучения

Информационные среды можно классифицировать по целям их использования. Мы выделим три цели: стимулирование познавательной деятельности, овладение базовыми знаниями,

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕД ПО ЦЕЛЕВОМУ ПРИЗНАКУ

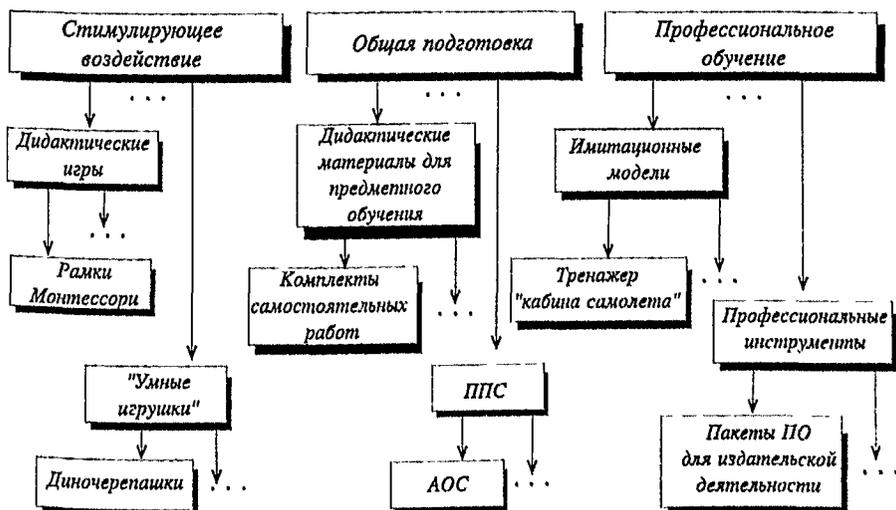


Рис. 28

профессиональная подготовка. Соответственно этому можно выделить три вида обучения: стимулирующий, общий, профессиональный (рис. 28).

Среды, стимулирующие познавательную деятельность

Очень интересным является опыт Марии Монтессори [М5; с. 377-409] по развитию восприятия у дошкольников посредством введения в их «среду обитания» специально созданных предметов: тел различной формы, находящихся в соответствующих отверстиях, брусков разного веса, но одинаковых по форме, поверхностей разной гладкости и прочее.

Основным правилом работы с ребенком в таких случаях была их свобода или самостоятельность: *«нельзя быть свободным, не будучи самостоятельным, поэтому первые активные проявления индивидуальной свободы с детских лет должны быть направляемы так, чтобы у ребенка постепенно выработалась самостоятельность»*. Как следствие этой позиции от коллективного обучения она приходит к индивидуальному.

Важнейшим условием поддержания самопроизвольной деятельности ребенка М.Монтессори считает чувственный контроль за своей деятельностью: «во всех этих упражнениях контроль абсолютен ... фигура может войти и только в соответствующее ей отверстие; поэтому ребенок может играть сам, один, с этими вставными формочками, и это упражнение является одним из лучших ...».

Значение дидактической игрушки для умственного развития детей – особенно для развития познавательных способностей – подчеркивается многими исследователями.

Н.Пантина [П1; с. 69] отмечает: «... указание на продукт недостаточно для того, чтобы новая деятельность могла быть осуществлена. Она может быть осуществлена при условии, если будут

введены дополнительные средства... В зависимости от того, какое средство введем, мы получим разные способы деятельности».

Представляет интерес то, каким образом средства определяют способы деятельности. В указанной работе Н. Пантина анализирует их на примере сборки пирамидки.

«Рассмотрим *первый способ* деятельности, связанный с введением образца. Для того, чтобы произошло расщепление единого, заданного в вещественном виде предмета на продукт и образец, необходимо ввести определенную разметку продукта. Эта разметка представлена на пирамидке в скрытом виде. Ребенку она задается в действиях сборки и разборки пирамидки...

Второй способ деятельности связан с введением совсем другого средства – правила. При этом задача формулируется аналогичным образом и продукт задается в той же предметной форме. Но средство организации деятельности вводится как особое словесное выражение ...« ... выбирай из всех колец каждый раз самое большое... Действия теперь... не зависят от образца, а определяются правилом, как особым знаковым средством построения деятельности. Деятельность формализуется и упрощается». Механизм воздействия правил на обучение и их самостоятельная формулировка для следующей возрастной категории (младшие школьники) анализируется в работе С. Пейперта [П2; с. 109]. Правила у него называются программами. Он отмечает два пути их появления: путь проб и ошибок и путь анализа собственных действий. Вот как он описывает второй путь при обучении обращения с ходулями: «... когда мальчик увидел, что у него не получается, то он постарался выделить и исправить те из своих действий, которые обусловили его неудачу, ошибку. Когда вы делаете шаг вперед, то ходуля остается сзади вас. В этом и состоит ошибка, но, как только она выявлена, не составляет труда исправить ее. Одним из приемов является придумывание такого шага, когда ходуля оказывается впереди ступни, для этого ходулю надо приподнять рукой вместе с ногой».

Таким образом, на этих примерах хорошо видно взаимодействие среды и мышления обучаемого.

Во-первых сама предметная среда структурирует деятельность в ней обучаемого.

Во-вторых, вербальные правила, предлагаемые учителем, формируют и упрощают деятельность ученика в этой среде.

В-третьих анализ собственных действий ведет к самостоятельной выработке правил действий.

Возможность среды для стимулирования познавательной деятельности далеко не исчерпаны и расширяются с внедрением в обучение компьютеров. Перейдем теперь к средам, возникновение которых обязано существованию такого социального явления, как учебная деятельность.

Среды, связанные с общим образованием

По определению Л. Б. Ительсона «Учение имеет место там, где действия человека управляются сознательной целью усвоить определенные знания, навыки, умения, формы поведения и виды деятельности» [И2; с. 79].

Масштабы, в которых осуществляется учебная деятельность, породили специальную культуру. С некоторой иронией на это указывает Ж. Дьедонне [Д5; с. 13], отвечая на вопрос, кому нужны тригонометрические формулы: «Конечно, тригонометрические формулы совершенно необходимы для представителей трех очень почтенных профессий:

- 1) для астрономов;
- 2) для геодезистов;
- 3) для составителей учебников тригонометрии».

Базовое образование играет роль культурной среды, объединяющей разные народы и разные поколения. Достаточно вспомнить главную проблему, с которой столкнулась перестройка

школьного математического образования в 70-х годах: родители не смогли помочь детям в учебе, так как учебники резко отличались от учебников их детства. Наоборот, в 90-х годах многие учителя математики пользуются учебниками 70-х годов, потому что они – те самые ученики 70-х, освоившие, несмотря ни на что, новую школьную программу.

Тем самым, говоря об информационной среде базового образования, следует видимо говорить о сложившихся типах дидактических материалов, о создании компьютерных сред, адекватных этим материалам. Более осторожно следует подходить к новым типам сред, скажем, хорошо решающим предметные задачи, но необычным по форме представления знаний. Например, Черепашки Пейперта, адекватно отражают понятия дифференциальных уравнений, но происходит это в форме, полностью оторванной от существующих традиций.

«Фактически программа вычерчивания круга Черепашкой приводит к альтернативному варианту формального исчисления, к тому, что традиционно называется дифференциальным уравнением, и она есть носитель плодотворных идей, скрывающихся за понятием дифференциала. Вот почему многие разделы математики оказывается возможным понять благодаря Черепашке; программа для Черепашки – это неявный, интуитивный аналог дифференциального уравнения, понятие, которое встречается почти в каждом примере традиционной прикладной математики» [П2; с. 75].

Замстим, что С. Пейперт делает ударение на слове «понять». С другой стороны, книги по дифференциальным уравнениям написаны не на «языке» Черепашек, обучение в вузе тоже требует другой модели представления этих знаний.

Итак, обучение в среде – это по существу индивидуальный процесс. Такое обучение не решает автоматически проблему культурного общения. Решая задачи конструирования сред для

базового обучения, будем следовать по пути моделирования сложившихся сред, при поэтапном введении новых носителей знаний и использования их для стимулирования обучения.

Описывая учебные действия индивида в сложившихся типах учебных ситуаций Л. Б. Ительсон пишет [И2; с. 83]:

«Существуют... три основных типа учебных ситуаций и соответственно учебных действий индивида. Первый вариант обучения (передача) дает ситуацию готового «преподнесения». Учение в ней складывается из таких действий, как подражание, дословное или смысловое восприятие и повторение, тренировка и упражнение по готовым образцам и правилам. Второй вариант обучения (самодвижение) дает ситуацию «естественного самонаучения». Учение в ней складывается из таких действий, как выбор вопросов и задач, поиск информации и общих принципов, «усмотрение» и осмысливание, творческая деятельность. Наконец, третий вариант обучения (управление) дает ситуацию «направляемой познавательной активности». Учение в ней складывается из таких действий, как решение поставленных задач и оценка результатов, пробы и ошибки, экспериментирование, выбор и применение общих принципов и понятий и т. д.»

Таким образом, вопрос учебной среды сводится к вопросу о современных средствах представления элементов, характерных для традиционного обучения и позволяющих этими же средствами представлять новые составляющие.

Профессиональный уровень.

Профессиональные знания и умения по происхождению имеют специальный характер. *Профессиональное обучение можно рассматривать как обучение в профессиональной среде.* Именно так передавались навыки ремесленничества «от мастера к подмастерью», так происходит во многих профессиях и сейчас, на-

пример, «машинист – помощник машиниста». Аналогично обстоят дела и с умственным трудом: так организована работа физтеха; в университетах существует система «школ», являющихся носителями научных направлений.

В последнее время появилась новая профессиональная область, доступ в которую открыт всем желающим: область информационных технологий. Ребенок может освоить текстовый редактор и овладеть всеми тонкостями труда «секретаря–машинистки», может научиться выполнять большой спектр работ в малой полиграфии. Тем самым появилась возможность использования одной и той же среды как стимулирующей познавательную деятельность, так и несущей профессиональные знания. В дальнейшем работу ученика с такими средами мы будем называть предпрофессиональной.

Можно ли использовать компьютерные модели для превращения в предпрофессиональную традиционных технических или интеллектуальных профессий. Предположительный ответ «да». Что касается техники, то она все больше автоматизируется и компьютеризируется. Созданию устройства обычно предшествует его моделирование. Программы автоматического проектирования, программного управления могут стать основой компьютерной среды предпрофессионального обучения.

В интеллектуальные профессии тоже проникают компьютерные модели. Даже в математике появились инструменты, осуществляющие работу с символическими объектами так же, как с ними работает математик.

Спонтанное распространение таких сред представляет некоторую угрозу классическому образованию. Причина в том, что многие знания представляются системами навыков работы с символическими объектами, которые в этих средах автоматизированы. Так необдуманное использование микрокалькулятора может привести к потере навыков устного счета и к потере связанных с

ними интеллектуальных конструкций. С другой стороны использование мощных инструментов, избавляя от рутинной работы, может обеспечить более глубокое проникновение в предмет.

Таким образом, появляется новая интеллектуальная деятельность, которую можно назвать предпрофессиональной деятельностью в интеллектуальном труде и которая связана с использованием инструментальных средств этой профессии для осознания важных специальных идей, не входящих в общее образование.

3. 3. Роль информационной среды в обеспечении свободы развития обучаемого

Представляет интерес классификация типов программ по степени уменьшения жесткости контроля обучения со стороны программы [Л2].

Под этим понимается способность учащихся принимать участие в определении целей и содержания своей деятельности, влиять на процесс обучения и управлять применяемыми средствами.

Ниже представлена упрощенная классификация по степени свободы обучаемого: от программ, жестко структурирующих обучение, до программ, которые позволяют это делать самим учащимся (рис. 29).

Управляющие программы выполняют некоторые традиционные функции учителя, в частности управления классом. Они содержат команды, не только касающиеся работы на компьютере, но и, например, дающие учащимся указание покинуть рабочее место, с тем, чтобы что-то проверить, получить дополнительные данные, обсудить ход работы с соучениками и т. д.

Обучающие программы направляют обучение, исходя из имеющихся у учащегося знаний и его индивидуальных предпочтений; как правило, они предполагают усвоение новой информации.

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО СТЕПЕНИ
УМЕНЬШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ КОНТРОЛЯ ОБУЧЕНИЯ
СО СТОРОНЫ ПРОГРАММЫ**

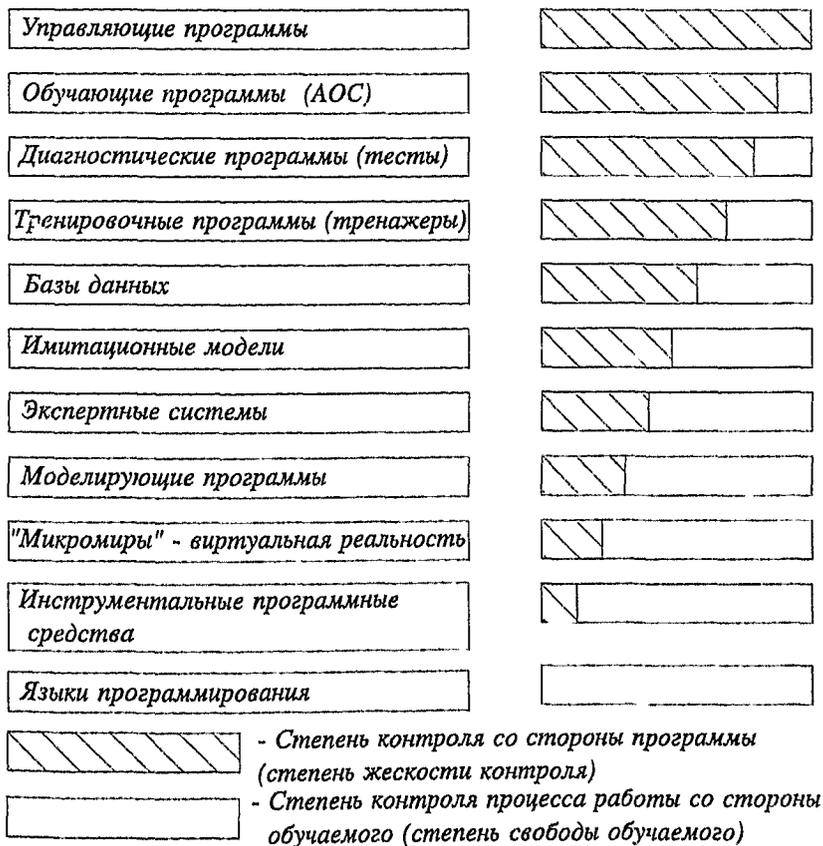


Рис. 29

Диагностические (тестовые) программы предназначены для диагностики, оценки или проверки знаний, способностей и умений.

Тренировочные программы рассчитаны на повторение или закрепление пройденного и не содержащие нового учебного материала.

Базы данных по различным отраслям знаний позволяют запрашивать хранимую в них информацию.

Измеряющие и контролирующие программы для датчиков позволяют получать и записывать информацию и управлять действиями роботов.

Имитационные программы представляют тот или иной аспект реальности с помощью ограниченного числа параметров для изучения его основных структурных или функциональных характеристик.

Моделирующие программы свободной композиции представляют в распоряжение обучаемого основные элементы и типы функций для моделирования определенной реальности.

Программы типа «*микромир*» похожи на имитационно-моделирующие, однако они не отображают реальность, а в идеале представляют воображаемую учебную среду, создаваемую при участии учителя.

Инструментальные программные средства обеспечивают выполнение конкретных операций, например, обработку текста, составление таблиц, редактирование графической информации.

Языки программирования позволяют управлять компьютером. Представленное описание авторы не считают перечнем четко классифицированных типов программ. Например, на наш взгляд между имитационными и моделирующими программами следует поставить экспертные системы, или репетиторы, построенные на основе применения техники искусственного интеллекта [НЗ].

Каждому репетитору очерчивается область, внутри которой он может обеспечить пользователю свободный диалог, часто на естественном языке, где задаваемые вопросы и их последовательность не предопределена однозначно автором. Они выводятся или конструируются из модели, которая представляет допустимую системой часть области знания.

Тем не менее, по мнению авторов, приведенное описание дает возможность правильно определить дидактическую функцию программы при планировании комплексного и продолжительного обучения.

Выводы

1. Целенаправленное использование обучающих сред ставит задачу их систематизации. Предлагаемая классификация построена на наиболее существенных признаках информационных сред, как-то:

- тип носителя;
- целевая установка;
- характер взаимодействия с обучаемым.

2. Развитие компьютерной базы вывело понятие информационных сред процесса обучения в разряд актуальных. Классификация сред играет прогностическую роль, определяет направление развития компьютерного обеспечения учебного процесса.

3. Классификация информационных сред позволяет выделить их существенные особенности, в частности те, которые не допускают компьютерного моделирования. Таким образом определяется спектр носителей обучающих сред, необходимый для полноценного обучения. Это переосмысление процесса обучения как среды обучения можно назвать «экологией обучения». Разработка этого направления предотвратит вымывание сложных обучающих взаимодействий со средой. Необходимо заново пересмотреть роль в обучении таких сред как природа, техника, общение в различных социальных группах.

4. Классификация сред демонстрирует широкий набор парадигм обучения, явно или неосознанно используемых различными педагогами в учебном процессе. Эти парадигмы связаны с

различными целями и способами передачи знаний, что объясняет трудности в передаче методического опыта.

5. Классификация компьютерных средств моделирования информационных сред построена на единственном параметре – степени свободы обучаемого. В дальнейшем при обсуждении вопроса конструирования информационных сред такое упорядочение позволяет соотнести методическую парадигму с компьютерными средствами ее моделирования.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД

Введение.

Обзор, проделанный выше, демонстрирует широкий спектр воздействий на обучаемого посредством создания подходящей среды. Формирование среды обучения – сложный процесс, на который влияют как социально-исторические факторы, так и атмосфера в школе и личность учителя. Моделирование влияния всех факторов представляет значительные трудности. С другой стороны, процесс обучения происходит в конкретной информационной среде, связан с передачей определенных знаний, умений и схем поведения. Моделирование информационной среды процесса обучения представляет собой гораздо более обозримую задачу. Принципиальным этапом в моделировании и конструировании информационных сред стало использование компьютера.

§ 1. Компьютер и конструирование среды обучения

Компьютер предоставляет возможность сохранять опыт, заключенный в информационных средах, обмениваться им, использовать и корректировать его. Таким образом, соединение идеи информационной среды с идеей компьютеризации учебного процесса позволяет говорить о технологизации учебного процесса. Наблюдаемая в настоящее время эволюция использования компьютеров в обучении подтверждает этот тезис (рис. 30).

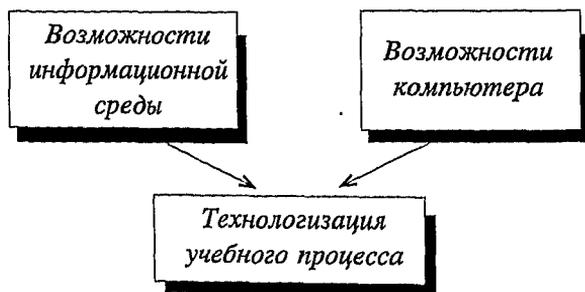


Рис. 30

Претворение идеи «превращения методики в технологию» требует проработки технологического звена, отсутствующего ранее: моделирования информационной среды процесса обучения на компьютере.

Различные элементы среды и различные виды сред требуют разных подходов и допускают создание более или менее адекватных аналогов. Меняется и структура организации учебного процесса. Появляется новая специализация учителей: *учитель-технолог*, который не вступает в непосредственный контакт с обучаемым. Иными словами, он *не владеет навыками использования себя как средства создания обучающей среды*. Вместо этого

он использует компьютер. *Меняется роль ученого–методиста: из теоретика он превращается в главного конструктора, руководителя создания обучающей среды.*

Обратим внимание на более четкую дифференциацию различных работ, связанных с организацией учебного процесса. Кроме традиционных субъектов учебного процесса – ученика, учителя и учебного коллектива – появляется третий: компьютерная среда. Общение обучаемого с этой средой может идти автономно или под управлением учителя. Процесс создания такой среды может быть отделен от учебного процесса и осуществляться независимым коллективом.

Этот коллектив должен включать в себя «творчески ориентированного» ученого–методиста, программиста–дизайнера, учителя–технолога и, возможно, учителя–педагога.

Методист формирует «пространство проекции опыта», формулирует основную методическую идею, на которой строится среда. Программист–дизайнер превращает эту идею в интерфейс, удовлетворяющий принятым на данный момент стандартам. Учитель–технолог овладевает опытом, заключенным в среде, наполняя его. Учитель–технолог и учитель–педагог могут организовать работу с группой по методике опосредованной компьютерной программой. При этом учитель–технолог лично не отвечает за результат обучения, а лишь организует взаимодействие ученика с программой, то есть создает условия для возникновения педагогического эффекта, заключенного в методической идее и реализованного в программно–педагогическом средстве (рис. 31).

Таким образом, явно вырисовывается технологическая цепочка подготовки и организации учебного процесса по заданной методике:

методическое звено – описание среды, определяющей данный метод;

инженерно–эргономическое звено – создание интерфейса;

Конструирование среды обучения

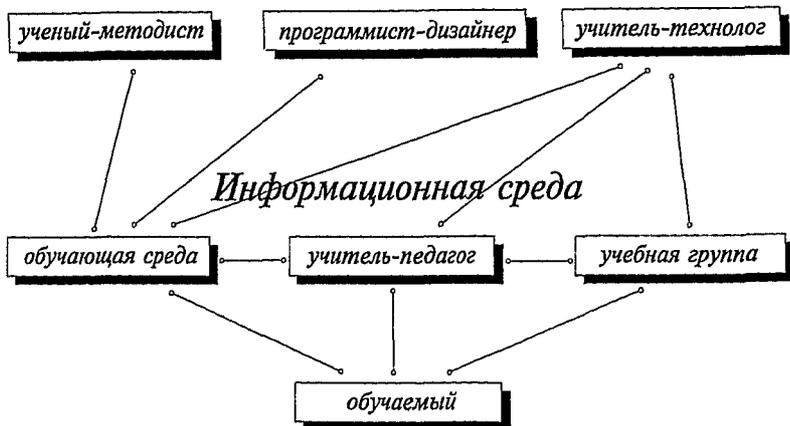


Рис. 31

*ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕПОЧКА ПОДГОТОВКИ
И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ С
КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДОЙ*

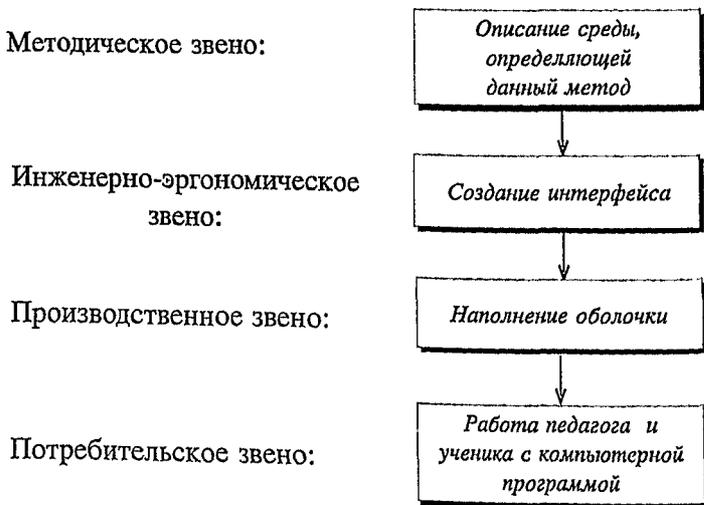


Рис. 32

производственное звено – наполнение оболочки;
 потребительское звено – работа педагога и ученика с компьютерной программой (рис. 32).

Эту цепочку можно рассматривать как путь превращения методики преподавания в технологию.

1. 1. Обзор концепций использования компьютера в обучении

Достаточно полный обзор состояния дел в этой области до 1980 года приведен в статье [НЗ].

Первые системы обучения с использованием компьютера (АОС – автоматизированные обучающие системы), появившиеся в 60-х годах, связаны с идеей программированного обучения, которое в те годы рассматривалось как основная модель процесса обучения. АОС развивалось как компьютерная модель механических «перелистывателей страниц» с возможностями обработки и принятия решений, придания большей гибкости, которой не хватало механическим аналогам. Доводы апологетов этого подхода были следующими:

- обучение связано с интенсивным трудом;
- введение технологий в области с интенсивным трудом приводит к повышению эффективности;
- программированное обучение является концептуальной основой педагогических технологий;
- компьютерные системы программированного обучения улучшат образование и сделают его более дешевым.

К 1970 году появилось много фактов и выводов, которые поубавили первоначальный оптимизм относительно программированного обучения и показали необходимость изменения концепции. Доводы сводились к следующим основным:

- компьютерное обучение нельзя сводить только к инструкциям;

– программные инструкции не являются универсальными и имеют ограниченную область применения;

– ограничение несколькими фиксированными учебными стратегиями, особенно основанными на жестком контроле диалога программой, нецелесообразно; следует выделить обучающие стратегии, в которых пользователь контролирует диалог, запрашивая справочную информацию и обращаясь к моделирующим программам;

– компьютерное обучение дороже обычного классного;

– недостаточное внимание обращается на создание качественных курсов, допускающих компьютерную реализацию;

– возможности компьютера требуют пересмотра взглядов на обучающий диалог, введения графического представления информации.

С середины 60-х годов, конкурируя с созданием автоматизированных обучающих систем, появляется другое направление использования компьютеров в обучении. Его основным тезисом было то, что АОС используют только небольшую часть возможностей машины, ограничиваясь перелистыванием электронных страниц. Апологеты этого движения полагали, что компьютер настолько хороший инструмент и игрушка, что его грандиозное обучающее значение реализуется, только если обучаемые получают полный контроль над ним, то есть смогут запрограммировать его на решение проблем по собственному выбору.

Наиболее значительным явлением в этом течении был проект ЛОГО, предложенный Пейпертом.

В настоящее время антагонизм этих подходов частично устранен созданием АОС, в которых есть режим инструктивного взаимодействия программы с начинающим, и режим свободного использования ее возможностей успешно обучившимся пользователем.

В 70-х годах проекты компьютерного обучения базировались на следующих взглядах. Практики компьютерного обучения советовали прекратить работы над традиционными системами АОС и обучать использованию компьютеров для решения содержательных задач.

Теоретики компьютерного обучения предлагали прекратить разрабатывать стратегии жесткого контроля со стороны программы и развивать контроль со стороны обучаемого.

Программисты считали нужным прекратить развитие традиционных авторских языков с искусственными ограничениями, статичными порциями информации, иницилируемой программой последовательностью следования материала и стремиться к общепотребительным языкам высокого уровня, добавить возможности для взаимодействия, графического ввода–вывода.

Завершая свой обзор, Ю. Нивергельт высказывает свое мнение о роли компьютера в обучении.

«Следует рассматривать экран, управляемый компьютером, просто как другое доступное учителю средство, которое хорошо приспособлено для одних вещей и плохо для других. Конечно, умений, необходимых для использования нового средства, требуется больше, чем для использования прежних средств. Если необходимое оборудование и умения имеются, учитель может разумно решить, в каких случаях компьютер подходящее средство для обучения, однако вопрос учитель решает на основе более фундаментального – чему он учит и кого.

Каждый, кто начинает работать в области компьютерного обучения, должен для себя ответить на вопрос: «Что дает компьютер для обучения?» Я предлагаю ответ таким: «Не больше и не меньше, чем книги, доска, фильмы и другие средства».

Последнее высказывание в терминах нашей работы может интерпретироваться так: компьютер позволяет моделировать все имеющиеся средства обучения и, тем самым, информационную среду традиционного обучения.

Действительно, *развитие компьютерной техники и программного обеспечения в 80-х годах привело к созданию объектно-ориентированных профессиональных сред, не требующих специальных знаний о компьютере, общающихся с пользователем на профессиональном языке.*

С другой стороны, появился широкий спектр инструментов, адекватно отражающих операционное содержание таких фундаментальных предметов, как математика и физика.

Например, «Mathematics», «Derive», «Reduce», «The Geometer's Sketchpad».

Среда, которую порождают эти инструменты, либо не имеет внекомпьютерного аналога, либо требует для своего создания неоправданных педагогических затрат (например, формирования обширной системы специальных умений и навыков).

Таким образом, реальность 90-х годов показала необходимость выделить компьютер из других средств обучения. К настоящему времени накоплен большой банк компьютерных обучающих программ.

1. 2. Компьютерное моделирование традиционных сред в учебном процессе.

В качестве традиционных информационных сред рассмотрим прежде всего те, которые опосредованы различными типами дидактических материалов: текстами, исследовательскими работами, тренажерами и пр. Обратим внимание на то, что представление среды дидактическими материалами – тоже конструирование информационной среды. Этот этап конструирования является определяющим в компьютерном моделировании дидактической среды. Главной идеей здесь является идея жесткого структурирования и типологизации, которую мы называем идеей дидактического комплекса.

Под дидактическим комплексом мы понимаем набор однотипных дидактических материалов, объединенных четкой дидактической целью, жесткой структурой, адекватно отражающей цель, отработанной методикой его составления, обработки результатов, включения в учебный процесс.

Выдвигая дидактический комплекс на первое место, мы частично уходим от необходимости классифицировать дидактические материалы по их содержанию. Это позволяет в большей степени сосредоточить внимание на их форме. Действительно, *если требование к дидактическим комплексам достаточно жесткие, то их функция в учебном процессе будет определяться не столько содержанием, сколько ограничениями, которые накладывает на представление знаний структура комплекса.*

Для дальнейшего компьютерного моделирования дидактического комплекса важно, что *четкая структура комплекса однозначно определяет операционную среду учебной ситуации.*

Итак, путь моделирования дидактической среды таков: от дидактических материалов к дидактическому комплексу через структурирование и закрепление функционального назначения в форме представления материала, затем от дидактического комплекса к программной оболочке прямым переносом формы и ограничений представления знаний данным комплексом в форму и систему операций компьютерной оболочки.

Каким образом в этой среде опосредуются парадигмы и правила игры? Основываясь на одном из положений В. В. Давыдова [Д1] о том, что содержание и методы обучения проектируют соответствующий тип мышления, правомерно утверждать, что дидактический комплекс развивает соответствующий тип мышления.

Например, работа с географической картой, графиками, чертежами, таблицами связана с визуально-образным мышлением:

устные вопросы связаны с логическим и ассоциативным мышлением; упражнения связаны с развитием моторики – «думанием руками».

Отметим, что предметные парадигмы частично отражены в форме и структуре дидактических комплексов. Что касается правил поведения, то они определяются методикой работы с этим комплексом и, опять же, тесно связаны с его структурой.

Следующая информационная среда – окружающий физический мир. Обзор моделирования этой среды сделан в работе [Д2]. «Моделирование физических явлений на микрокомпьютере заменяет опыты, которые проводились раньше во многих школах в естественных лабораториях, и в первую очередь сложные дорогостоящие и опасные опыты; кроме того, моделируются явления, недоступные для наблюдения (здесь руководствуются теми же соображениями, исходя из которых «реальная» наука сегодня прибегает к моделированию). Учащиеся сами выбирают величины параметров, затем наблюдают результаты моделирования, которые часто представляются в графической форме.

Вот несколько примеров моделирования. Маркс [Д2] описывает программы, используемые в венгерских школах, которые позволяют выбирать переменные в более широком диапазоне, чем обычно; например, законы Ома, Гаука и Фурье теперь не сводятся лишь к линейным явлениям... Одна из программ посвящается изучению статического поведения 500 атомов, каждый из которых представлен на экране в виде точки. Достаточно нажать клавишу – и экран превращается в микромир, позволяя следить за движениями каждого отдельного атома. При макро-моделировании можно получить данные о плотности газа, соотношении между температурой и давлением, энтропией; при переходе к микромиру – наблюдать за беспорядочными столкновениями атомов, их реальным числом и средней кинетической энергией...

Часто компьютерные видеоигры моделируют реальные или воображаемые действия. Если их программировать в соответствии с физическими законами, учащийся по мере приобретения навыков игры усваивает эти законы..

В большинстве моделирующих программ можно изменять только параметры, сама же программа остается неизменной. В рамках проекта «компьютеры в учебном процессе», осуществленном в Кингз-колледже Лондонского университета [Д2], разработаны программы, сочетающие демонстрации с системой динамического моделирования, что дает возможность учащимся средней школы создавать свои модели и манипулировать ими. Одна из этих программ: «Модель ядерного реактора», имитирует современный реактор с воздушным охлаждением. На экране в виде движущихся диаграмм появляются три основных элемента системы – активная зона, котельная установка и турбина; учащимся предлагается выбрать параметры. Затем каждый из элементов поочередно запускается в действие; графически показывается зависимость между полученным результатом и параметрами. После того, как учащиеся освоили все подсистемы в отдельности, их сводят воедино, причем на экране дается изображение приборов, с помощью которых учащиеся управляют реактором для получения различных значений мощности на выходе. Процессы постепенно ускоряются, а на экране дается реальное время. Временные задержки в срабатывании системы, как и в случае с реальным реактором, требуют внимательного наблюдения за приборами и умения управлять регулирующими стержнями, насосом охлаждения и теплообменником.

Проанализируем различные аспекты переноса физической реальности в компьютерную модель. Так же, как в случае дидактических материалов, здесь имеется промежуточный этап: математическая модель. Причем она и в «бумажном» виде может использоваться в преподавании, специфика получающейся при этом среды процесса обучения именуется прикладной направленностью. Более того, в курсе математики эти модели уже используются. В младших классах – в виде текстовых задач «на

движение», «на работу», «на концентрацию», «на смеси и сплавы», «на бассейны», в старших – в виде свойств и применений тригонометрических и экспоненциальной функций.

Текстовые задачи основываются на столь простых моделях, что знание этих моделей учащимися подразумевается. Как правило, решение задачи начинается с выписывания формулы, представляющей эту модель. Дальнейшая работа с моделью, на которой основана текстовая задача, это интерпретация условий в терминах модели, применение математического аппарата и интерпретация результата.

Приложения экспоненты и синусоиды требуют развития аппарата дифференциальных уравнений, то есть математической модели, лежащей за пределами школьной программы. Это делает невозможным использование этого аппарата на уроках.

Появление компьютерной модели решает проблему. Поскольку модель отчуждена от обучаемого, он может работать с ней, не зная ничего об ее устройстве. Таким образом, он может работать с содержательными физическими явлениями и от них спускаться по необходимости к математической модели явления.

Использование компьютерных моделей вместо физических порождает философскую проблему: «можно ли по знаниям о модели судить о физической реальности?» Мы уже упоминали мнение А. Пуанкаре, смысл которого в следующем: на первых этапах излишняя точность не нужна, так как познание идет посредством моделирования, а первая модель должна отражать существо дела, отклонения от нее можно будет понять позже.

Однако, если посмотреть на физическую реальность не с точки зрения ее познания, а с позиции адаптации к ней, ситуация изменится. Именно с овладением физической реальностью связан процитированный пример управления атомной станцией. Эта сфера разрабатывается очень широко и успешно в динамических играх и очевидно скоро мы будем иметь достаточно много

динамических сред, настолько хорошо описывающих отдельные стороны деятельности человека, что простое пребывание в них будет обеспечивать необходимые профессиональные навыки.

Каким образом представляются в работе с физическими моделями предметные парадигмы и правила поведения?

Предметные парадигмы определены математическими моделями, лежащими в основе компьютерных моделей. Правила поведения определены возможностями управления параметрами модели. Кроме того могут быть дополнительные параметры и правила игры, если модель является частью обучающей программы (например, моделирование 1-ого и 2-ого законов Ньютона может осуществляться в рамках игры «Посадка лунного модуля»). Часть правил может быть определена явно в виде заданий на работу с моделями.

Рассмотрим теперь *компьютеризацию инструментальных сред*. Выделим здесь три направления: *компьютеризацию информационных инструментов, компьютеризацию технических инструментов и компьютеризацию физических инструментов*.

Первое из этих направлений сейчас бурно развивается. Примерами являются компьютерные переводчики, компьютерные системы полиграфического назначения, бухгалтерские системы, системы поддержки инженерно-конструкторской деятельности и пр.

Второе направление связано с автоматизацией и компьютеризацией производственных процессов, программированием микропроцессоров и включением их в технологические цепочки.

Третье направление связано с появлением компьютерных интерфейсных плат с аналогово-цифровым преобразователем. Датчики могут измерять напряжение и силу тока, температуру, время, давление, магнитное поле, концентрацию водородных ионов, интенсивность света и смещение или вращение. Один микрокомпьютер может заменить собой множество специализированных лабораторных приборов.

В работе [Д2] приведены примеры использования интерфейсных компьютеров в школе.

«При измерении оптической плотности можно определить изменения в концентрации подкрашенного раствора и рассчитать темпы роста бактерий или водорослей.

При определении времени движения объекта между световыми отметками времени можно подсчитать скорость и ускорение.

Одновременное измерение частоты дыхания, пульса и электрической активности сердца позволяет проверить физиологическую эффективность физических упражнений.

При измерении давления и температуры газа можно установить зависимость между этими двумя параметрами и построить график.

Используя датчик давления, можно следить за процессом ферментации дрожжей или обменом веществ у небольших организмов».

Представляет интерес проект ЛОГО–ЛЕГО, соединения детского конструктора посредством датчиков и пр. с компьютером.

Создание управляемых компьютером устройств имеет большое значение для технического образования.

Наиболее важно для этого направления то, что учащийся в процессе работы осваивает методы и инструментарий, которым пользуются ученые, разбирается в сущности управления технологическими процессами.

Первое из направлений – компьютерные инструменты – сравнительно новое. Его появление связано с качественным ростом характеристик компьютера, позволившим в реальном времени моделировать среду некоторых видов информационной деятельности, сохраняя естественный для данной профессии характер операций и добавляя новые. Кроме того, появились инструменты, дублирующие алгоритмы деятельности ученика при изучении точных наук, в особенности математики. Это можно рассматривать как сигнал для поиска места инструментальной дея-

тельности в области, называемой «математическая культура». Игнорирование этого обстоятельства и спонтанное использование инструментов очевидно будет разрушать математическую культуру, построенную на базе умений и навыков. Очевидно, например, что использование калькулятора вместо выучивания таблицы умножения, выбивает опору у системы поэтапного формирования умственных действий на базе арифметики.

С другой стороны, как мы видим из работ Л. С. Выготского, *инструментальная среда заменяет ребенку взрослого, дает ему возможность задачу превратить в результат. Правильно организуя эволюцию среды можно достичь большого педагогического эффекта.*

Действительно, формирование среды от навыков до комплексных умений требует нажима со стороны преподавателя и не всегда может мотивироваться обучаемым. Обратное движение соответствует естественной устремленности ученика, деятельность от задачи к решению через результат, от крупных операций к мелким можно сделать мотивированной. Тем самым появляется средство для свободного развития обучаемого.

1. 3. Конструирование информационной среды процесса обучения на компьютере

Разделим проблему на две: конструирование предметных сред и конструирование дидактических сред. *Предметные среды непосредственно отражают некоторые реальные взаимодействия окружающих объектов, как, например, физические модели, компьютерные инструменты.*

Дидактические среды отражают взгляды методиста на процесс обучения. Объекты, которыми оперирует эта среда, не имеют физических аналогов. Они могут быть рисунками, текстовыми блоками, связями между блоками и пр. Дидактическая сре-

да может быть надстроена над предметной. В этом случае появляются или дополнительные операции или сверхцели.

Например, в приведенных выше прикладных сюжетах сверхцели определялись структурой заданий. Геометрический инструментарий можно рассмотреть как оболочку. Тогда созданные в нем динамические объекты (манипуляторы) будут содержать в себе новую идею, скрытую в возможностях оперирования ими.

Дидактические среды могут создаваться двумя основными путями:

– переносом на компьютер известной «дидактической» среды, например, тестов, тренажеров, картинок;

– использованием специфических возможностей компьютера и созданием дидактической среды, построенной на оригинальной методической идее и новыми средствами представления знания.

Рассмотрим проблему переноса на компьютер сложившихся дидактических сред. Структура нашего подхода к решению этой проблемы может быть представлена следующими тезисами:

1) *каждое действие преподавателя связано с реализацией определенной дидактической цели;*

2) *дидактическая цель достигается посредством комплекса учебных задач;*

3) *на разных этапах учебного процесса дидактические цели различны, следовательно существует некоторая типология комплексов задач;*

4) *для каждого комплекса задач можно создать программное средство, которое не отличалось бы по характеру взаимодействия с учеником от соответствующего «бумажного» средства, но сэкономило бы время работы преподавателя;*

5) *появляется возможность единого взгляда на бумажные и на компьютерные дидактические средства;*

б) представление о дидактических средствах как о комплексах задач ведет к их естественной классификации, которая позволяет интегрировать все эти средства в банк учебных модулей;

7) использование банка учебных модулей позволяет естественным образом компьютеризировать подготовку учителя к уроку, заменив традиционный план–конспект урока его компьютерным аналогом, отличающимся тем, что необходимые фрагменты вызываются автоматически.

Компьютерное представление дидактических материалов имеет несколько функций. Одна из них заключается в следующем: при переносе комплекса задач на компьютер (в данном случае речь идет о традиционных учебных материалах) не происходит изменения операционной среды учащегося, но существенно меняется операционная среда учителя с точки зрения комфортности и качества. У учителя появляются возможности:

- 1) работать с большим объемом дидактических материалов, производя необходимую выборку и компоновку;
- 2) индивидуализировать работу обучаемых;
- 3) постепенно накапливать и быстро корректировать дидактические материалы.

Создавая новое компьютерное средство, программист всегда стремится сделать его как можно более функциональным, создать наиболее универсальную операционную среду. При этом он вынужден использовать определенные ограничения на характер вводимой и выводимой информации и возможных операций с объектом. Составители традиционных дидактических материалов не всегда могут сформулировать свою методическую идею в форме, понятной и удобной для программиста. Существенное отличие в формах постановки методических и программистских задач является основным препятствием в эффективном исполь-

зовании компьютера в преподавании. Разумеется, эта проблема носит временный характер и исчезнет после того, как компьютер станет привычным инструментом каждого человека. Однако, в настоящее время и в ближайшее десятилетие проблема эта стоит и будет стоять. Практические решения этой проблемы могут быть разными, например, практикуется создание коллективов, состоящих из программистов и методистов, обучение программистов методике и др.

Мы предлагаем частичное решение этой проблемы, представляющееся нам наиболее простым и естественным: учебные задачи объединяются вокруг той дидактической цели, которой они служат; в соответствии с этой целью создается программная оболочка, которая никак не связана с характером самих задач, а

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ



Рис. 33

только с особенностями их использования. Таким образом, преподаватель получает программное средство, операционная среда которого ему знакома и поэтому не вызывает психологических трудностей. В то же время, работая с компьютерным инструментом, преподаватель практически знакомится с основами информационных технологий применительно к своей профессии (рис. 33).

В качестве примера рассмотрим структуры программных оболочек и методические особенности их наполнения для комплексов задач следующих типов:

1. Тренажеры.
2. Вопросыники.
3. Матричные тесты.
4. Самостоятельные и контрольные работы.

Тренажеры

Большинство оболочек, создаваемых по собственной инициативе программистов, выражают установку, связанную с тренажером. Поэтому наиболее компьютеризированными оказываются разделы знаний, связанные с изучением небольшого, точно очерченного множества простых знаний, как, например, правила дорожного движения. В этом пункте мы покажем применение этих типовых оболочек для представления комплексов задач тренажерного характера. Рассмотрим пример тренажера «Квадратные уравнения» и различные варианты построения комплексов задач и соответствующих программных оболочек (рис. 34).

Рассмотрим набор тренажерных задач, типичных для дидактических материалов [Н4, с. 122].

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ "ТРЕНАЖЕР"

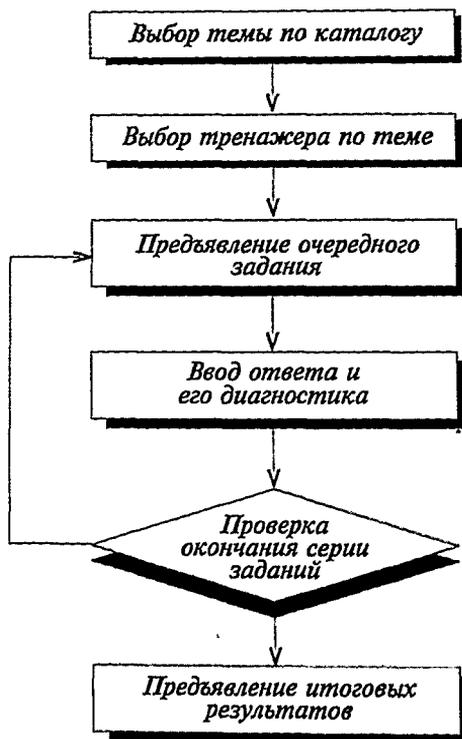


Рис. 34

Решить уравнения:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. а) $-3x^2 = 0$, | б) $2x^2 + 3 = 0$, |
| в) $7x^2 - 1 = 0$, | г) $8x^2 + 12 = 0$, |
| д) $3x^2 - 5 = 0$, | е) $x^2 - 4x = 0$, |
| ж) $x^2 + 2x = 0$. | |
| 2. а) $3x^2 - 7x + 4 = 0$, | б) $x^2 - 7x + 6 = 0$, |
| в) $2x^2 - 7x + 6 = 0$, | г) $25x^2 + 30x + 9 = 0$. |
| 3. а) $x^2 - 8x - 9 = 0$, | б) $x^2 - 6x + 9 = 0$, |
| в) $x^2 - 16x + 65 = 0$ | |

4. а) $x^4 - 5x^2 + 6 = 0$, б) $5x^4 + 8x^2 + 3 = 0$,
 в) $4x^4 - 5x^2 - 6 = 0$, г) $9x^4 - 24x^2 + 16 = 0$,

5. а) $25x^4 + 30x^2 + 9 = 0$, е) $7x^4 - 9x^2 + 3 = 0$.

6. а) $(x^2 - 2x + 5)(x^2 - 3)(x + 1) = 0$,

б) $(x^4 + x^2 - 2)(x^2 - 9) = 0$,

в) $x^5 + 5x^3 + 6x = 0$.

Соответствующая задачам тематика такова:

1. Неполные уравнения – решение без использования общей формулы.

2. Уравнения «общего» вида – решение применением полной формулы корней.

3. Приведенные уравнения – решение применением упрощенной формулы корней.

4. Биквадратные уравнения.

5. Распадающиеся уравнения.

Представленные задачи пока не образуют «комплексы», так как их форма не определяет структуру деятельности учащегося. Так, при отсутствии дополнительных указаний учителя, неполные и приведенные уравнения могут решаться по общей формуле и не оказывать предполагаемого обучающего воздействия.

Следующие изменения формы автоматически корректируют структуру деятельности учащегося.

Решить уравнения:

а) $-1973x^2 = 0$, б) $578x^2 + 4562 = 0$,

в) $28^2 \cdot x^2 - 7 \cdot 4^2 = 0$,

г) $11 \cdot 12 \cdot 13 \cdot x^2 - 12 \cdot 13 \cdot 14 \cdot x = 0$,

д) $x^2 + 1995x = 0$.

Деятельность ученика корректируется существенным усложнением вычислений при неправильном выборе пути.

Если допустить в число параметров задачи время ее решения, то обеспечить эффективную последовательность действий можно ограничением времени на ее решение.

Рассмотрим технологию переноса информационной среды этого комплекса на компьютер.

Действия ученика сводятся к вызову очередной задачи и вводу ответа. Ответ является либо целым числом, либо арифметическим выражением, либо множеством из двух чисел или выражений. Программа должна произвести сравнение значений вводимых выражений или чисел с эталонными и проверить признаки вводимых выражений.

Эти действия, определяют операционную среду программной оболочки. Другая часть информационной среды – данные. Здесь – это перечни или генераторы задач с эталонными ответами и проверяемыми признаками.

Визуальная среда программной оболочки не отличается от бумажного представления, за исключением присутствия на экране меню операций.

Вопросы

Вопросы составляют неотъемлемую часть общения учителя с учениками. В данном случае мы будем говорить о вопросах учителя к ученикам, которые следуют за изложением нового материала.

Роль этих вопросов – заострить внимание на ключевых моментах нового материала. Как следствие, эти вопросы не подразумевают развернутого ответа или импровизаций. Явная или неявная установка учителя при этом – получить однозначный ответ на поставленный вопрос.

Пример. Вопросы по теме «Квадратные уравнения»[Н4].

1. Что называется квадратным уравнением?
2. Что называется корнем уравнения?
3. Что называется свободным членом квадратного уравнения ?
4. Какие из следующих уравнений являются квадратными:

а) $x^2 + 4x - 5 = 0$,	б) $x^2 = 0$,
в) $2x^2 + 1 = 0$,	г) $4x - 5 = 0$?
5. Равносильны ли следующие уравнения:
 $x^2 - 4 = 0$ и $x - 2 = 0$?

6. Что называется дискриминантом квадратного уравнения?
7. Сколько корней имеет квадратное уравнение, если его дискриминант:
 - а) отрицательный, б) положительный, в) равен нулю?
8. Что называется приведенным квадратным уравнением?

Технологизация работы с такого рода вопросами связана с введением многовариантных ответов. Тогда деятельность ученика сводится к выбору нужного ответа. Операционная среда предельно проста – предъявление вопроса с вариантами ответов и выбор правильного. Простота операционной среды предполагает высокие требования к качеству наполнения.

Рассмотрим на примере, как предложенные выше вопросы преобразуются в комплекс вопросов с многовариантными ответами.

Среди предложенных ответов укажите правильный.

1. Уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ называется квадратным, если
 - а) $c \neq 0$, б) $b \neq 0$, в) $a \neq 0$.
2. Квадратное уравнение не имеет корней, если дискриминант:
 - а) $D > 0$, б) $D < 0$, в) $D = 0$.
3. Квадратное уравнение называется приведенным, если единице равен:
 - а) свободный член, б) коэффициент при x , в) коэффициент при x^2 .
4. Если x является корнем уравнения $x^2 - 1 = 0$, то:
 - а) $x = 1$, б) $-x = 1$, в) $|x| = 1$.
5. Закончите фразу: «Если $x = 0$ – корень уравнения $ax^2 + bx + c = 0$, то ...»
 - а) $a = 0$, б) $b = 0$, в) $c = 0$.
6. Закончите фразу: «Для того, чтобы корни уравнения были симметричны относительно нуля (равны по величине, но с разными знаками) необходимо, чтобы ...»
 - а) $a = 0$, б) $b = 0$, в) $c = 0$.
7. Сколько корней имеет уравнение $ax^2 + bx + c = 0$, если $a \neq 0$ и $b^2 = 4ac$?
 - а) 0, б) 1, в) 2.

8. Какое из следующих условий необходимо и достаточно для того, чтобы уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ имело бесконечное множество корней?

- а) один из коэффициентов равен нулю,
- б) два из трех коэффициентов равны нулю,
- в) все три коэффициента равны нулю.

9. Какое из условий является признаком того, что неполное уравнение $ax^2 + c = 0$ не имеет корней?

- а) $c < 0$,
- б) $a > 0$ и $c > 0$,
- в) $ac > 0$.

10. Какие из следующих условий достаточны для того, чтобы уравнение $x^2 + px + q = 0$ имело корни?

- а) $D \geq 0$,
- б) $q \leq p^2/4$,
- в) $q \geq 0$.

Матричные тесты.

Матричные тесты реализуют представление о предметном знании как о распознавании. Таким образом, структура матричного теста связана с установлением связей между несколькими предъявляемыми объектами. Бумажный вариант матричного теста представляет собой таблицу $n \times m$ ($n \leq 5$, $m \leq 5$), которая позволяет указать до 25 имеющихся связей.

Пример. Матричный тест по теме «Квадратные уравнения» (с ответами).

Дано квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$. Заполните таблицу (рис. 35).

Учебный модуль, связанный с матричным тестом, должен обеспечить среду, удобно предъявляющую сравниваемые объекты на экране и позволяющую указывать связи между объектами.

Очевидно, среда должна быть универсальной и не зависеть от содержания сравниваемых объектов. Понятно, что при таких ограничениях легко диагностировать результаты выполнения теста.

	$x = 0$ - корень уравнения	Уравнение не имеет корней	Уравнение имеет един- ственный ко- рень (совпа- дающие корни)	Абсолютные величины корней равны	Уравнение имеет поло- жительный корень
Если $a > 0$, $b = 0$, $c = 0$, то...	+		+	+	
Если $a < 0$, $b > 0$, $c = 0$, то...	+				+
Если $a > 0$, $b = 0$, $c > 0$, то...		+		+	+
Если $a < 0$, $b < 0$, $c < 0$, то...		+			

Рис. 35

Рассмотрим пример реализации матричного теста в компьютерной системе «DIAMATH».

В каждом тесте ученику предлагается установить те или иные связи между объектами двух семейств (сопоставимых с «вопросами» и «ответами»), расположенных в левой и правой частях экрана соответственно. Объекты могут быть текстами, формулами, числами, словами и т. д. Каждый объект занимает свое окно на экране монитора. Установление тестируемым той или иной связи между объектами отражается соединением соответствующих окон. Тест включает формулировку задания, – в ней указывается, по какому принципу должны устанавливаться связи, – а также, возможно, иллюстрацию. Каждое из левых окон может быть соединено с любым количеством правых окон.

Модуль включает: список тестов, меню операционных возможностей модуля (так называемую «справку»), диагностику результатов. В качестве результатов на экран выводятся:

- число неправильно установленных связей между левыми и правыми окнами;
- число не установленных правильных связей между левыми и правыми окнами;
- номера левых окон, для которых все связи с правыми окнами установлены правильно;
- условная оценка в баллах (рис. 36).

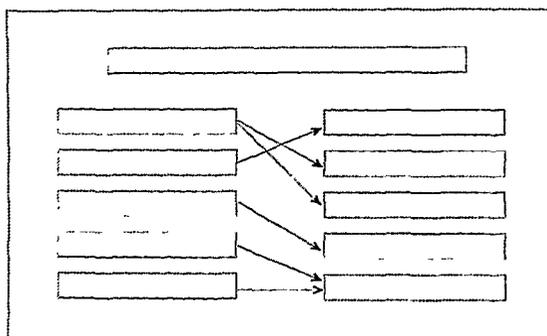


Рис. 36

Операционная среда модуля: вызов задания, движение по списку «вопросов», (объекты, расположенные в левых окнах), выбор «вопроса» для установления связей (выделение активного левого окна), установление или отмена связи (соединение стрелкой активного окна с любым из правых окон, либо стирание такой связи, если она уже установлена), окончание ввода ответов.

Визуальная среда модуля: на экране одновременно представлены текст задания (возможно с иллюстрацией), до пяти окон в правой и левой частях экрана .

Визуальная среда основного режима «тестирования», в котором ученик выполняет тестовое задание, включает: цветовое выделение активного левого окна, изображение установленной связи между активным левым окном и любым из правых окон стрелкой. Кроме того, на экране, после окончания работы с тестом, выводятся результаты проверки (рис. 37).

Наполнение матричных тестов должно удовлетворять условиям, описывающим соответствующий комплекс задач.

Поскольку матричный тест составлен из задач, существенно связанных между собой, эффективность использования этого модуля определяется совокупностью всех тестов, входящих в модуль. Система тестов должна ориентироваться на полную систему параметров результативности обучения. Этот вопрос подробно разобран в отношении обучения математике в работе П. Ланины [Л1], в которой представлена следующая классификация тестов.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ
"МАТРИЧНЫЙ ТЕСТ"

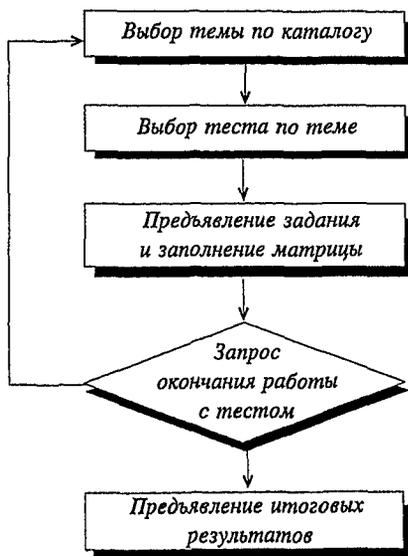


Рис. 37

А. Использование визуально-образного мышления.

Различные типы тестов связаны с различными вариантами перевода информации из одной формы представления в другую:

- текст - рисунок;
- текст - формула;
- текст - текст;
- рисунок - формула;
- рисунок - рисунок;
- формула - формула.

Например, с помощью матрицы вида «формула - формула», ученик сопоставляет два объекта, заданные формулами.

В матрице вида «текст - рисунок» ученик получает вербальную информацию, связанную с пространственными, графическими объектами или геометрическими фигурами и телами. Вербальная информация о ситуации автоматически вызывает про-

странственные представления. Используемые в тесте рисунки с одной стороны подтверждают возникшие у ученика гипотезы, помогают быстрее ориентироваться в ситуации и делать заключения о верности ответа, а с другой стороны, если подобные воображения не возникли, рисунок играет роль подсказки, дает понять, каков должен быть ответ.

В матрицах вида «рисунок – рисунок» содержится концентрированно графическая информация. Такие тесты представляют собой одну из самых сложных разновидностей тестов, так как вербальная информация сокращена до минимума и ученику при выполнении теста требуется неоднократно переводить информацию с одного языка на другой, кроме того, все эти мыслительные операции ученик должен проделать в уме. Тесты этого вида очень полезны и эффективны.

Б. Алгоритмическая деятельность.

Выделены следующие типы матричных тестов:

- решение уравнений;
- тип «оператор»;
- тип «установление отношений порядка»;
- вычисления.

Суть теста «Оператор» заключается в установлении функциональной зависимости между объектами. Совершая умственные операции, ученик устанавливает соответствие между заданными объектами.

Тесты на установление отношения порядка и на вычисления используются для проверки, тренировки элементарных приемов вычислений и операций сравнения.

В. Логико-дедуктивное мышление.

Выделены два типа матричных тестов:

- «импликация»;
- «объект–свойство».

Тип «импликация» требует соединить фразой «Если ..., то ...» некоторые условия. Перед тем, как ответить на очередной вопрос, ученик анализирует ситуацию, обобщает и конкретизирует заданную ему информацию. В процессе выполнения задания ученику предоставляется возможность самостоятельно делать выводы, искать и находить логические взаимосвязи различных объектов.

В тестах типа «объект – свойство» требуется установить связи между указанным объектом и свойствами, которые его характеризуют.

Такое предъявление информации способствует систематизации объектов и их свойств. Восприятие единого целого «объект – свойство» способствует тому, чтобы установить ассоциативные связи объекта с описывающими его свойствами.

Г. Речь и символика.

Выделяются следующие типы матричных тестов:

- переформулировка и синонимия;
- классификация.

Тесты первого типа помогают вырабатывать у учащихся умения «узнавать» объекты, в какой бы формулировке они ни задавались – словесной, графической или аналитической. Тесты второго типа также тесно связаны с распознаванием. При изучении новых понятий такие тесты тренируют способность правильно пользоваться речью и символикой.

Д. Организация продуктивной деятельности. Использование нестандартных задач в матричных тестах развивает способность ориентироваться в новой ситуации, способность к обобщению, сообразительность, самостоятельность, самоконтроль. В целом это дидактическое средство обеспечивает развитие творческих способностей учащихся и, тем самым, гарантирует их продуктивную деятельность.

Программные модули типа «Матричный тест» представляют с нашей точки зрения яркий пример «не бумажного» дидактического средства. Действительно, несмотря на то, что матричные тесты получили положительный отзыв учителей даже в бумажном варианте, регулярная работа с ними требует постоянного воспроизводства раздаточного материала, что требует существенных затрат, учитывая характер работы с тестами. Компьютерный вариант тестов обладает высокой эффективностью, благодаря возможности создавать большие банки тестов без материальных затрат и индивидуализировать самостоятельную работу учащихся.

Самостоятельные и контрольные работы.

Самостоятельные работы.

Компьютеризация комплексов задач этого класса представляет интерес только с позиции повышения эффективности работы учителя по составлению многовариантных самостоятельных работ. Поэтому кратко остановившись на операционной среде модуля, представляемой ученику, мы перейдем к более подробному описанию операционной среды учителя.

Операционная среда ученика состоит из вызова указанной учителем самостоятельной работы по каталогу и ввода ответов.

Операционная среда учителя позволяет выполнять следующие действия:

- просмотр множества однотипных объектов и выбор объекта, относительно которого формулируется задание;
- просмотр различных заданий, относящихся к данному объекту и выбор задания;
- просмотр различных эквивалентных переформулировок задания и выбор одной из них;
- компоновка самостоятельной работы;
- работа с каталогами самостоятельных работ.

Пример. Рассмотрим множество квадратных трехчленов:

$$\begin{array}{lll} y = x^2 + 2x - 3 & y = 2x^2 - x - 1 & y = x^2 + 2x + 1 \\ y = x^2 - x & y = x^2 + 1 & y = x^2 + 3x + 4 \end{array}$$

$$y = -\frac{1}{2}x^2 + x - \frac{1}{2}$$

С каждым из этих объектов можно соединить одно из следующих заданий:

- найти корни квадратного трехчлена;
- найти минимум квадратного трехчлена;
- найти область значений;
- найти промежутки знакопостоянства;
- найти промежутки монотонности.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РЕЖИМА НАПОЛНЕНИЯ
МОДУЛЯ "САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА"

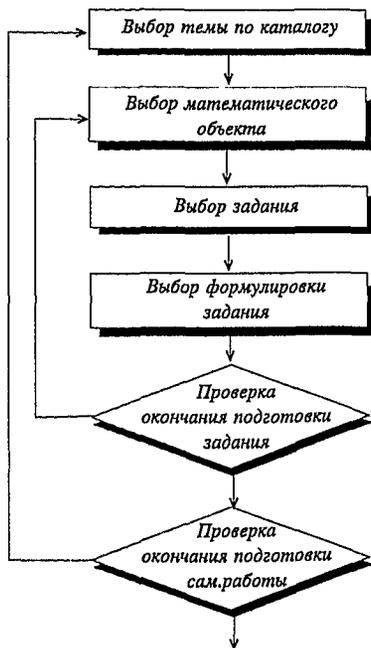


Рис. 38

Каждое из следующих заданий может иметь несколько переформулировок, связанных с различными формами представления объекта и различными «языками» формулировки задания.

Например, различные переформулировки задания «Найти корни квадратного трехчлена $y = x^2 + 2x - 3$ ».

Геометрическая: «Найти точки пересечения параболы $y = x^2 + 2x - 3$ с осью абсцисс».

Механическая: «Точка движется по прямой по закону $x(t) = t^2 + 2t - 3$. Найти моменты возвращения в начало координат».

Алгебраическая: «Квадратный трехчлен $y = x^2 + 2x - 3$ разложен на множители $y = (x - a)(x - b)$. Чему равны a и b ?»

Арифметическая: «Если к удвоенному числу прибавить его квадрат, то получим три. Каким могло быть исходное число?»

Нестандартная геометрическая: «Найти абсциссы точек пересечения параболы $y = x^2$ и прямой $y = -2x + 3$ ».

Визуальная среда модуля позволяет использовать различные поля на экране с целью удобной компоновки заданий самостоятельной работы (рис. 38).

Контрольные работы

Контрольные работы, в отличие от самостоятельных, охватывают более крупные блоки учебного материала, и направлены не только на проверку усвоения обязательного объема знаний, умений и навыков, но также на оценку развивающей функции обучения.

Комплексы задач, относящиеся к контрольным работам сюжетного типа, характеризуются тем, что серии задач различной тематики и содержания группируются вокруг относительно сложного (по сравнению с самостоятельной работой) объекта, на котором учащийся должен продемонстрировать комплексное владение знаниями по данной теме. В отличие от самостоятельной работы, где объекты стандартны, подбор объектов для контрольных работ требует педагогического мастерства, вкуса, опыта. Поэтому наполнение учебного модуля «Контрольная работа» характеризуется тем, что формулировки заданий не являются независимыми от объектов, как это было для самостоятельных работ. Вследствие этого операционная среда учителя состоит из просмотра каталога объектов и выбора из него формулировок заданий, связанных с этим объектом.

Типы каталогов и, тем более, списки каталогов могут быть с легкостью дополнены самим учителем в соответствии со своими потребностями и вкусами. Использование каталогов различ-

ных типов позволяет на основе готовой серии заданий компоновать не только многовариантные контрольные работы, но и многоуровневые.

Программные модули «Самостоятельная работа» и «Контрольная работа» не предоставляют ученику никаких новых операционных возможностей в сравнении с «бумажным» вариантом, однако, существенно меняют структуру работы учителя при подготовке к уроку. Разумная организация хранения структурных единиц этих работ позволяет учителю за существенно более короткое время подготовить большое количество вариантов работ, отличающихся не только количественными признаками (значениями числовых параметров), но и качественно (за счет использования эквивалентных формулировок). Таким образом, использование предложенных модулей позволяет, во-первых, рационализировать труд учителя, во-вторых, улучшить параметры составляемых им дидактических материалов с позиции развития личности обучаемого.

1. 4. Использование специфических возможностей компьютера.

Использование компьютера позволяет строить дидактические среды, основываясь на оригинальной методической идее новыми средствами представления знаний.

Рассмотрим реализацию этой идеи на примере создания графического средства для формирования умений по алгебре и анализу. Средство основано на идее многовариантного представления объекта. В данном случае это представление объекта различными параметрическими семействами.

В целом идея перехода от одного представления к другому имеет гностическое значение и реализует парадигму обучения «познать – значит найти такое представление проблемы, в котором ее решение будет очевидным».

Операционная среда обсуждаемого средства состоит из выбора параметрического семейства и задания параметров. Визуальная среда состоит из операций «стирания» графика заданной функции (полного или частично-пунктирного). Как будет показано ниже, этих операционных и визуальных средств достаточно для того, чтобы организовать учебную деятельность по следующим вопросам:

- распознавание графиков элементарных функций,
- переход от одного представления функции к другому,
- выделение линейной части функции,
- нахождение корней уравнений,
- нахождение асимптот графика функции,
- тождественные преобразования алгебраических выражений,
- решение дифференциальных уравнений,
- нахождение функции обратной данной,
- нахождение производных и первообразных.

На базе манипулятора «График функции» можно построить комплексы задач, имеющие признаки тренажера.

Традиционно комплексы задач тренажерного типа состояли из заданий вычислительного характера. Возможности машинной графики позволяют широко использовать графические представления математической информации как средство концептуализации предметных знаний. Появляется возможность расширить класс тренажеров. Приводимый нами пример графического тренажера показывает принципиальную возможность наличия таких тренажеров и методические особенности их применения.

Краткая характеристика графического тренажера:

- основан на инструментальном средстве построения графиков функций;
- обеспечивает визуальный контроль правильности решения;
- поддерживает продолжительную инициативную деятельность учащихся;
- допускает использование в качестве учебной игры.

Операционная среда модуля обеспечивает:

- выбор тренажера,
- предъявление текста задания,
- ввод ответа (выбор нужной функции или семейства функций с последующим вводом значений параметров),
- выбор режима работы из следующего меню: «стирание»,

«семейства», «функции», «подсказка», «полоса», «выход» и выполнение соответствующих операций.

Визуальная среда модуля обеспечивает:

– создание графического образа ответа (демонстрация графика неизвестной функции в системе координат с указанным масштабом, графика в немасштабной системе, графика без системы координат, графика с подсказкой об аналитическом виде функции и т.п.),

– визуальный контроль правильности ответа (стирание пунктиром части графика, в случае совпадения введенной функции с функцией, график которой изображен на экране), (в тренажере имеется несколько режимов стирания, подробнее о них будет рассказано далее),

– количественную оценку решения (указание процента стертых точек, количества попыток, затраченного времени),

– предъявление текста задания, меню режимов, вспомогательной информации.

Модуль включает в себя:

– список тренажеров,

– меню режимов работы,

– визуальную и количественную информацию о правильности решения.

Описание характера работы с графическим тренажером

Работа с тренажером определяется целевой установкой «сотри график». Стираемый график выбирается из предлагаемого набора функций или семейств.

В программе реализованы несколько режимов стирания: стирание полосы (над линией, под линией, симметричной относительно линии), стирание графика функции (сплошное или пунктирное).

Учет времени работы, количества попыток, процента стертых точек подталкивает обучаемого к поискам правильного ответа. Запись промежуточных результатов позволяет организовать соревнования.

Структура и функционирование программного средства

При запуске программного средства обучаемый попадает в первое меню, где выбирает главу, с которой будет работать (выбор производится клавишами управления курсором – «стрелками», окончание выбора – клавиша «ввод»).

После выбора главы обучаемый попадает во второе меню, в котором перечислены названия тренажеров по данной теме. Выбор тренажера осуществляется так же как выбор темы. Возможен возврат в первое меню.

После выбора тренажера обучаемому демонстрируется текст задания. При его прочтении нажатием любой клавиши обучаемый переходит к первому заданию. Кадры всех заданий устроены однотипно.

В верхней части находится строка подсказки. Левую часть экрана занимает график искомой функции. В правой части – инструментальное меню. Выбирая в нем (клавишами управления курсором) нужную строку меню, обучаемый попадает в один из шести режимов работы: «стирание», «семейства», «функции», «подсказки», «полоса», «выход».

Установив режим «функция» или «семейство», ученик выбирает ответ, который фиксируется при выходе из данного режима (клавишей «ввод»).

Переводом указателя меню в режим «стирание» и нажатием клавиши «ввод» осуществляется запуск программы – стирание вдоль графика выбранной функции, учет результатов и вывод их на экран.

В режиме «подсказка» демонстрируется текст задания.

В режиме «полоса» происходит выбор типа стираемой полосы (сверху линии, снизу линии, симметрично относительно линии).

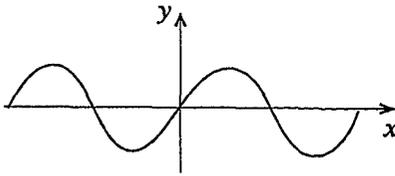
В режиме «выход» программа запрашивает подтверждение и, если таковое получено, заканчивает выполнение очередного задания и осуществляет переход к следующему.

В верхнем правом углу и нижнем левом помещается вспомогательная информация: вверху – масштаб по осям, внизу – результаты решения.

Результаты хранятся программой до окончания решения текущей задачи.

Приведем некоторые сюжеты, на основе которых могут быть построены серии упражнений с графическим тренажером.

СЮЖЕТ 1. По графику определить аналитический вид функции (рис. 39).



- 1) $y = \sin x + 1$
- 2) $y = \sin x \cdot \cos x$
- 3) $y = \cos x - \sin x$
- 4) $y = \sin(x - \frac{\pi}{4})$
- 5) $y = \sin^2 x + \cos^2 x$

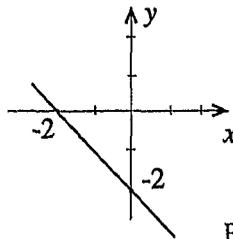
Рис. 39

При выборе функции происходит стирание вдоль выбранного графика.

СЮЖЕТ 2. Уравнение прямой (рис. 40).

Найти коэффициенты в каждом из уравнений, описывающем заданное множество точек, изображенное на рисунке.

При правильном подборе коэффициентов в одном из уравнений стирается пунктиром четверть всех точек графика. При правильном решении всех четырех заданий будет стерт весь график.



- 1) $y = ax + b$
- 2) $x = ay + b$
- 3) $ax + by + c = 0$
- 4) $xa + yb = 1$

Рис. 40

СЮЖЕТ 3. Уравнение касательной (рис. 41).

Выбирая подходящие прямые и «удобные» полосы, стереть график функции на указанном промежутке за наименьшее число попыток.

Для стирания удобно выбрать касательные в корнях функции. Стирание в точках перегиба правильно делать симметричными полосами. Стирание выпуклых частей графика – «нижними» полосами, вогнутых – «верхними» полосами.

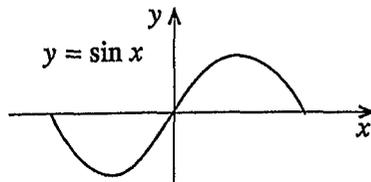


Рис. 41

СЮЖЕТ 4. Корни уравнений (рис. 42).

Определить все прямые, заданные тригонометрическим уравнением.

Система координат на экране не демонстрируется. При правильном нахождении корня прямая стирается.

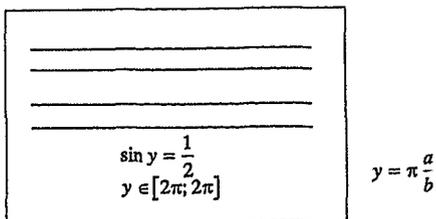


Рис. 42

СЮЖЕТ 5. Асимптоты (рис. 43).

Выбирая подходящие прямые и удобные полосы, стереть график функции.

График подобран так, что основная часть стирается прямыми, являющимися вертикальными асимптотами.

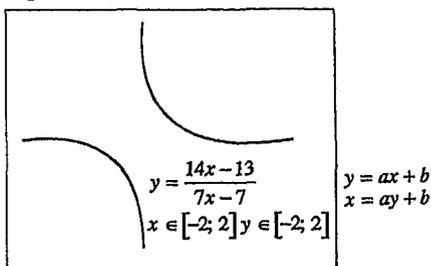


Рис. 43

СЮЖЕТ 6. Найти все параболы, составляющие график функции (рис. 44).

Правильный ввод уравнений четырех парабол последовательно стирает соответствующие части графика.

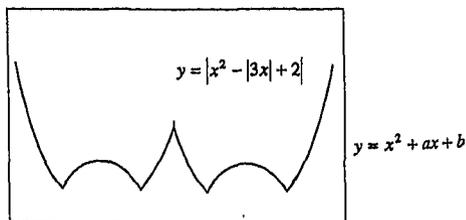


Рис. 44

СЮЖЕТ 7. Действия со степенями (рис. 45).

Приведите функцию к указанному виду.

Правильное приведение к указанному виду и выделение коэффици-

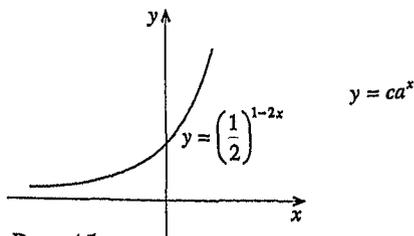


Рис. 45

ента и основания степени приводит к стиранию изображаемого графика функции.

СЮЖЕТ 8. Преобразование суммы тригонометрических функций в произведение (рис. 46).

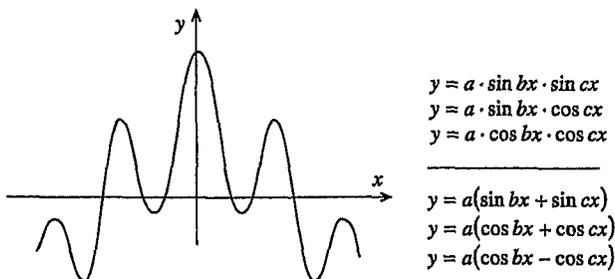


Рис. 46

Определите задание функции произведением и суммой тригонометрических функций.

При правильном задании функции произведением тригонометрических функций, пунктиром стирается половина точек графика, при правильном задании суммой – пунктиром стирается оставшаяся часть графика.

СЮЖЕТ 9. Обратная функция (рис. 47).

Найти обратную функцию, если она имеет указанный вид.

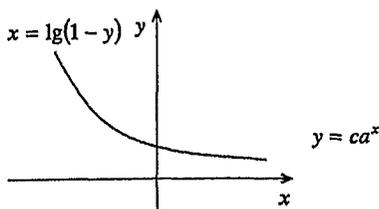


Рис. 47

СЮЖЕТ 10. Найти функцию, являющуюся решением указанного дифференциального уравнения (рис. 48).

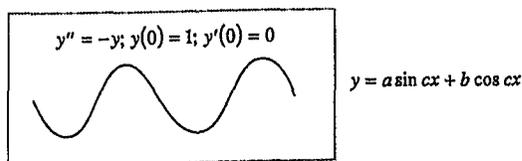


Рис. 48

СЮЖЕТ 11. Первообразная (рис. 49).

По виду функции определить ее первообразную, которая имеет указанный вид.

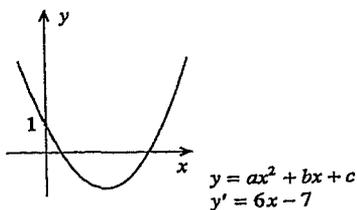


Рис. 49

Таким образом, на этом примере мы видим следующие этапы построения дидактического средства, основанного на специфических свойствах компьютера:

- 1) *описание операционной среды* (параметрическое описание функции, построение и стирание графика);
- 2) *дидактическая проработка*: поиск новых форм представления знания, для которых самостоятельная работа в среде обеспечит овладение знанием (типы задач);
- 3) *наполнение*: переработка задач под построенную среду.

1. 5. Перенос предметной среды

Выше были рассмотрены учебные модули, построенные по аналогии с комплексами задач. Каждый из этих модулей связан с простой программной оболочкой, определяющей способ предъявления учебной информации. Характерным является полная независимость программного средства от предметного содержания комплекса задач. Это является положительным фактором при переносе соответствующих готовых дидактических материалов, но представляет опасность неквалифицированного наполнения.

Предотвратить несодержательное наполнение программных оболочек можно, если сделать операционную среду модуля предметно-содержательной.

Это означает, что действия осуществляются не с абстрактными экранными окнами, а с предметными объектами. Тем самым, операционная среда должна включать в себя содержательные операции с этими объектами и операции, связанные с наглядным представлением этих объектов.

Таким образом, если комплексы задач позволяют структурировать дидактические материалы, то предметные операционные среды структурируют действия с предметными объектами и, тем самым, реализуют деятельностный подход к обучению.

Манипуляторами мы будем называть учебные модули, в основе которых лежит предметно-содержательная операционная среда.

В отличие от комплексов задач и соответствующих им компьютерных аналогов, описание манипуляторов не требует описания ограничений на используемые в них объекты, поскольку эти ограничения естественным образом определяются предметной средой манипуляторов. Более того, если комплексы задач связаны с некоторой методической установкой и появились как результат концентрации методического опыта, то манипуляторы являются средством поддержки определенных видов предметной деятельности учащихся. Манипуляторы, таким образом, полифункциональны и могут быть использованы как для демонстрации свойств математических объектов, так и для выполнения различных операций с объектами. С каждым манипулятором связан комплекс учебных задач, причем задачи в момент использования манипулятора известны только в общих чертах и создание каждого нового модуля-манипулятора дает импульс методическому творчеству учителя, позволяет реализовать его опыт в новой операционной среде. Отметим, что манипулятор строится на эффективном использовании основных функций компьютера: визуальном предъявлении информации, ее преобразовании и обработке.

Использование манипуляторов в обучении математике открывает новые возможности для организации продуктивной деятельности учащихся.

Во-первых, манипуляторы привносят в учебный процесс дух эксперимента: учащийся получает возможность наблюдать, анализировать, строить гипотезы, планировать эксперимент, обобщать результаты. Таким образом, *манипуляторы создают базу для индуктивного подхода к обучению.*

Во-вторых, регулярное использование манипуляторов вырабатывает способность ориентироваться в новой ситуации, обеспечивает значительную самостоятельность в работе учащихся и возможность самоконтроля. В совокупности эти признаки характеризуют прикладную направленность мышления и ориентацию на развитие творческих способностей учащихся.

Разберем несколько примеров, связанных с развитием идеи использования манипуляторов по ходу совершенствования вычислительной техники.

Микрокалькуляторы

Появление микрокалькулятора (МК) в учебном процессе в свое время имело значительный методический резонанс. Основные проблемы были связаны с использованием калькуляторов в начальных классах, поскольку операционная среда простейшего МК – это среда, позволяющая совершать арифметические операции с небольшими целыми числами. Традиционные методики формирования арифметических навыков оказались уязвимы в этих новых условиях. В настоящее время проблему можно считать решенной: разработаны новые методики, расширяющие класс рассматриваемых арифметических задач и отличающиеся от традиционных индуктивным характером и поисковой направленностью. Таким образом, мы наблюдаем тенденцию к содержательно-

му использованию предметных операционных сред в преподавании. Использование калькуляторов в такой же функции в старших классах школы возможно, если их операционная среда содержит операции вычисления значений элементарных функций (инженерные калькуляторы).

Поскольку операционная среда инженерных МК является адекватной только для рациональных чисел, представимых небольшим числом десятичных знаков, содержательные задания для таких манипуляторов могут быть связаны только с приближенными вычислениями.

Пример 1. Анализ структуры приращений функции $y = x^2$ в точках, близких к единице.

Учащимся предлагается вычислить на микрокалькуляторе значение функции $y = x^2$ в следующих точках: 1; 1.001; 1.002; 1.003; 1.004. Внимание учащихся обращается на структуру результатов. Например, при возведении 1.003 в квадрат на индикаторе появляется следующее число: 1.006009.

Таким образом, при увеличении аргумента на 0.003 приращение функции равно 0.006009. Она очевидно разбивается на две части, 0.006 + 0.000009, первая из которых существенно больше второй (почти в 1000 раз) и называется главной частью приращения. Анализируя значения функции в других точках, вместе с учащимися составляется таблица.

Аргумент x	Приращение аргумента функции $\Delta x = dx$	Приращение функции Δy	Главная часть приращения функции dy
1.001	0.001	0.002001	0.002
1.002	0.002	0.004004	0.004
1.003	0.003	0.006009	0.006
1.004	0.004	0.008016	0.008

Сравниваются приращения аргумента и главной части приращения функции. Внимание учащихся обращается на линейную зависимость между ними: $dy=2dx$. Полученная линейная функ-

ция называется дифференциалом функции $y=x^2$ в точке $x=1$. Нетрудно получить и дифференциалы в других точках, например, рассматривая значение функции в точках 2; 2.001; 2.002 и т. д., формулу для дифференциала в точке $x=2$: $dy = 4 dx$. Сравнивая эти формулы, формулируется гипотеза относительно вида дифференциала в любой точке.

Интересно, что используя особенности операций с числами в микрокалькуляторе, можно добиться автоматического отбрасывания «неглавной» части приращения для данного случая. Для этого надо рассмотреть значения функции в точках 1.00001; 1.00002; 1.00003 и т. д.

Мы рассматриваем МК как простейший манипулятор, операционная среда которого состоит из арифметических действий с небольшими целыми и некоторыми рациональными числами и приближенного вычисления значений элементарных функций для этих чисел.

Появление даже таких простых манипуляторов оказало существенное влияние на характер методического обеспечения обучения математике. Некоторые традиционные методики оказались под угрозой. С другой стороны, появление МК вызвало активность в составлении новых классов задач. Появились новые виды учебной деятельности. Характерными компонентами этой деятельности стала ее индуктивный характер и поисковая направленность. Выяснилось, что эффективность манипулятора определяется тем, насколько хорошо соответствует его операционная среда сфере его применения.

Программируемые микрокалькуляторы.

Появление программируемых микрокалькуляторов (ПМК) совпало с введением информатики в программу школьного обучения. При этом информатика в основном рассматривалась как обучение программированию. Основное внимание было уделено к использованию ПМК для составления простейших про-

грамм, обучению основам алгоритмических языков и программирования. Тем самым, идет о том, чтобы рассматривать ПМК как манипуляторы не получила должного внимания. С другой стороны, в инженерных кругах активно происходил процесс накопления пакетов прикладных программ для ПМК. Создавались различные операционные среды прикладного характера, на возможность использования которых в учебном процессе обратили внимание совсем недавно [Н2]. Отметим еще одно направление использования ПМК, которое получило разработку в работе [П8]. В этой работе рассматривается использование моделей физических явлений для организации самостоятельной поисковой деятельности учащихся, приводящих к формированию важных математических понятий и умений. Такое использование ПМК позволяет рассматривать соответствующие средства как манипуляторы, имитировать эксперименты с физическими моделями. Рассмотрим примеры таких манипуляторов.

Пример. Исследование функции в прикладном сюжете.

В качестве примера мы представим один из прикладных сюжетов, приведенный в работе [П8].

Программа в ПМК моделирует движение шарика, который подпрыгивает, ударяясь раз за разом о поверхность стола. Исходно шарик находится на некоторой высоте, затем его подбрасывают вверх, он поднимается, падает, ударяется о поверхность стола, поднимается снова (уже на меньшую высоту) и т.д. В процессе движения на шарик действует только сила тяжести, если не считая момента удара. С помощью манипулятора учащиеся могут определить высоту центра шарика в различные моменты времени. По существу учащиеся оказываются в роли экспериментаторов, которые обрабатывают результаты своих наблюдений. Работа делится на два этапа.

1. Учащиеся проводят серию экспериментов и получают ряд численных значений зависимости высоты шарика над поверхностью стола от времени. На основе этих данных строятся графики зависимости.

2. Учащиеся определяют различные величины, связанные с описанным выше опытом: начальную высоту шарика над поверхностью стола, радиус шарика, начальную скорость, момент первого падения, наибольшую высоту, на которую поднимается шарик, момент полной остановки шарика и т.п. Учащимся предлагается ответить и на более сложные вопросы: определить скорость, с которой шарик первый раз падает на стол, скорость, с которой он после этого отскакивает, написать уравнения зависимости высоты от времени на различных этапах движения шарика.

На данном этапе исследования учащиеся анализируют график зависимости высоты от времени, строят теоретические модели, выдвигают гипотезы, которые подтверждаются экспериментальной проверкой с помощью ПМК.

Приведенные выше примеры организации учебной деятельности школьников демонстрируют, что ПМК можно рассматривать как средство создания специализированных манипуляторов. Операционная среда этих манипуляторов – вычисление значений функции, заданной программой.

Использование ПМК в качестве манипуляторов оказалось целесообразным на двух направлениях:

- 1) использование пакетов прикладных программ в лабораторных работах;
- 2) использование моделей физических явлений для формирования важных математических понятий и методов.

Расширение возможностей технических устройств, а, соответственно, и расширение операционной среды позволило воплотить новые методические находки и обогатить спектр видов деятельности учащихся.

Следует отметить, что использование ПМК для создания манипуляторов сдерживалось практическим отсутствием визуальной среды, т.е. удобного и привычного представления всей, связанной с задачей, информации.

Школьные персональные компьютеры.

Персональный компьютер (ПК), так же как и ПМК, до сих пор рассматривался большинством методистов и учителей как средство обучения информатике. Трудно перечислить все причины этого явления, в качестве основных назовем отсутствие удовлетворительной внешней памяти, ненадежность сетей, нехватку вычислительной техники, неготовность преподавателей, отсутствие надежных методик и соответствующего программного обеспечения. В то же время школьный ПК дал широкие возможности для создания ряда содержательных манипуляторов с такими фундаментальными объектами школьного курса математики как число, вектор, функция, фигура и т. д. Существенным преимуществом школьного ПК, по сравнению с вышеперечисленными средствами, стал графический монитор и внешняя память, что позволило создавать манипуляторы с развитой визуальной средой. Под словами «развитая визуальная среда» мы понимаем возможности представления и оперирования с графическими образами математических объектов, не имеющие аналога в традиционных дидактических средствах. Основным элементом визуальной среды манипулятора является интерактивная машинная графика. Среди всех возможностей ее использования в преподавании отметим следующее: существенное увеличение объема графической информации, предоставляемой обучаемому, визуализация математических объектов их свойств, преобразований, передача инициативы учащемуся в процессе знакомства с математическими объектами.

Пример 1. В предыдущих параграфах были описаны прикладные сюжеты по физике [П18]. Рассмотрим устройство универсальной оболочки для использования этих сюжетов при реализации исследовательского подхода в обучении.

Универсальная оболочка объединяет весь необходимый инструментарий для работы с сюжетом и позволяет работать с ним с следующих режимах.

1. Режим «Справка». В этом режиме учащийся получает доступ к описанию сюжета и текстам заданий.

2. Режим «Эксперимент». В этом режиме вводятся новые значения параметров, демонстрируется динамическая иллюстрация исследуемого явления и вводятся ответы.

3. Режим «Таблица». В этом режиме демонстрируется таблица результатов проведенных экспериментов и вводятся ответы на вопросы сюжета.

4. Режим «График». В этом режиме демонстрируется графическое представление накопленной в таблице информации.

В тех режимах, где осуществляется ввод ответов, имеется возможность вызова калькулятора, то есть программы, позволяющей быстро произвести обработку числовых результатов.

Пример 2. Реализация идеи манипуляторов в компьютерной интегрированной системе обучения математике «DIAMATH», созданной в Институте продуктивного обучения.

Система предназначена для проведения занятий по математике в средних учебных заведениях с использованием IBM-совместимых компьютеров. Для работы с системой от пользователя (учителя или ученика) не требуется специальной подготовки в области программирования.

Одной из частей системы являются манипуляторы. Система содержит следующие манипуляторы:

- «Демонстратор».
- «График функции».
- «Квадратичная функция».
- «Таблица значений».
- «Производная».
- «Тригонометрический круг».
- «Предикат».

Каждый манипулятор предоставляет ученику ряд возможностей, – своих для каждого манипулятора. Во всех манипуляторах есть стандартные команды, связанные с редактированием информации:

1. Получение справки о командах манипулятора и др.
2. Выбор числовой функции из заранее подготовленного каталога: реализуется вводом номера этого каталога, последующим выбором из него функции (в режиме меню) и переносом формулы, задающей эту функцию, в соответствующее окно основного состояния манипулятора.

3. Вызов на экран заранее подготовленного текста: реализуется вводом номера этого текста.

4. Вызов на экран заранее подготовленной иллюстрации.

5. Очистка текстового и графического окон.

6. Запись / чтение текущей функции / иллюстрации в буфер / из буфера; в буфере может храниться только одна функция и/или одна иллюстрация. Информация в буфере сохраняется при переходе из одного манипулятора в другой.

Каталоги, тексты и иллюстрации являются общедоступными, то есть не приписаны заранее к тому или иному манипулятору.

1. Манипулятор «Демонстратор».

Предназначен для вывода на экран заранее подготовленной текстовой и/или графической информации. Активное окно в верхней части экрана служит для записей (памяток). К управляющим командам этого манипулятора (помимо указанных выше стандартных команд) относится команда запуска сеанса.

Реализуется вводом номера сеанса. Сеанс представляет собой автоматическое выполнение компьютером серии команд демонстратора и/или манипуляторов (вызовов текстов, иллюстраций и т.д.) по заранее заготовленному сценарию.

2. Манипулятор «График функции».

Предназначен для манипулирования с графиками функций одной переменной. Функции вводятся в обычной нотации или выбираются из каталогов. На экране сохраняется информация о пяти последних построенных графиках. Помимо основной (текущей) функции f , манипулятор позволяет работать (строить графики и т.д.) и со второй функцией g , в определении которой может участвовать функция f (например, $g(x) = f(x+1)$; $g(x) = f(f(x))$, и т.д.). Помимо стандартных управляющих команд, в манипуляторе имеются следующие возможности:

- построение графика функции (текущей, т.е. определяемой в активном окне);

– увеличение/уменьшение масштаба иллюстрации в 2 раза; при этом в графическое окно вводится только график текущей функции;

– преобразования графика функции: сдвиги (влево, вправо, вверх, вниз), растяжения/сжатия (в горизонтальном или вертикальном направлении), симметрии (отражения относительно осей координат).

3. Манипулятор «Квадратичная функция».

Предназначен для манипулирования с квадратичными функциями. Функции описываются путем ввода коэффициентов или выбираются из каталогов. К специализированным управляющим командам этого манипулятора относятся следующие:

- переход к вводу следующего коэффициента (по кругу);
- вычисление значения функции в заданной точке;
- построение графика текущей квадратичной функции;
- изменение масштаба (границ по x и по y);
- вычисление характеристик текущей квадратичной функции (корни, дискриминант, координаты вершины параболы).

4. Манипулятор «Таблицы значений».

Предназначен для манипулирования с таблицами значений функции одной переменной.

Манипулятор представляет следующие возможности:

- вычисление значений функции в точках (построение таблицы);
- изменение параметров, определяющих набор значений аргумента (начального значения и шага);
- запоминание текущей таблицы (перенос текущей таблицы в правую часть экрана – для последующего сравнения);
- очистка текстовых окон;
- сдвиг по таблице вниз (перелистывание вперед);
- сдвиг по таблице вверх (перелистывание назад).

5. Манипулятор «Производная».

Предназначен для работы с функциями одной переменной. Помимо стандартных управляющих команд, в манипуляторе имеются следующие возможности:

- построение графика функции, определяемой в активном окне;
- вычисление значений функции и ее производной в точке, а также ряд вспомогательных величин (приращение функции, сред-

ную скорость роста на интервале и пр.);

- построение графика производной;
- построение касательных и секущих;
- увеличение/уменьшение масштаба иллюстрации в 2 раза.

6. Манипулятор «Предикат».

В манипуляторе «Предикат» осуществляется проверка высказывания. Существуют два типа высказываний: 1) предикат, 2) высказывание о возрастании или убывании функции. Для типа проверки «да/нет» необходимо вводить логическое выражение от x , для проверки возрастания, убывания, области определения функции следует вводить функцию от x . Ответ иллюстрируется изображением промежутков на числовой оси.

Итак, управляющие команды «Предиката»:

- выбор типа проверки (да/нет, возрастание, убывание, функция определена);
- построение графика (изображение промежутков на числовой оси);
- смена типа высказывания (предикат от x , возрастание функции, убывание функции, область определения функции);
- ввод значений граничных точек рисунка по числовой оси;
- увеличение/уменьшение масштаба изображения.

7. Манипулятор «Тригонометрический круг».

Предоставляет возможность управления движением точки по окружности в положительном и отрицательном направлении.

К специальным управляющим командам этого манипулятора относятся:

- вычисление значений синуса, косинуса, тангенса;
- нанесение на рисунок (тригонометрический круг) сетки углов;
- смена единицы измерения углов (в долях π , градусах, радианах);
- движение точки по окружности в положительном/отрицательном направлении на шаг;
- смена величины шага для движения.

Таким образом, в системе «DIAMATH» объединены основные манипуляторы с функциями, причем связь между манипуляторами осуществляется посредством использования общих каталогов функций и буфера для передачи функций от одного манипулятора к другому.

Выводы

1. Организация дидактических материалов на основе жесткого структурирования и типологизации позволяет конструировать информационную среду учебного процесса на их основе. Обеспечивается это тем, что при достаточно жестких требованиях на структуру дидактических материалов их функции в учебном процессе определяются не столько содержанием, сколько структурой.

2. Компьютерное моделирование инструментальных средств позволяет объединить в одно информационное пространство различные виды инструментальных средств, как-то: модели информационных, технических, физических инструментов.

3. Жестко структурированные дидактические комплексы допускают естественный перенос в электронную (компьютерную) форму и использование в рамках единой информационной среды.

При этом сохраняется информационная среда обучаемого, но у учителя появляется набор средств для конструирования сред, организации процесса обучения. Тем самым повышается технологичность обучения.

4. Использование компьютера как средства моделирования позволяет непосредственно моделировать предметную среду обучения. Создание учебных модулей на основе этих средств автоматически предотвращает формализм усвоения т.к. и учитель, и ученик работают не с обозначениями понятий, а фактически с самими понятиями (их имитационными моделями).

5. Специфические возможности компьютера, такие как динамическая графика, интерактивность, быстродействие, память большой емкости позволяют использовать в создании информационной среды новые, специфически компьютерные средства и приемы.

§ 2. Конструирование визуальной среды обучения

Постоянно действующим инструментом ученика и учителя является текст учебника, который предусматривает выполнение определенных требований: четкость и точность, полнота и доступность, непротиворечивость и т. д.

Специфика изложения учебного материала должна определять знание вида тех или иных понятий, умение выделять их среди множества объектов различной природы, навыки оперирования ими, понимание как эти операции осуществляются, и еще, к тому же, как решать разнообразные задачи. Однако, обеспечение этих умений, знаний и навыков весьма проблематично по многим причинам.

Начнем с того, что довольно часто при изложении теоретического материала иллюстрации помещаются произвольно, где-то в стороне, и сопровождаются указаниями типа: «см. рис. №... ». Будет ли учащийся, читая достаточно скучный и трудный текст, листать книгу в поисках этого рисунка? Нередки случаи, когда рядом с этим рисунком размещены другие, относящиеся либо к задачам, либо к иному фрагменту основного текста. Это также не способствует лучшему восприятию.

Обратимся к естественной практике человеческого развития. Ребенок сначала выделяет из окружающей среды некий предмет, многократно рассматривает его, повторяя за родителями его наименование, а потом уже переходит к самостоятельному устному его обозначению. Алгоритм «сначала вижу – потом говорю» заложен в человеческой психике со сроком действия гораздо более значительным, чем мы его учитываем. У нас сначала описание – затем изображение, и по «объему» описания значительно превосходят визуальную информацию, тем самым еще увеличивая разрыв в восприятии.

Ожидать получения хороших результатов обучения при подобном невнимании к визуальному восприятию было бы по меньшей мере наивно. Прислушаемся к Арнхейму: «...мышление – это большей частью визуальное мышление ... Да, есть невизуальный, абсолютно автоматический способ решения задач, в случае если имеются все необходимые данные. Именно так, не прибегая к помощи зрительных образов, действуют компьютеры. Результаты, близкие к автоматической обработке, может дать и человеческий мозг, соответствующим образом обученный или находящийся под давлением каких-то сил, лишаящих его способности к самостоятельному творчеству ...» [Аб, с. 162].

Актуальность проблемы формирования визуальной среды обучения с одной стороны напрямую связана со все более расширяющейся компьютеризацией школы, с появлением новых, достаточно доступных и удобных инструментов для работы учителя и ученика. Новые инструменты обучения требуют нового подхода как к самому процессу обучения, так и к способам изложения учебного материала. Кроме того, простое перенесение учебных тестов в оболочки обучающих программ было бы непростительной ошибкой, имеется еще ряд причин, по которым это становится невозможно. Одна из них – это сама среда, возникающая на экране монитора и накладывающая особые требования к представлениям учебной информации.

Словесное выражение образной информации момент очень важный, но трудный не только с точки зрения восприятия ее данными учащимися. Он сложен и для составителей соответствующих текстов (учебников, учебных пособий, справок на экране компьютера и т. д.). В связи с этим в качестве одной из центральных проблем мы выдвигаем соотнесение текста со зрительным образом. Насущность этой проблемы диктуется современными условиями. Красочные телевизионные программы, широ-

кая и красочная реклама, разнообразные компьютерные игры (хотим мы этого или нет) формируют новый «акцент в мышлении» школьника – работа зрения становится все более и более определяющей. Естественно, что в связи с этим неизмеримо возрастает роль специальных моделей представления учебной информации, по природе своей предназначенных для зрительного восприятия ее содержания. Такие модели мы здесь называем визуальными.

2.1. Наглядное изложение теоретического материала

Представим материалы, главным назначением которых является анализ структуры и элементов учебной информации и формирование стандартных зрительных образов. Первая модель – информационная тетрадь – является «компьютерной интерпретацией» теоретической части курса школьного предмета.

Информационная тетрадь – это серия визуальных блоков (страниц, листов), выстроенных в определенной последовательности и по смыслу тесно связанных между собой. Тетрадь разбивает процесс овладения темой на отдельные шаги, выделяющие каждый поворот мысли. Причем для каждого из них может быть найден свой способ визуально–схематического отражения как его содержания, так и его связи с предыдущим материалом.

Страница (лист) информационной тетради является наименьшим шагом в изложении теории. Учитель имеет возможность обогатить ее содержание дополнительными сведениями.

Сообщение, излагаемое на странице, должно быть невелико, что позволит **ученику**:

- сопоставив слово и образ, понять происхождение термина до введения строгого определения понятия (рис. 50);
- вывести теоретическое положение и усвоить все необходимые переходы в практическом применении изучаемого правила;



Рис. 50

- проследить за преобразованиями слова, образа и формулы;

- усвоить специальную терминологию (рис. 51);

- запомнить принятые обозначения и т. д. (рис. 52).

учителю:

- проследить за реакцией ученика на конкретном этапе изучения материала;

- поставить вопросы, проверяющие усвоение каждого шага.

Каждая тетрадь – это не просто набор листов, в ней есть общая идея. Она раскрывается постепенно, используя все виды предъявления учебной информации. Сначала, как правило, вводятся чувственно воспринимаемые знаковые компоненты понятия или его свойства, затем осуществляется переход на абстрактный уровень.

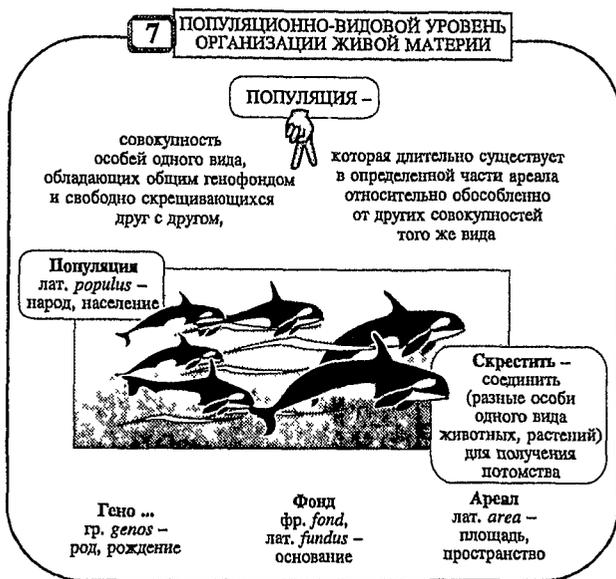


Рис. 51

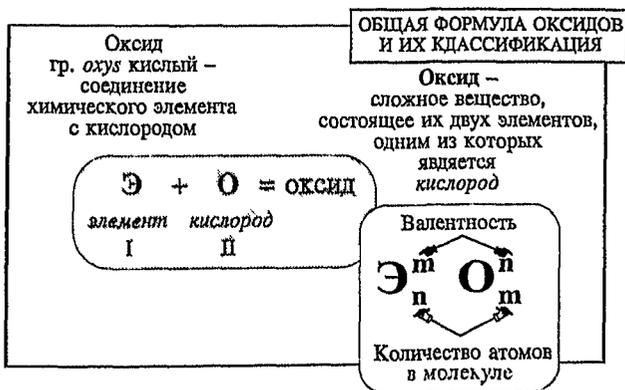


Рис. 52

Приведем пример – фрагмент информационной тетради «Расстояния на плоскости в координатах» (планиметрия) [P1]. Данная тетрадь посвящена формированию понятия расстояния между двумя точками плоскости, заданных своими координатами. Главным здесь является сопоставление образа и слова.

Страница 1 (рис. 53,верху)

На этой странице представляется возможность восстановить в памяти известным учащимся представления о четвертях и полуплоскостях прямоугольной системы координат. Материал разбит на три самостоятельных блока. Отдельные фрагменты каждого из них снабжены соответствующими терминами—наименованиями (I четверть, верхняя полуплоскость и т. п.).

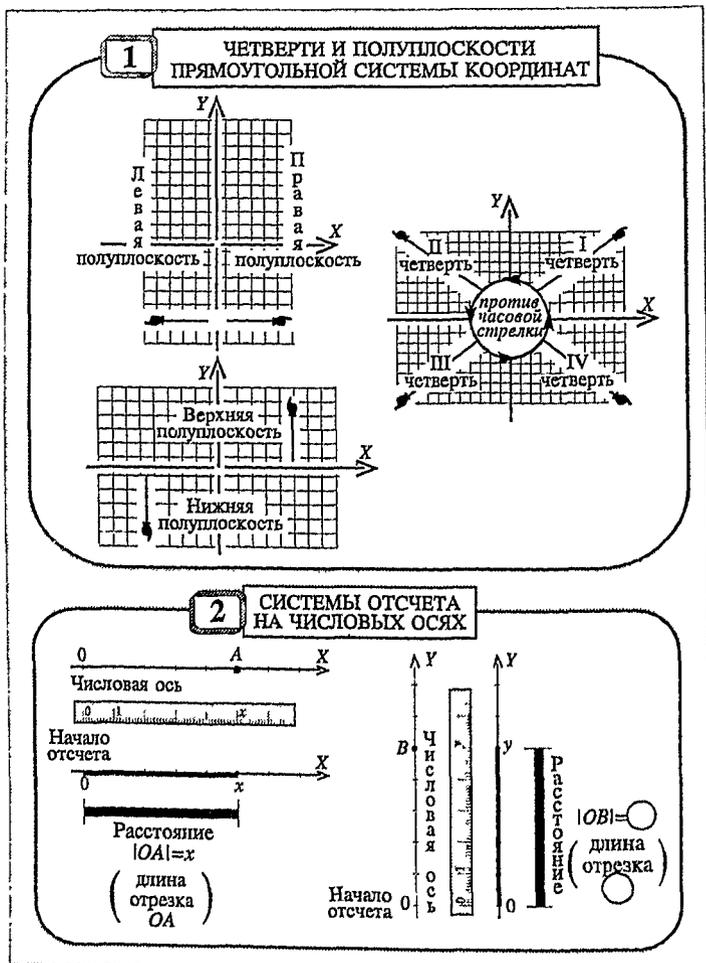


Рис. 53

Содержание страницы максимально сконцентрировано на важном обстоятельстве – четверти и полуплоскости прямоугольной системы координат рассматриваются (отчитываются, именуется) в строгом порядке по определенным правилам. Разбор (зрительный анализ) данной информации занимает минимум времени, так как она достаточно наглядна и невелика по объему (содержанию).

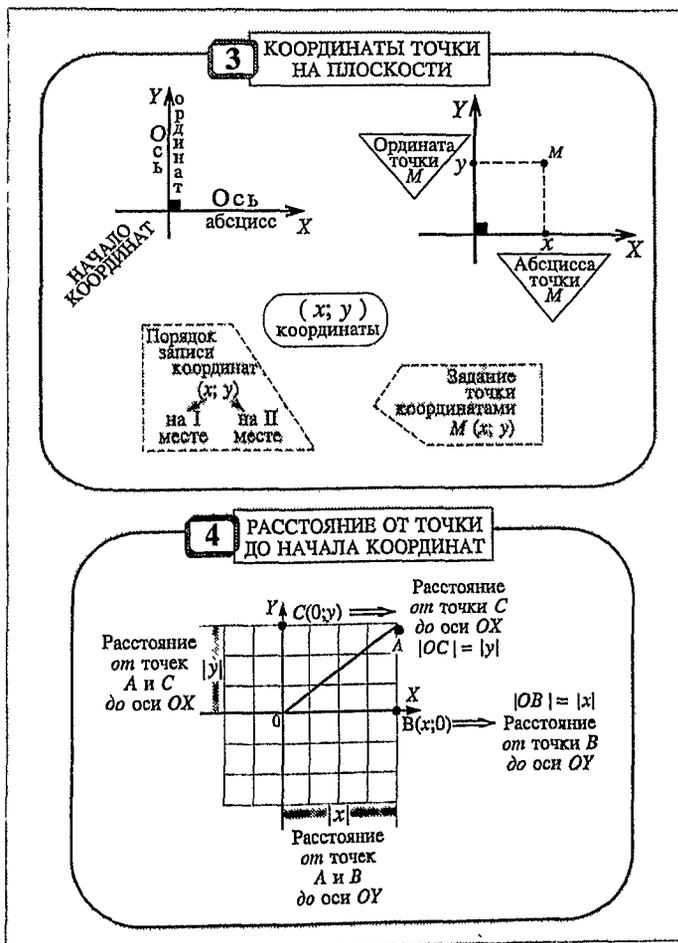


Рис. 54

Страница 2 (рис. 53, внизу).

На второй странице визуально представлены следующие факты:

- 1) числовая ось, начало и направление отсчета на числовой оси;
- 2) измерение отрезка числовой оси;
- 3) представление расстояния от заданной точки до начала отсчета;
- 4) формульная запись этого расстояния.

Одновременно идет восстановление навыков – предусмотрительно решение элементарной задачи – восстановить отсутствующие элементы информации.

Страница 3 (рис. 54, вверху).

Материал третьей страницы посвящен чрезвычайно важному обстоятельству. Ученик должен иметь возможность как можно чаще сопоставлять образ, формулу и термин.

Страница 4 (рис. 54, внизу)

Страница вмещает большой объем информации: систему координат на плоскости, геометрическое представление абсциссы и ординаты точки в этой системе, порядок записи – формульное представление того же факта. Полезно предложить учащимся локальную задачу, изменяя какой-либо блок или оставив незаполненным отдельный фрагмент.



Рис. 55

Страница 5 (рис. 55)

Кульминационный момент: составляется формула расстояния между точками плоскости в координатах. Здесь же дается визуальная и текстовая подсказка – формула расстояния выводится на основе теоремы Пифагора.

Толчок к началу мыслительной деятельности ученика может осуществляться по-разному: напрямую, наводящим вопросом, сравнением или аналогом. Мы предлагаем компьютерный вариант такого толчка – специальную подсказку, анализируя содержание которой, ученик самостоятельно «добывает» для себя необходимые сведения.

Информационная схема – это специальная таблица, позволяющая восстановить или обобщить необходимые знания. Она состоит из блоков, каждый из которых посвящен отдельному фрагменту учебной теории, и использует три способа предъявления знаковой информации (рисунок, текст и формулу), что позволяет быстро ориентироваться в ее содержании.

Главными (новыми) элементами, характеризующими предлагаемые нами схемы, являются следующие.

1. **Содержательная насыщенность.** Схема может содержать теоретический материал большого раздела, соединять сведения из разных тем. Ее можно многократно использовать при ознакомлении, изучении или повторении материала.

2. **Соединение различных средств.** По сравнению с обычными текстами увеличивается эффективность предъявления визуальной информации: разбиение на 4-6 самостоятельных блоков, использование четкой словесной информации (заголовка, надписи), цветовые и графические выделения, специальное оформление формульных выкладок, перевод с наглядно-образного языка на язык символов.

3. **Отделение главного от второстепенного.** В центре, как правило, располагаются зрительные образы, адекватно отражающие «главный случай»; необходимые исключения из общих правил переводятся на периферию зрительного восприятия.

Динамичность при воспроизведении. Схема должна позволять ученику при ее воспроизведении менять те объекты, которые изображают изучаемые переменные (числа, функции, геометрические фигуры и т. п.), сохраняя ее общую структуру (рис. 56).

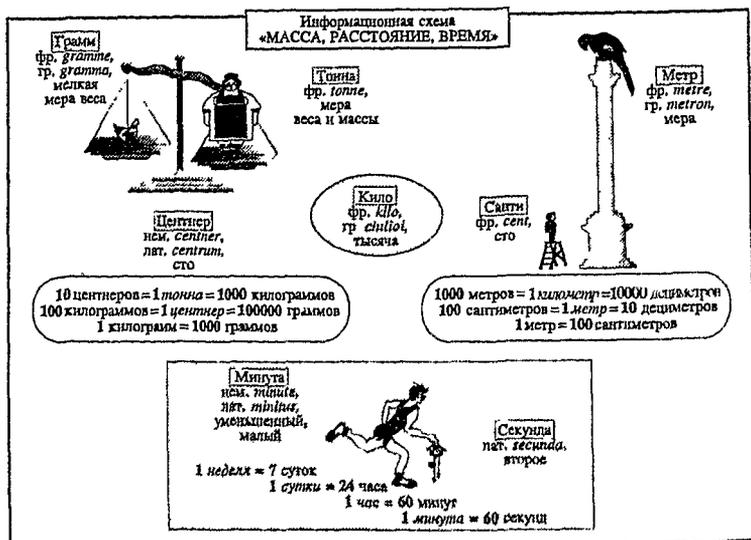


Рис. 56

Разберем с указанных позиций схему «Чтение графика функции», посвященную одному из центральных вопросов курса — исследованию поведения функции по ее графику (рис. 57, вверху). В ней отмечены: область определения и множество значений, точки нулевых значений и экстремумов, участки знакопостоянства и монотонности. Сюда включены все данные, необходимые для грамотного и достаточно полного анализа геометрического способа задания функциональной зависимости.

Специальное расположение отдельных блоков позволяет учащимся перейти от исходных позиций (области определения и множества значений — верхние блоки) к обнаружению сведений, заложенных в центральном и нижних блоках. Центральный фрагмент посвящен визуальному обозначению положения нулей функ-

ции, ее экстремумов, наибольшего и наименьшего значений. Пара нижних графиков задает зрительные ориентиры для исследования функции на монотонность и знакопостоянство.

Данная схема может быть использована для изучения основных характеристик связей между зависимыми и независимыми переменными. Кроме того, ею в качестве визуального алгоритма можно руководствоваться при описании конкретной функции. Например, при решении задачи типа «Исследовать поведение синуса на промежутке от 0 до 2π » эта схема может быть трансформирована в один из многих частных вариантов (рис. 57, внизу).

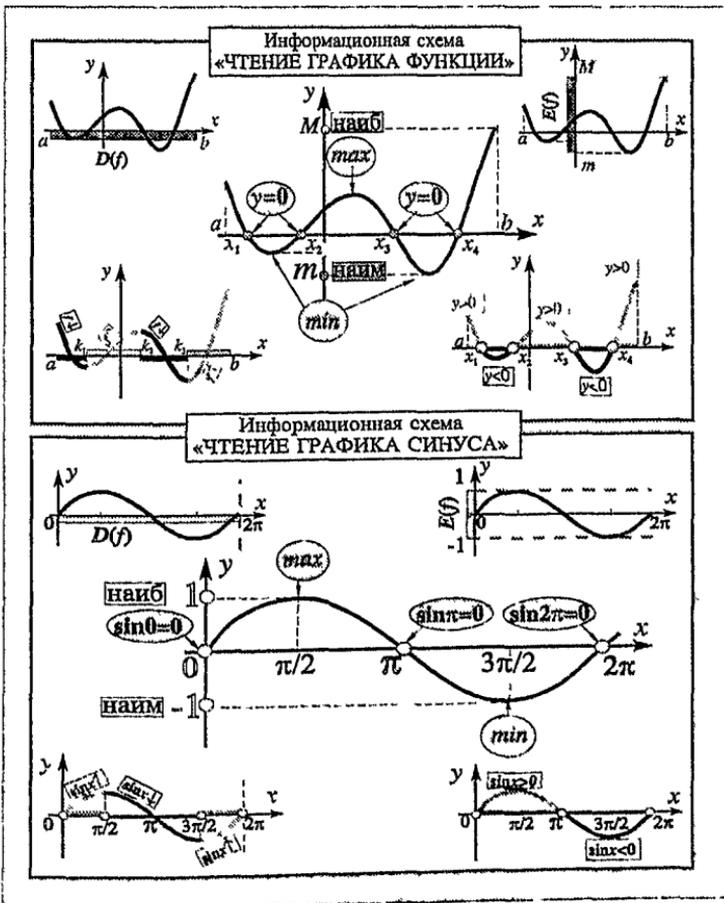


Рис. 57

Тот же принцип сохраняется и при исследовании графика функции, «обогащенной» параметрами. Цвет (оттенки серого) и графическое оформление помогают упорядочить процесс визуального восприятия. К примеру, точки из области определения выделяются одним цветом, участки монотонности и знакопостоянства по цвету совпадают с указанием поведения частей графика. Тут же (соответствующим цветом) дается перевод с «наглядно-образного языка» на «язык формул».

Этот «справочник» достаточно полно отражает главный случай. Действительно, всякого рода «случайности» (точки разрыва и точки перегиба, участки постоянства значений) неявным образом подразумеваются в ее содержании. Схема в каждом конкретном случае позволяет отталкиваться от индивидуальных свойств кривой, сохраняя общую структуру как самих особенностей заданных функциональных зависимостей, так и порядка действий.

Зрительные модели геометрического и формульного характера могут работать как обоснования отдельных фрагментов теории, как материал для создания аналогий, как справочный материал.

Отличия в компоновке (расположении) отдельных блоков одного и того же информационного сообщения помогут:

ученику осознать различие связей между рассматриваемыми объектами и их свойствами;

учителю составить разнообразные «макеты», наиболее соответствующие уровню подготовки класса или его отдельных групп.

Информационная схема может помочь в случаях, когда теоретический материал какого-либо школьного предмета построен на понятиях другого предмета, причем последние еще прочно не освоены или не введены вообще.

Дети, занимающиеся музыкой, сталкиваются с подобными ситуациями на первых же школьных уроках и в подготовительных группах. Различные длительности, структуры мажорного и минорного ладов основаны на понятии дроби. Не меньше про-

блем возникает у учащихся музыкальных школ при знакомстве с основами музыкальной теории. Разработав соответствующую информационную схему и «узаконив» постоянное ее применение, можно помочь воспринять и усвоить понятия на интуитивном уровне (рис. 58).

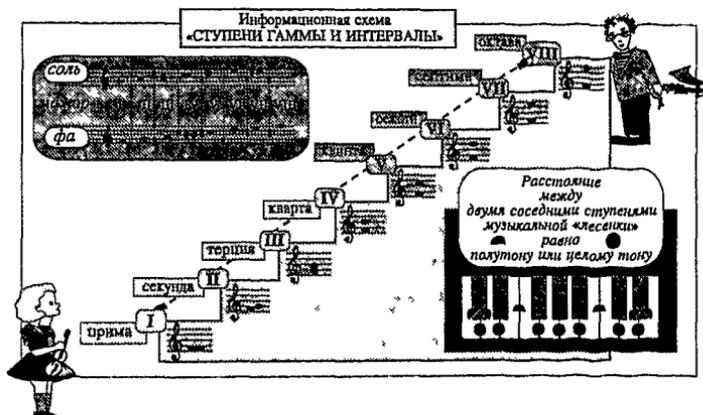


Рис. 58

Содержание информационной схемы можно изучать на определенных этапах по отдельным блокам. Схема учит пользоваться готовым справочным материалом, восстанавливает утраченные знания и навыки, позволяет обобщить практический опыт и, главное, формировать целостное (визуальное) представление о содержании больших разделов курса.

2. 2 Визуальные задачи

Каждый учитель на уроках использует наглядный материал – формулы и чертежи на доске, рисунки и схемы на экране, плакаты и таблицы на стенах, модели и образцы на столах учеников. Первая цель учителя состоит в том, чтобы ученик смотрел на предъявляемые ему зрительные образы (этой цели достичь легко), вторая – чтобы ученик ВИДЕЛ (понимал), что

заложено в этих образах. Культура зрительного восприятия требует такого же длительного и серьезного воспитания, как культура письма и речи.

Считаем необходимым обратить внимание также на следующий чрезвычайно важный момент: «Визуальное мышление неделимо: если не уделять ему достаточно внимания в преподавании или изучении какой-либо конкретной дисциплины, оно не сможет себя проявить ни в какой другой сфере. Самые лучшие намерения учителя биологии будут с трудом восприниматься недостаточно подготовленными учащимися, если те же самые принципы не применяет в работе учитель математики. Необходимо ни больше ни меньше, как смена основных акцентов в обучении» [А5, с. 170]. Такую смену акцента в обучении мы предлагаем осуществить с помощью специальных задач, структура и назначение которых могут быть реализованы при вводе знаковой информации большинства учебных дисциплин.

К каждой странице информационной тетради может быть приложен небольшой банк специальных задач, которые мы здесь называем визуальными. *Визуальной* назовем *задачу*, исходной посылкой которой является некоторый образ. Начальным моментом мыслительной деятельности ученика является определение элементов и анализ его структуры. В ходе решения задачи этот образ развивается, приобретает новые формы, направляющие мыслительную деятельность ученика, дающие ориентиры и подсказки к нахождению правильного ответа.

Обучающие задачи

Предлагая решить стандартную задачу, учитель часто заранее знает, что некоторые его ученики не справятся с ней. Мешают пробелы в знаниях, неуверенность в своих силах, другие неудачи предшествующего обучения. Эти ученики отстают от класса

все больше и больше – им необходима помощь. Помощь требуется и учителю, который вынужден тратить значительные усилия и время, чтобы урок оказался эффективным для всего класса. Для оказания такой помощи нами были разработаны особые задачи: «Посмотрите и найдите» и «Серия».

«*Посмотрите и найдите*» – это задача, данные которой полностью представлены на рисунке. Это самый важный вид визуальных задач, их главный элемент – на его основе формируется структура соответствующей модели. Он положен в основу многих комбинированных дидактических средств, о которых речь пойдет ниже.

Развернутый текст здесь, как правило, отсутствует, а все ориентиры и подсказки сосредоточены на рисунке и в самом вопросе (рис. 59). Несмотря на это, такую задачу можно отнести в ряд «Вопросов», которые были обсуждены в первом параграфе данной главы.

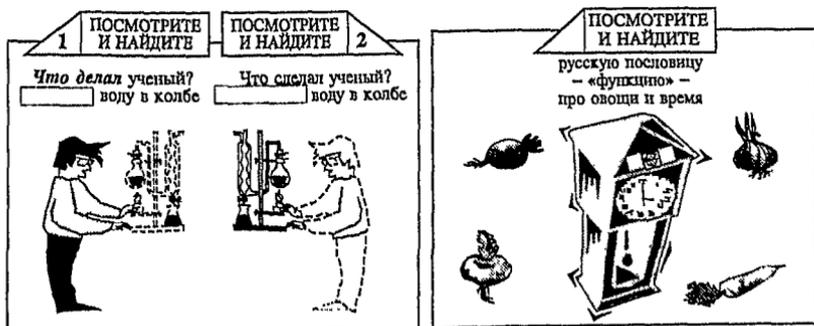


Рис. 59

Рисунок, составляющий основу задачи «Посмотрите и найдите», может «породить» вопросы различного направления и уровня сложности. Главным назначением является формирование навыков анализа структуры зрительного образа, который в ходе решения мысленно или письменно дополняется, либо преобразовывается так, чтобы ответ стал видимым (рис. 60).

Развитие образа может сопровождаться изменением его структуры, специальным выделением деталей, другими «полиграфическими» приемами. Объединение отдельных этапов преобразования рисунка или формулы позволяет сконструировать специальный набор заданий, который мы именуем серией.

Серия – это комплект формул, текстов или рисунков, посвященных визуализации конкретного понятия путем последовательного анализа его элементов, свойств и

связей. Серия состоит из нескольких задач с одним общим условием. Первое задание самое легкое, остальные постепенно усложняются. В предложенной выше классификации данный комплект можно отнести к разряду «Самостоятельной работы», что не исключает помощи учителя отдельным ученикам при возникающих у них затруднениях.

В качестве примера предлагаем серию (рис. 61), посвященную нахождению тангенса угла треугольника (слева). Параллельно *визуально* представлен возможный ход обоснования решения каждой из пяти задач (справа).

Первая задача решается мгновенно, если учащийся знает определение тангенса острого угла прямоугольного треугольника. Поскольку данный треугольник имеет прямой угол, а его катеты равны, то $\operatorname{tg} \angle BAC = 1$ (серия Б, № 1). Во второй задаче треугольник ABC прямоугольный разносторонний. Учащийся должен выделить на чертеже $\angle BAC$, определить длины катетов и, составив требуемое отношение, определить: $\operatorname{tg} \angle BAC$ (серия Б, № 2).

В третьей задаче нахождение тангенса заданного угла связано с цепочкой различных операций. Нужно выделить прямоугольный треугольник, определить в нем заданный угол, вычислить длины



Рис. 60

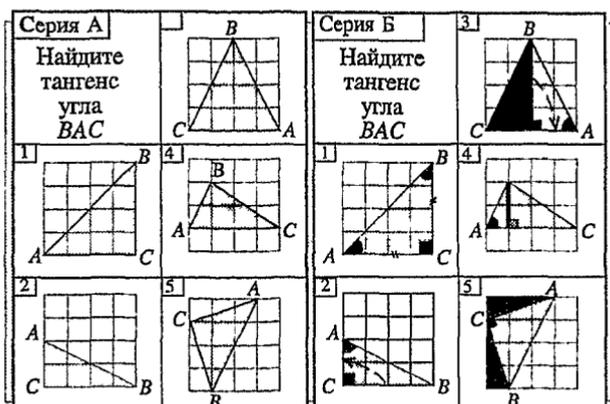


Рис. 61

катетов и найти искомое отношение (серия Б, № 3). Четвертая задача распространяет формируемый алгоритм на случай произвольного разностороннего треугольника (серия Б, № 4). Последнее задание серии самое сложное. Решение его требует определенной догадки: треугольник ABC равнобедренный, а угол при вершине C – прямой (серия Б, № 5).

Серии как единый комплекс (специальное дидактическое средство) можно подразделить на два вида. Серии 1-го вида позволяют проводить обучение в непрерывном режиме. Формирование умений и навыков идет постепенно и максимально последовательно, так как все задачи строго ориентированы на содержание соответствующего теоретического положения. Они вполне посильны ученикам со слабой подготовкой и могут применяться при изучении различных дисциплин, формируя самостоятельность ученика.

Блок серий, представленных ниже (рис. 62), посвящен важному разделу музыкальной теории. Построение различных интервалов от одной и той же ноты, одного и того же интервала от разных ступеней гаммы, определение количественной и качественной величины интервала довольно часто затруднительно для

учеников средних классов музыкальных школ. Акцент на определенном моменте музыкальной грамоты позволит остановиться на особенно трудных «вычислениях» и составить общий алгоритм.



Рис. 62

Серии 2-го вида включают задачи, для решения которых необходимы применение теории из различных разделов и тем, достаточно хорошая техника вычислений (например, в математике и физике), высокий уровень «геометрических» представлений. Обучение ведется в дискретном режиме, поскольку каждое последующее задание может отличаться от предыдущего (например, способом оперирования объектами). Решение таких задач связано с поиском, преобразованием визуальных образов или стандартных формул, извлечением дополнительной информации, позволяющей выйти на правильный ответ.

Выполнение всей серии позволяет сделать собственные обобщения, провести параллели и сформировать индивидуальный подход к решению аналогичных задач и примеров. Учащийся, прежде, чем приступить к исследованиям, вынужден внимательно прочесть каждый вопрос, обдумать его направленность, соотнести его с предлагаемым зрительным образом. Сильные ученики могут справиться с такой задачей устно, мысленно преобразовывая рисунок, восстанавливая недостающие данные и проводя устные вычисления. Ученикам, которым подобные мыслительные действия на данном этапе недоступны или трудны, следует перенести рисунок в тетрадь. Все пропорции, детали, обозначения должны быть сохранены, что позволит свободно оперировать ими для получения правильного ответа. Это весьма важный момент учебной деятельности, от успешности его выполнения во многом зависит правильный ход мысли.

Восстановление утраченных знаний и навыков

В последнее время наблюдается увлечение ряда учителей так называемым «блочным» (или модульным) методом обучения. Отдельный раздел курса (или достаточно объемная его часть) сосредотачивается в программе какой-либо ступени (класса) школы. Через определенное время, после изучения последующих тем курса, полученные знания, умения и навыки «тускнеют», ученики забывают многое из того, что они так тщательно изучали ранее. Требуется время и нужны специальные упражнения, позволяющие в короткие сроки восстановить забытое. Чтобы ускорить этот процесс, мы ввели две специальные задачи – «Тренажер» и «Правильный ответ».

Тренажер – это упражнения, восстанавливающие или формирующие конкретные навыки учащегося. Все составляющие его задания посвящены точно указанному понятию, его свойству или

операции над такими однородными понятиями. Задачи тренажера составляются на основе общего указания и по степени сложности практически не отличаются друг от друга. Их решение как бы «останавливает» ученика, предоставляя ему возможность сосредоточиться на одном образе или действии (рис.63). Примеры тренажера должны быть такими, чтобы их решение обеспечивалось «элементарной» (для данного) этапа мыслительной операцией, не требовало громоздких обоснований, длительных рассуждений и преобразований. Устное решение задач является необходимым условием, нарушение которого значительно снизит действие данного средства обучения. Подобные упражнения можно широко применять тогда, когда утраченные знания и навыки мешают усвоению материала или формированию алгоритма.

1 Т р н а ж е р	Переведите и допишите окончание глагола в множественном числе настоящего времени	2 Т р н а ж е р
<p><i>sammeln</i> <i>schmücken</i></p> <p><i>sammel</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>schmück</i> <input type="checkbox"/></p>	<p>wir</p> 	<p><i>pflanzen</i> <i>pflücken</i></p> <p><i>pflanz</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>pflück</i> <input type="checkbox"/></p>
<p><i>sammel</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>schmück</i> <input type="checkbox"/></p>	<p>ihr</p> 	<p><i>pflanz</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>pflück</i> <input type="checkbox"/></p>
<p><i>sammel</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>schmück</i> <input type="checkbox"/></p>	<p>sie</p> 	<p><i>pflanz</i> <input type="checkbox"/></p> <p><i>pflück</i> <input type="checkbox"/></p>

Рис. 63

КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ

Ниже представлен тренажеры, посвященные теореме Пифагора (рис. 64).

На конкретном учебном материале учащиеся получают возможность восстановить умения: возведение чисел в квадрат и извлечение квадратного корня из числа, действия с обыкновенными и десятичными дробями и т. д. Одновременно в сознании учащихся объединяются геометрические и алгебраические интерпретации факта: формула есть инструмент к определению элементов плоских фигур, характеристики которых можно описать числовыми отношениями.

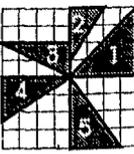
Т р е н а ж е р	1 Вычислите квадрат длины гипотенузы прямоугольного треугольника, если квадраты длин его катетов равны 1 9 ; 16 2 1/4 ; 1/9 3 1/3 ; 1/5 4 5/2 ; 1/5 5 2/3 ; 5/4	2 Найдите длину гипотенузы прямоугольного треугольника, если квадраты длин его сторон равны 1 1/4; 1/4; 1/2 2 1/4; 1/9; 13/36 3 3/4; 7/8; 13/8 4 1/4; 1/9; 13/36 5 4/9; 9/14; 97/36	3 В прямоугольном треугольнике a и b катеты, c гипотенуза. Вычислите длину катета b , если известно, что равны 1 $a^2 = 9$; $c^2 = 25$ 2 $a^2 = 1$; $c^2 = 25/16$ 3 $a^2 = 1/25$; $c^2 = 1/9$ 4 $a^2 = 1/16$; $c^2 = 1/9$ 5 $a^2 = 1/25$; $c^2 = 1/16$	Т р е н а ж е р	4 Вычислите периметр прямоугольного треугольника, если длины его катетов равны 1 1 ; 1 2 3 ; 4 3 2 ; 3 4 1/2 ; 1/3 5 1/3 ; 1/4
Т р е н а ж е р	5 Δ_1 2 Δ_2 3 Δ_3 4 Δ_4 5 Δ_5	Найдите длину гипотенузы треугольника 	Найдите площадь треугольника 6 Δ_1 1 Δ_1 2 Δ_2 3 Δ_3 4 Δ_4 5 Δ_5		

Рис. 64

Правильный ответ – это задача с заранее представленными ответами, сформированная по модели известных во всем мире психометрических тестов. Основным отличием этих задач от «Матричных тестов» является наличие «прямого действия» – представлен только один образ или словесное описание конкретного объекта, следовательно перебор вариантов ответа значительно сужается (рис. 65).

МОРСКАЯ КАРТА

Меридианы (долгота)

Параллели (широта)

ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ		ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ	
Меридианы направлены на	Параллели направлены на	Координатами точки земной поверхности в географии и в астрономии называются	
А	С — Ю	А	величины, определяющие положение точки на плоскости
Б	З — В	Б	величины, определяющие положение точки на небесной сфере
В	СВ — ЮЗ	В	широта, долгота и высота данной точки над уровнем моря
Г	СЗ — ЮВ	Г	широта, долгота и высота данной точки над земной поверхностью

Рис. 65

Главное назначение данной задачи в образовании техники перевода – учащийся должен сопоставить исходный образ. текст или формулу с предлагаемым списком вопросов.

Во многих случаях вопрос к задаче «Правильный ответ» заменяется на указание типа: «Вычислите», «Укажите пропущенную букву», «Решите и найдите ответ», «Завершите высказывание» и т. д. Сопоставления и аналоги парных заданий данного вида, дают богатую пищу для мышления учащихся (рис. 66). Данная задача особенно удобна для быстрого восстановления теоретических знаний и легко может быть составлена на основе определений, аксиом и теорем.

На рисунке изображены пять мальчиков. Какое из следующих утверждений неверно?



Вася Петя Алик Витя Коля

ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

А	Витя - самый высокий	☠	Гидроксиды, растворимые в воде – это щелочи	☠
Б	Алик и Коля одинакового роста			
В	Алик выше Пети	А	Zn(OH) ₂ , NaOH, Cu(OH) ₂ , KOH, Al(OH) ₃	
Г	Вася – самый маленький	Б	Ba(OH) ₂ , NaOH, Ca(OH) ₂ , LiOH, KOH,	
Д	Петя ниже всех остальных	В	Ba(OH) ₂ , Cu(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ , Fe(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ ,	
		Г	Al(OH) ₃ , Zn(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ , KOH, Fe(OH) ₂ ,	
		Д	Ba(OH) ₂ , LiOH, Cu(OH) ₂ , KOH, Fe(OH) ₃	

Рис. 66

Текущий контроль

Проверка домашних заданий, самостоятельных и контрольных работ занимает у учителя много времени, так как содержание их достаточно объемно. Он не всегда успевает вовремя сообщить и проанализировать результаты, дать рекомендации. Задержка в оценке работы ученика довольно часто отрицательно сказывается на его отношении к предмету, снижает мотивы обуче-

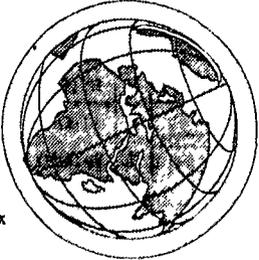
ния, формирует безразличное отношение к собственным успехам. Мы предлагаем задачи, специально предназначенные для текущего контроля и имеющие существенную особенность: время выполнения и проверки их сведено к минимуму. Первую из них по предложенной выше классификации можно отнести к разряду «Вопросов» и рассматривать как альтернативный вариант задачи «*Посмотрите и найдите*». Вторая была детально обсуждена выше и фигурировала под наименованием «Матричный тест».

«*Посмотрите и запишите*» («*Посмотрите и определите*») – это задачи, построенные на основе единого образа. Пять вопросов задают режим исследования его свойств или правил оперирования ими в заданной ситуации. Задачи «Посмотрите и запишите» («Посмотрите и определите») направлены на анализ образа, исследование его свойств, формирование навыков последовательного исследования объекта (рис. 67).

2 ОЗООНОВАЯ ДЫРА

Атмосфера Земли содержит тонкий слой газа, называемый **озоновым слоем**, который не пропускает на Землю вредоносные излучения Солнца

Газ фреон, входящий в любую аэрозольную упаковку, использующийся в холодильниках и изоляционных материалах, содержит особые вещества, которые разрушают озон



ПОСМОТРИТЕ И ОПРЕДЕЛИТЕ



1	что такое озоновая дыра
2	какова причина возникновения озоновой дыры
3	как образуется озоновая дыра
4	как влияет озоновая дыра на здоровье человека
5	могут ли жители Земли остановить рост озоновой дыры

Рис. 67

Характерным отличием этих задач является специальный набор указаний. Порядок вопросов может быть организован так, чтобы предыдущий содержал дополнительную информацию к последующему (рис. 68). Однако отвечать на вопросы задачи ученик может и в произвольном порядке.

ПОСМОТРИТЕ И ОПРЕДЕЛИТЕ

А	самую большую группу инструментов симфонического оркестра
Б	ударные инструменты
В	клавишные инструменты
Г	инструмент оркестра, имеющий самый большой диапазон
Д	духовые деревянные инструменты, отсутствующие на данной схеме

Рис. 68

Тест – это упражнения, позволяющие констатировать усвоение учащимися конкретного навыка, знание понятия, умения применять его свойства.

Тест, как и тренажер, имеет единое общее указание. Конкретные задачи теста составляются так, чтобы поиск ответа к ним не требовал больших выкладок, громоздких вычислений и длительных рассуждений. Примеры теста могут составляться так, чтобы не только задания, но и ответы к ним представляли специально организованную последовательность формул, рисунков или текстов (рис. 69).

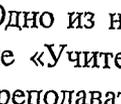
Тест	Неустойчивое положение	Быстрое движение	Плохое освещение	Неудобное положение	Неправильное расстояние	
Определите возможную причину близорукости 	Тест Найдите девушку, сшившую себе кофточку					
						
						
						
						
						

Рис. 69

Одно из назначений теста – образование обратной связи в системе «Учитель – ученик». Анализируя ответы своих учеников, преподаватель сможет констатировать их успехи в понимании, усвоении изученного материала.

«Лишний» ответ позволит избежать подгонки решения последнего задания под оставшееся неиспользованное отношение, заставит сделать определенный выбор (рис. 70).

КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ

Тест	Существительное	Местоимение	Глагол	Наречие	Предлог	Числительное	Прилагательное	
Определите часть речи	Тест	Там	Деревья	Бросил	Три (число)	Их	Бросать	Дерево
three	Найдите значение слова							
tree								
there	three	Найдите транскрипцию слова	θri:	tri:z	tri:	двѣ	θги:	θгои:
their	tree							
throw	there	three						
threw	their	tree						
trees	throw	there						
	threw	their						
	trees	throw						
		threw						
		trees						

Тест	Для каждого слова найдите						Тест
	его перевод			его транскрипцию			
Новый	Нет	Знать	Знал	Сейчас	[пѡ]	[пѡи]	[пѡи:]
					пѡ		
					пѡѡ		
					пѡѡѡ		
					кѡѡ		
					кѡѡѡ		

Рис. 70

Тесты можно широко использовать как обучающее средство – решая его примеры, ученик может разобраться в тонкостях определенной операции, подготовиться к восприятию теоретического положения, усвоить новый алгоритм действий (рис. 71).

Тест	Посмотрите и определите: кто всех	быстрее	длиннее	легче	умнее	Тест
20	 СЛОП					Определите количество прямоугольных треугольников, входящих в состав фигуры 
25	 МУХА					
36	 БО					
50	 ВОРОНА					
100	 СТРИЖ					
		Найдите равные числа				Тест
		$\sin 45^\circ$	$-\sin 45^\circ$	$\cos 45^\circ$	$-\cos 45^\circ$	
	$\sin 135^\circ$					
	$\cos 135^\circ$					
	$\sin (-45^\circ)$					
	$\cos (-45^\circ)$					
	$\sin (-135^\circ)$					

Рис. 71

2. 3. Комбинирование визуальных дидактических средств

В условиях средней школы, где разные предметы ведутся разными учителями, инструментом *продуктивного обучения* может стать определенная технология. Мы предлагаем один из возможных ее вариантов – визуальную технологию обучения, которая основана на комплексе учебных знаний, накопленных человечеством, *визуальных способах* их предъявления, *визуальных технических средствах* реализации передачи этих знаний, а также на психолого-педагогических приемах *использования и развития визуального мышления* в процессе обучения.

Термин «визуальная технология обучения» вводится нами как один из альтернативных вариантов «педагогической технологии», в основу определения которой положено понятие педагогической технологии, предложенное В. М. Монаховым [М4, стр. 11]. «Педагогическая технология – это радикальное обновление инструментальных и методологических средств педагогики и методики при условии сохранения преемственности в развитии педагогической науки и школьной практики». Подтвердим «документально» действенность и правомерность нашего выбора.

Одним из главных условий развиваемой нами визуальной технологии обучения явилось «сохранение преемственности в развитии педагогической науки и школьной практики». Визуальные задачи могут заполнить «белые пятна», существующие в современной методической литературе.

Структурные и содержательные связи визуальных задач очевидны. Их можно отразить в единой схеме (рис. 72). Данная схема наглядно представляет не только основные этапы обучения во всех возможных взаимосвязях, но и возможные применения визуальных задач на каждом из таких этапов. Действительно, любая из рассмотренных выше задач может быть применена в

обучении, восстановлении знаний, умений и навыков, текущем контроле и конечной проверке.

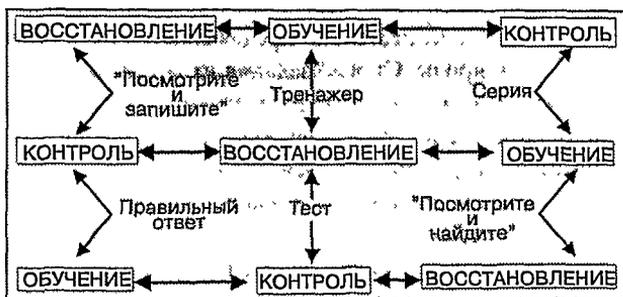


Рис. 72

Визуальные задания обладают весьма существенными достоинствами. Выбрав конкретную задачу, учитель может уже по ее типу определить, какую сторону мышления своих учеников он намерен формировать (совершенствовать) в ходе ее решения. Совместные исследования заменяют монолог учителя, вовлекая учеников в активный мыслительный процесс. Разбор рисунков и формулы позволяют придерживаться единого темпа. Если слабый ученик что-либо не увидит или не поймет, то ему поможет сильный товарищ, или же сам преподаватель обратит внимание на возникший пробел.

Естественным развитием банка визуальных моделей является комбинированное дидактическое средство, названное нами матрицей, описание которого мы здесь и в заключительном параграфе проведем достаточно полно и подробно.

Матрица – это специальное комбинированное дидактическое средство, реализующее различные функции обучения. Многоплановость матрицы кроется в структуре, позволяющей применять ее в различных режимах и, в зависимости от целей и способов преподавания, учитывать потребности разноуровневого обучения предмету.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД

В предлагаемом варианте матрица представляет собой таблицу из шести строк и шести столбцов (рис. 73). В верхнем левом углу таблицы находится заголовок, очерчивающий круг вопросов, которым посвящено ее содержание. Под заголовком в левом крайнем столбце последовательно предъявляются пять объектов одной и той же природы. Способ задания их может быть различным: краткое словесное описание, перечень соответствующих формул, различные геометрические образы. Построение столбца ведется по принципу серии: каждая последующая «модель» несколько сложнее для восприятия и анализа, чем предыдущая. В верхней строке таблицы записываются конкретные условия, определяющие ту задачу исследования, которую определяет соответствующий столбец матрицы.

По своему строению матрица похожа на тест, но требует отдельного решения каждой задачи, как серия. «Рабочее поле» (5x5) содержит, таким образом, 25 задач. Этот вариант может быть изменен путем варьирования количества строк или столбцов.

МАТРИЦА	Вопросы к задачам				5-й вопрос к задаче 1
ЗАГолоВОК					↓ Ответ
1-я задача					
Конкретные у д е л а ч и	Решения и ответы				

МАТРИЦА	Для каждой пары чисел определите звездочку так, чтобы				
СРАВНЕНИЕ ДРОБНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ	первое число стало в два раза больше второго	первое число стало на 2 единицы меньше второго	сумма чисел оказалась равна двум	разность чисел оказалась равна двум	произведение чисел оказалось равно единице
$\frac{5}{2}$ и *					
(*-1) и $\frac{1}{2}$					
$\frac{3}{*}$ и $\frac{1}{2}$					
$\frac{*+1}{4}$ и $\frac{1}{2}$					
3 и $\frac{1}{*}$					

Рис. 73

Решения можно оформлять в виде ответов в клетке, соответствующей задаче.

Ценность обучающих матриц достаточно велика. Общий сюжет позволяет сосредоточиться на определенном объекте. Разнообразный список вопросов дает возможность выработать необходимый алгоритм действий при исследовании этого объекта. Постепенно усложняющийся образ понятия позволяет учитывать потребности разноуровневого обучения с одной стороны и возможность постоянного и постепенного развития умений и навыков с другой (рис. 74).

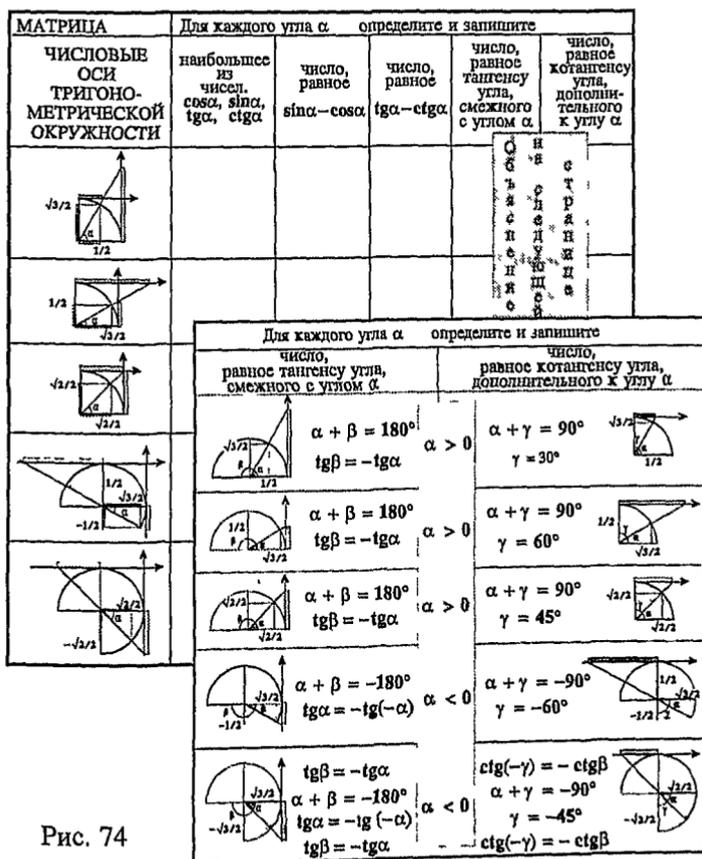


Рис. 74

В режиме обучения матрицы могут быть оснащены различного рода подсказками – информационными схемами или их блоками, визуальными указаниями к отдельной задаче, банком ответов.

Совершенно очевидно, что уровень поддержки ученика должен быть чрезвычайно гибким. Сильным ученикам достаточно напомнить соответствующее правило или просто указать на ошибку, и она будет исправлена. Однако не все могут воспринять это правило «на слух» – многим необходим разбор и анализ решения аналогичного примера. Слабые ученики, как правило, оказываются в ситуации «потери» необходимых (для решения примера) знаний, умений и навыков и требуют значительной методической и психологической поддержки.

Весь банк матриц можно организовать и рассортировать таким образом, чтобы учитель мог проследить линию какой-либо темы, развитие понятия и действий над ним в целом в структуре курса. Из полного банка матриц, посвященных определенному разделу школьной теории, учитель сможет выбрать примеры для итогового зачета. Предметный комплект матриц представляет широкую возможность для системы контроля различного уровня сложности и назначения. Параллельные матрицы формируют богатый банк для проведения самостоятельных работ. Парные матрицы, организованные на материале большого раздела (линии) учебной теории, пригодны для проведения контрольных работ (рис. 75).

Визуальные блоки

Визуальная среда обучения по природе своей предназначена для новой формы школьного занятия – визуального урока, который отличается от обычного в первую очередь тем, что в ходе его реализации на первый план выдвигается работа зрения, поиск визуальных ориентиров и подсказок для решения задачи. Для таких уроков составляется специальный комплект, который условно назовем визуальным блоком.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ

МАТРИЦА	Для каждой поговорки				
	вставьте пропущенные		объясните правописание пропущенной частицы	определите часть речи, к которой относится первая частица "не"	укажите части речи, с которыми частица "не" пишется раздельно
ЧАСТИЦА "НЕ" В РУССКИХ ПОСЛОВИЦАХ	буквы	частицы			
	Борются () силой, а умн...ем				
() р...шительному () дано удачи					Уселись чий...о в ряд, а все () квартет () идет на лад
() между () какими лекарствами () выл...чишь					Смотри (), квакушка, что, буду () я с него?
Ловкий на вершину горы взберется, а () ловкий внизу остан...тся					Чем кумушек считать, трудяться, ... лучше () на себя, кума, обор...тись?
Каждая () удача приб...влет ума					Кумушка, мде стран...о это: да работана () ты лето?
	укажите название басни	укажите части речи, с которыми пропущенная частица пишется раздельно	объясните правописание пропущенной частицы	частицы	буквы
				вставьте пропущенные	
	Для каждого предложения				
	ЧАСТИЦЫ В БАСНЯХ ИВАНА АНДРЕЕВИЧА КРЫЛОВА				МАТРИЦА

Рис. 75

Под *визуальным блоком* мы понимаем страницу информационной тетради и (или) определенный комплект визуальных задач, порожденных ее содержанием. В этот блок могут входить тренажеры, серии, тесты, задания «Посмотрите и найдите» и т. д. (рис. 76).

Особым средством *организации учебной знаковой информации* является обязательный заголовок к определенной «порции» ее отдельного теоретического или практического сообщения. Это не просто указание к действию (типа: найди, упрости, вычисли, отметь и т. д.). Заголовком должна быть фраза, в которой самым ясным образом определяется существо дела. Заголовок предлагает содержание информации и направляет ее перевод с

ОБЩАЯ ФОРМУЛА ГИДРОКСИДОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Гидро
гр. *hydōr* вода –
в сложных словах
указывает
на отношение
данных слов
к воде



Гидроксид
гр. *hydōr* + *oxus* –
сложное вещество,
состоящее
из атомов металла
и гидроксильной группы

Оксид
гр. *oxus* кислый –
соединение
химического элемента
с кислородом



$Me + H_2O = \text{гидроксид}$

металл вода
I II

Валентность

$Me^{m} (OH)_m$

Количество гидроксигрупп в молекуле

Серия	Составьте формулу соли					Серия
	Na	K	Ca	Ba	Al	
нитрата						фторида
хлорида						бромиды
сульфида						сульфита
сульфата						карбоната
фосфата						силиката

Рис. 76

одного языка предъявления на другие, предопределяя важный момент – любое знаковое сообщение должно сопровождаться (предваряться) письменным или устным оформлением (интерпретацией). Заголовок к отдельной странице информационной тетради играет чрезвычайно важную роль. Он «предупреждает» о содержании страницы, позволяет отыскать в тетради нужную формулу или рисунок. Заголовок – это элемент «меню», позволяющий «настроить на нужную волну» внимание ученика и направить его мышление.

Важным средством организации *восприятия информации* *онного материала*, его элементов и структуры является цветовое оформление. Помощь цвета (даже в оттенках серого) визуальное восприятию незаменима. Цвет как бы руководит «живым созерцанием» информации. Решая «цветные» примеры, учащиеся незаметно для себя вынуждены отмечать ту или иную особенность рисунка, текста или формулы, которая таким образом (внешне произвольно) доходит до их сознания. Однако «раскрашивание» должно быть экономным, строго продуманным и целесообразным. К примеру, при «раскрашивании» учебного текста следует наименование объекта, его геометрический образ и формулу выделять одним цветом, другой объект (также «наименование – рисунок – формула») – другим цветом и т. д. Цвет должен не украшать, а выводить наружу подсказку – ориентир к наблюдению. В противном случае форма подменит сущность.

Требования к содержанию, структуре и оформлению рисунка должны быть чрезвычайно строгими – рисунок должен передавать существо дела и одновременно как можно больше своих данных «вводить в память». Важность этих обстоятельств неоднократно подчеркивает Р. Арнхейм: «...если взглянуть на сами схемы и диаграммы, то большинство из них оставляет впечатление продуктов неумелого и неквалифицированного труда. Из-за того, что они плохо нарисованы, им трудно должным образом выразить соответствующее значение. Чтобы надежно передавать сообщения, диаграммы должны основываться на правилах изобразительной композиции и визуального упорядочения, которые совершенствуются на протяжении каких-нибудь 20 000 лет» [А6, с. 168].

Поскольку некоторые задачи (например, «Правильный ответ») строятся в основном на текстовой информации, то добавим некоторые соображения о представлении текста на экране ПК.

С одной стороны, текст на мониторе воспринимается трудно по многим причинам, поэтому простое копирование его может оттолкнуть ученика и учителя от использования компьютера в процессе обучения. С другой, инструментальные возможности программ типа «Microsoft Word» или «Corel Draw!» позволяют оформить визуально как грамматические, так и смысловые «оттенки» словесной конструкции. Этого можно достичь с помощью цвета, стиля шрифта, оформления или разбиения текста на отдельные «строки», с последующим «выравниванием их по центру» и т. д. В компьютерном классе с помощью специальной программы можно подобрать индивидуальные задания каждому ученику, затратив на это минимум времени (рис. 77).

Дадим краткое описание принципов заполнения соответствующей компьютерной оболочки, применяя которую можно обеспечить продуктивный характер визуального мышления. В основу компьютерного «варианта» такой среды мы положили идею «информационной тетради», которая позволяет развернуть перед учениками отдельные фрагменты теории, наглядно представить важнейшие методы исследований, продемонстрировать соответствующие приложения. Кроме этого, подобная оболочка (для каждой темы определенного раздела школьного предмета) может содержать в себе специальный модуль, который состоит из определенного набора визуальных блоков.

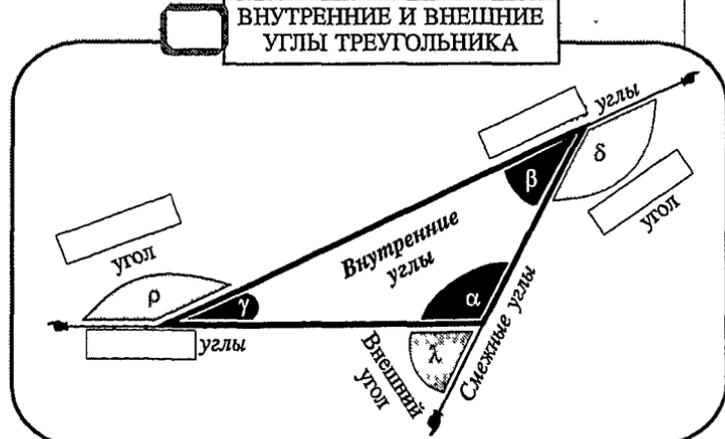
Такой модуль может включать

- информационную тетрадь;
- информационную схему,
- матрицу,
- наборы визуальных задач, распределенные по отличительным признакам характера умственной деятельности ученика (например, отдельные подкаталоги с сериями или тренажерами),
- наборы визуальных задач, специально ориентированные на содержание определенной страницы тетради или прилагае-

мые к информационной схеме, файлы с «подсказками» и «ориентирами» к наиболее сложным задачам.

Кроме того, к примеру, каждая визуальная задача может поддерживаться *визуальными* подсказками, помогающими в решении ее примеров и т. д.

ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ УГЛЫ ТРЕУГОЛЬНИКА



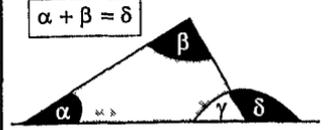
ПОСМОТРИТЕ И НАЙДИТЕ

правило нахождения величины внешнего угла треугольника



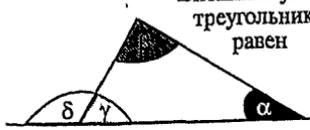
Докажите, глядя на рисунок, что

$\alpha + \beta = \delta$



ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

Внешний угол δ треугольника равен



А	α
Б	β
В	γ
Г	$\alpha + \beta$
Д	$\alpha + \gamma$

Рис. 77

Избыточность средств, составляющих визуальный модуль, позволяет варьировать процесс обучения путем выбора моделей, отвечающих локальным задачам учебного процесса, возможностям и целям обучения в целом.

Такие «правила игры» уже сами по себе могут оказаться интересными. К примеру, можно предусмотреть свободные «возвраты и переходы» от одного файла к другому с тем, чтобы были организованы многообразные связи не только внутри всего модуля, но и в отдельных его составляющих.

Макет обучающей «оболочки»

Другим примером «правил игры» может быть оболочка, позволяющая вызывать в нужный момент помощь – визуальную подсказку. В качестве примера рассмотрим ситуацию работы с матрицей ученика под руководством учителя.

Прежде всего отметим, что для такой работы кроме основной матрицы необходима запасная, содержание и уровень трудности каждого из примеров которой в точности соответствует примеру основной, рабочей матрицы. Для ясности рабочую матрицу обозначим как матрицу I (рис. 78, сверху вниз, слева направо), а запасную – как матрицу II (рис. 78, снизу вверх, справа налево).

Ученик последовательно решает задачи столбца (или строки) обучающей матрицы I.

Если в решении примера i -й строки или k -го столбца обнаруживается ошибка, то необходимо исключить ее случайность из-за невнимательного решения. Для этого следует предложить ученику аналогичный пример II (параллельной) матрицы, также находящийся на пересечении i -й строки и k -го столбца. Если этот пример выполнен правильно, то ошибка случайна и можно продолжить работу.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ

Если повторное испытание (решение примера i -й строки и k -го столбца II матрицы) также окажется неправильным, то можно предложить ученику решить тест, предназначенный для самостоятельного устранения ошибки учеником. В случае повторения ошибки в тесте (пробелы ученика настолько серьезны, что он не может сам определить ошибку) учителю следует обратить на нее серьезное внимание проанализировать рассуждения (записи) ученика и предложить ему поработать с соответствующей серией. Содержание этой серии должно быть таким, чтобы решающий мог разобраться в причинах ошибки и восстановить утерянный навык. Дополнительная проверка результатов такой работы осуществляется опять-таки с помощью того же (или похожего) теста.

МАТРИЦА	Для каждой пары чисел					ОКРУГЛИТЕ Первое число до десятков, второе — до десятых	← ОСНОВНАЯ МАТРИЦА I
	запишите						
ДЕЙСТВИЯ НАД ДЕСЯТИЧНЫМИ ДРОБЯМИ	сумму	произ- ведение	частное от деления большого на меньшее	отрица- тельную разность			
14,4 и 12						25,6 и 0,16	
22,5 и 1,5						0,169 и 0,13	
0,289 и 1,7						0,625 и 2,5	
0,324 и 0,18						19,6 и 1,4	
36,1 и 0,19						12,1 и 11	
ЗАПАСНАЯ МАТРИЦА II	округлите первое число до десятков, второе — до десятых	отрица- тельную разность	частное от деления большого на меньшее	произ- ведение	сумму	ДЕЙСТВИЯ НАД ДЕСЯТИЧНЫМИ ДРОБЯМИ	
	запишите					МАТРИЦА	
Для каждой пары чисел							

Рис. 78

При правильном выполнении теста следует возврат к исходной задаче (i -й строки и k -го столбца I варианта матрицы) и, в случае успешного решения, работа продолжается согласно заданному режиму.

Примечание. Во избежание «зацикливания» (например, в случае устойчивой вычислительной ошибки) предусматривается только одна возможность возврата к матрице II – в случае повторения ошибки следует автоматический переход к блоку «Помощь учителя».

Обработка полученных данных контролирующей матрицы, диагностика результатов ее выполнения и последующая работа учителя с учеником могут выполняться следующим образом:

1) при наличии только одной ошибки выясняется причина ее возникновения (случайность, невнимательность, быстрая утомляемость, отсутствие конкретного навыка, непонимание и т. п.), учителем (или машиной) оказывается конкретная помощь (решение задач по образцу типа «Посмотрите и найдите»);

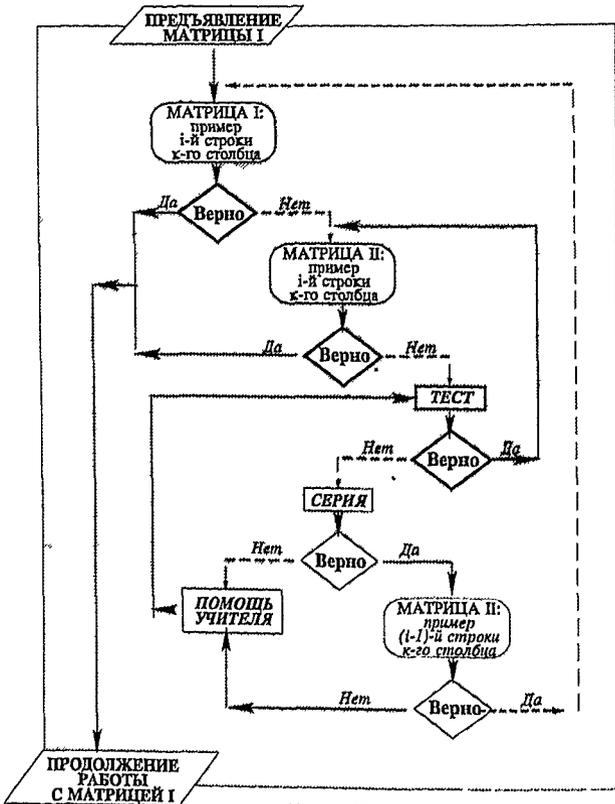


Рис. 79

2) при наличии более одной ошибки в одном и том же столбце рекомендуется выполнение дополнительных упражнений – серий или тренажеров;

3) при наличии более одной ошибки в одной и той же строке следует повторить соответствующий фрагмент теории (из раздела «Помощь» программы или соответствующего текста учебно-го пособия) и предложить задания аналогичного содержания типа «Посмотрите и запишите»);

4) если допущено не менее двух ошибок, то в зависимости от их положения даются рекомендации по типам 2) или 3);

5) если допущено не менее трех ошибок и среди них есть парные (в строке или столбце), даются рекомендации типа 2) или 3) и проводится индивидуальная работа с учеником по типу 1);

6) если допущено не более трех разнородных ошибок, ставится соответствующая положительная оценка или фиксируется зачет (рис. 79).

При использовании ЭВМ для работы с матрицей могут варьироваться не только режимы работы, но и формы ответов (рис. 80-81).

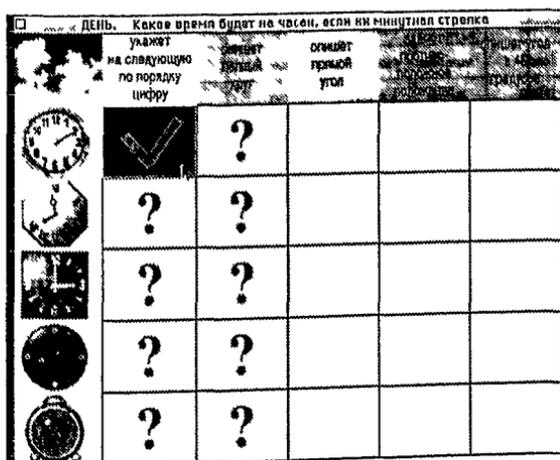


Рис. 80

Ночь. Определите...					
какое время покажут часы через 15 минут	какое время покажут часы через 45 минут	какое время покажут часы через 60 минут	какое время покажут часы через 90 минут	какое время покажут часы через 120 минут	
	?				
		?			
			?		
				?	
					?

Рис. 81

«Окошки», в которых проставлены вопросы, «активны» — щелчок мышкой дает переход к окну ответа, который ученик вводит в том виде, который активизировал учитель в директории «Методист» (рис. 82).

МАТРИЦА		Для каждого глагола запишите				
Глагольные формы	перевод	вид	Расселъ 2-го лица единственного числа	Imperfekt 3-го лица единственного числа	Partizip II	
lernen	учиться, изучать	слабый	lernst	lernte	gelernt	
lesen	читать	сильный	liest	las	gelesen	
leben	жить	слабый	lebst	lebte	gelebt	
legen	класть, положить	слабый	legst	legte	gelegt	
liegen	сдавать	сильный	liegst	lag	gelegen	

МАТРИЦА		Для каждого звукоряда определите и запишите			
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И ОДНОИМЕННЫЕ ТОНАЛЬНОСТИ	лад (мажор или минор)	тональность	доминант-септаккорд этой тональности	тоническое трезвучие параллельной тональности	субдоминантовое трезвучие противоположной тональности

Рис. 82

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТРИЦ

Пример выборки	Методика составления выборки	Предполага- емое назна- чение вы- борки	клас- сная	само- стоя- тель- ная	домаш- няя	экс- пресс конт- роль
	Строго по столбцам	Освоение конкретной операции на различном материале				
	Строго по строкам	Реализация различных операций над объектом				
	Строго по строке и по столбцу	Формирова- ние алго- ритма или навыка исследования				
	Произвольный выбор двух соседних эле- ментов в строке	Закрепление формируе- мых навы- ков				
	Произвольный выбор по два элемен- та в строке	Проверка результата текущего обучения				
	Вся матрица	Восстановле- ние утра- ченных зна- ний и навыков				

Рис. 83

Если матрица выстроена с учетом повышения уровня сложности по вертикали и по горизонтали (левый столбец и верхняя строка), то правильное решение каждой задачи можно оценить в баллах так:

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД

Столбцы матрицы	Строки матрицы				
	I	II	III	IV	V
I	1	1	1	2	3
II	1	1	2	3	4
III	1	2	3	4	5
IV	2	3	4	5	5
V	3	4	5	5	5

На пересечении определенных строк и столбцов матрицы указаны баллы, которые ученик получает за решение конкретной задачи. Правильное решение примеров столбца говорит о приобретении конкретного навыка. Верные ответы к задачам строки – признак, что ученик обладает умением по заданному списку команд исследовать определенный объект. Поэтому при правильном выполнении каждой строки или каждого столбца матрицы целиком ученик получает дополнительные баллы.

Дополнительные баллы за правильное решение задач матрицы	
1-го столбца – 0,5 балла	1-й строки – 1,5 балла 1
2-го столбца – 1 балла	2-й строки – 2,5 балла 2
3-го столбца – 1,5 балла	3-й строки – 3,5 балла 3
4-го столбца – 2 балла	4-й строки – 4,5 балла 4
5-го столбца – 2,5 балла	5-й строки – 5,5 балла 5

Итоговый результат в 100 баллов свидетельствует о том, что материал темы (либо раздела курса) контролируемый данной матрицей, усвоен полностью, проверяемые навыки и умения сформированы достаточно прочно.

При переходе к традиционной пятибалльной системе оценок следует внести классификатор – специальную систему пересчета баллов матрицы в привычную оценку знаний. Для этого учитель устанавливает нижнюю и верхнюю границу каждой такой оценки.

В частности, если для получения положительной отметки ученики должны выполнить хотя бы 10 самых легких заданий (1-я и 2-я строки или 1-й и 2-й столбцы матрицы) за определенную единицу учебного времени, то количество баллов менее 25 оценивается как плохой результат. Сами интервалы оценок должны ус-

танавливаться в зависимости от уровня предметной подготовки учащихся, общей направленности их обучения (классы с техническим, гуманитарным и т. п. направлениями) и могут изменяться в ту или иную сторону с учетом различных объективных и субъективных причин.

Программу с визуальными задачами полезно «оснастить» подсказками – информационными схемами или их блоками, визуальными указаниями к отдельной задаче, банком ответов. На рис. 84 с помощью кнопок показана возможная организация переходов «внутрь» информационной схемы.

Щелчок «мышкой» на соответствующем фрагменте схемы позволяет перейти к следующему уровню, который позволяет рассмотреть и обдумать содержание именно этого фрагмента или получить подсказку.



Рис. 84

Рассмотрим подробно следующий пример. При решении задач, связанных с нахождением площадей криволинейных трапеций и объемов тел вращения, основой является визуальный образ интеграла от неотрицательной функции. Однако для успешного получения результатов этого оказывается недостаточно. Данный образ нуждается в расширении, например, информационной схемой, аналогичной приведенной на рис. 85.

Блоки схемы «Площади криволинейных фигур, образованных графиками функций» показывают, что в случаях (а) и (б) площади криволинейных трапеций, ограниченных графиками f и g на промежутке $[a ; b]$ равны сумме площадей подграфиков этих функций, а в случае (в) – их разности. Однако схема будет успешно работать только, если учащиеся предварительно усвоят визуальный образ самого подграфика функции, который можно ввести на одной или двух страницах информационной тетради (рис. 85, вверху и внизу).

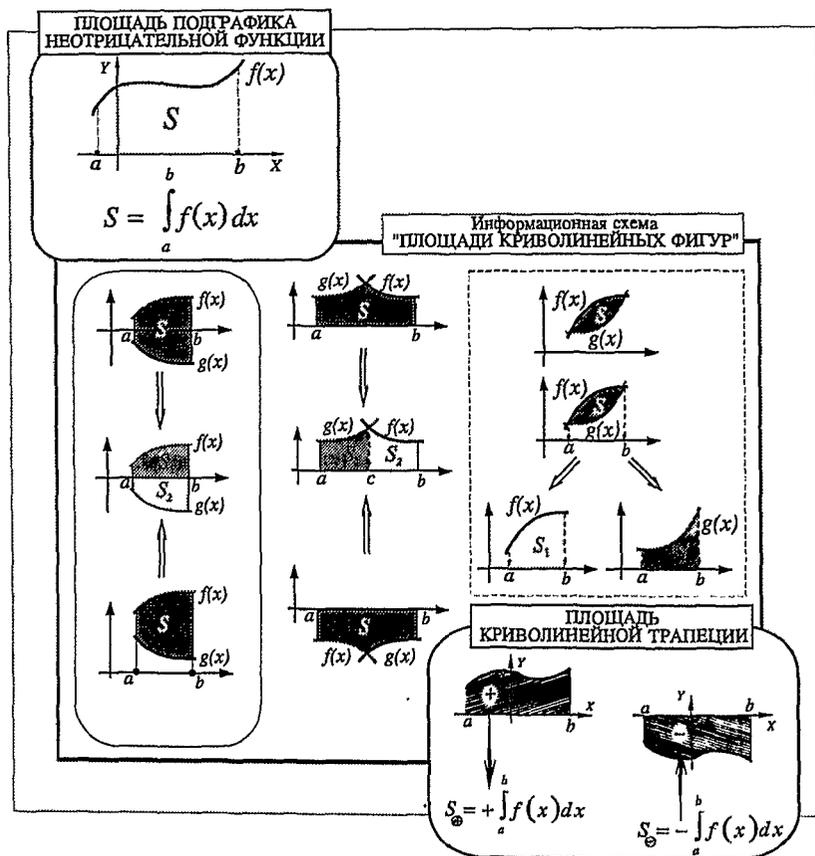


Рис. 85

Подробные указания могут отсутствовать в основном файле директория и появляться на мониторе только тогда, когда учащийся вызовет «HELP». Обратим внимание на вербальные инструкции каждого блока. В случае (в) имеется указание: a и b надо найти. Эта рекомендация нуждается в пояснении. Графики функции f и g имеют «общие места» – точки их пересечения. Перевод этого факта в формулу дает: $f(x)=g(x)$. Данное равенство и определяет точки a и b , поскольку именно для них: $f(a)=g(a)$ и $f(b)=g(b)$.

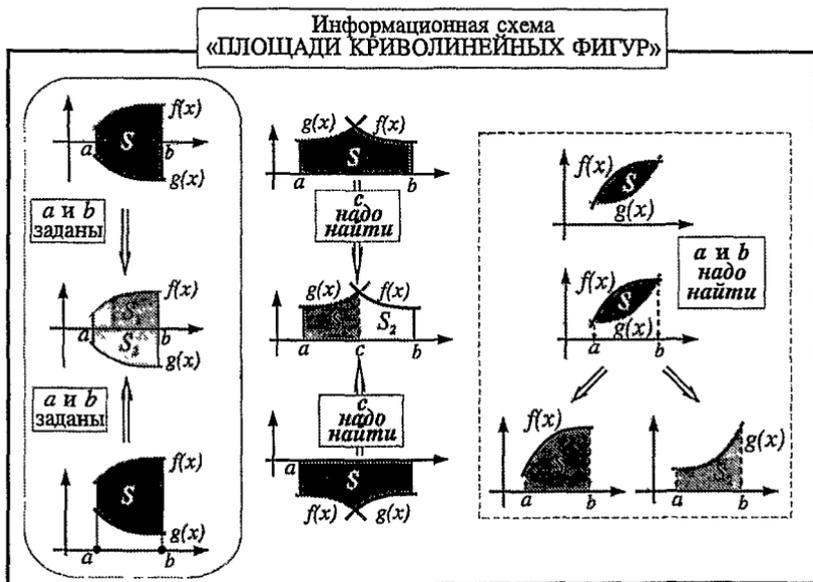


Рис. 86

Самым трудоемким при наполнении обучающей визуальной среды является графическое оформление структуры визуальных задач.

Данный процесс значительно упрощается, если имеются заранее подготовленные макеты таких «структур», подобные тем, которые были применены автором настоящей главы (рис. 87-88)

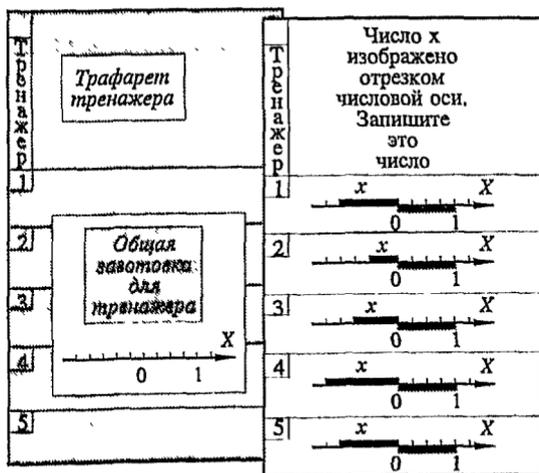


Рис. 87

Серия 1	Серия	3
1	Графареты серий	
2	4	
3		
4	2	5
5		

Серия	Зачишите вектор, противоположный вектору	3
1	$2\vec{a}$	0 x 1 0 1 y 0 1 z
2	$-3\vec{a}$	1
3	$\vec{a} - \vec{b}$	4
4	$2\vec{a} - \vec{b}$	0 1 x 0 1 y 0 1 z
5	$\vec{a} + 2\vec{b} - 3\vec{c}$	2
		5
		0 1 x 0 1 y 0 1 z

Рис. 88

В завершение представим описание реализации одной из программных оболочек, разработанной под руководством автора данной главы. Объектом разработки является пакет программ, представляющий собой компьютерную оболочку одного из средств визуальной технологии обучения, именуемой условно «Визуальный урок».

Целью работы является разработка **интерактивной** системы для обучения и проверки знаний учащихся начальных, средних и старших классов по различным предметам.

Пользовательский интерфейс пакета

Интерфейс пользователя разработан в соответствии со стандартным графическим пользовательским интерфейсом среды Windows. Пакет работает в собственном полностью развернутом окне, в котором присутствуют следующие стандартные элементы:

- строка заголовка;
- строка меню, которое обеспечивает все функции работы с пакетом;
- панель инструментов для быстрого доступа к основным функциям (рис. 89);



Рис. 89

- рабочая область, в которой отображается информационная схема, её фрагмент или визуальная подсказка (рис. 90).

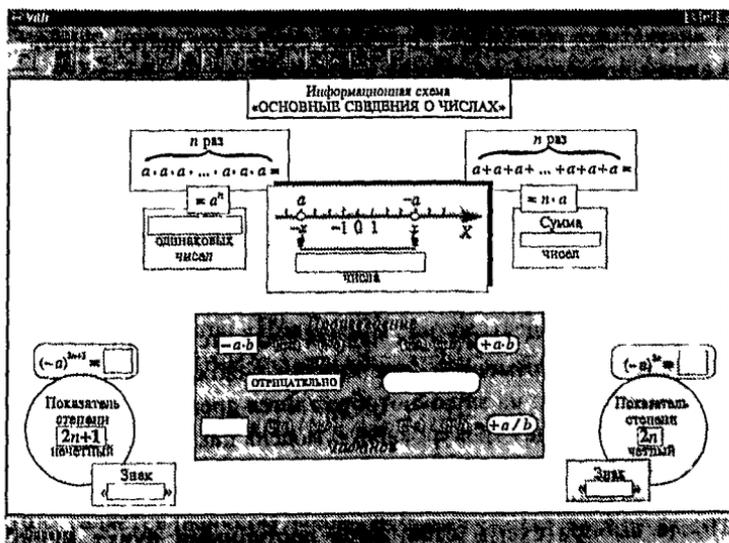


Рис. 90

Структурные взаимосвязи между информационными схемами, входящими в пакет

Пакет построен таким образом, что информационные схемы объединены в блоки, которые организованы в виде трёхуровневой иерархической структуры:

- 1-й уровень (высший) – курс (например, *Арифметика*);
- 2-й уровень – раздел (например, *Дроби*);
- 3-й уровень – тема, которой соответствует конкретная информационная схема (например, «*Сложение дробей*») (рис. 91).

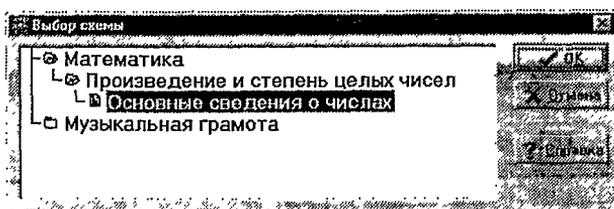


Рис. 91

Каждая информационная схема также является иерархически структурированной: в ней может быть выделено несколько фрагментов (от 0 до 9), каждый фрагмент, в свою очередь, имеет до 3 визуальных подсказок. Описание структуры информационной схемы приведено на рис. 92.

Основные операции при работе с пакетом

Для запуска пакета на исполнение следует:

- запустить Windows;
- раскрыть группу программ ViUr;
- дважды щёлкнуть левой кнопкой «мыши» по пиктограмме ViUr.

Для вызова конкретной информационной схемы следует выбрать пункт меню «Схема» или нажать соответствующую кнопку на панели инструментов (все кнопки снабжены «ярлычками»). В ответ на это на экране отображается древовидная структура, представляющая трёхуровневую модель пакета. Путём последовательного выбора курса, раздела и темы можно вызвать конкретную информационную схему.

После выбора схемы становятся доступными пункт меню «Фрагмент» и соответствующие кнопки. Нужный фрагмент может быть вызван одним из трёх способов:

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СХЕМЫ

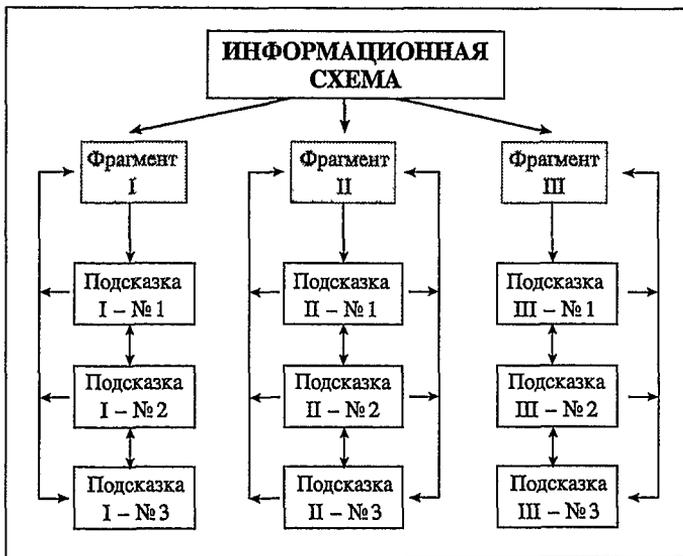


Рис. 92

- выбором в меню «**Фрагмент**» названия соответствующего блока;
- нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов;
- щелчком левой кнопкой «мыши» в рабочей области на нужном блоке. В случае, если нужный блок представляет собой композицию нескольких более мелких блоков, необходимо провести эту операцию при удерживаемой клавише **Ctrl**.

Получить подсказку для схемы, фрагмента или предыдущей помощи также тремя способами:

- выбором в меню «**Подсказка**» соответствующей подсказки;
- нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов;
- щелчком правой кнопкой «мыши» в любом месте рабочей области.

В каждом из этих случаев переход на предыдущий уровень осуществляется щелчком левой кнопкой «мыши» в любом месте рабочей области, а также путём выбора соответствующих пунктов меню или нажатием кнопки в панели инструментов.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД

Более подробные сведения по работе с пакетом приведены во встроенной справке (меню **Справка** или соответствующая кнопка на панели инструментов).

Описание действий при работе с «мышью» в рабочей области приведено на рис. 93-94.

Переход от \ к	Переход к	Схема	Подсказка № 1 к схеме	Подсказка № 2 к схеме	Подсказка № 3 к схеме	Фрагмент	Подсказка № 1 к фрагменту	Подсказка № 2 к фрагменту	Подсказка № 3 к фрагменту
Схема	Схема		щелчок правой кнопкой			щелчок левой кнопкой			
Подсказка № 1 к схеме	щелчок левой кнопкой			щелчок правой кнопкой					
Подсказка № 2 к схеме			щелчок левой кнопкой		щелчок правой кнопкой				
Подсказка № 3 к схеме				щелчок левой кнопкой					
Фрагмент	щелчок левой кнопкой						щелчок правой кнопкой		
Подсказка № 1 к фрагменту						щелчок левой кнопкой		щелчок правой кнопкой	
Подсказка № 2 к фрагменту							щелчок левой кнопкой		щелчок правой кнопкой
Подсказка № 3 к фрагменту								щелчок левой кнопкой	

Рис. 93

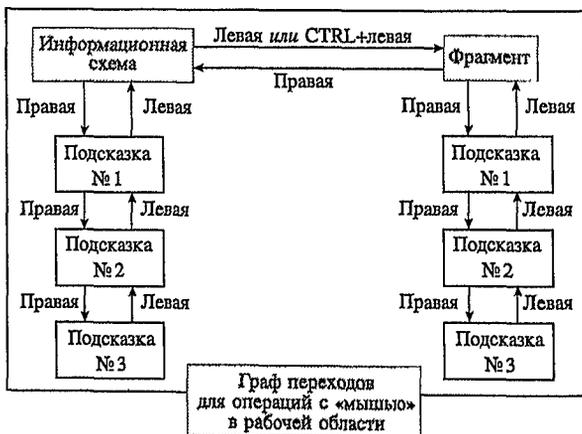


Рис. 94

Выводы

Текст учебного пособия применяется на уроке и дома, целиком или по частям, с пропусками тех или иных фрагментов. Все зависит от целей и мотивов обучения. Ученик может воспользоваться указаниями учителя или сам организовать свою деятельность, устанавливая свой собственный режим и темп.

Информационная (в перспективе – компьютерная) тетрадь, с одной стороны, действует более жестко – полнота и последовательность изложения теории, уровень трудности практических заданий и их объем задаются учителем (программой). С другой стороны, в свободном режиме «сценарий» изучения ее содержания можно строить различными способами. Можно вернуться к забытому или недостаточно освоенному положению, пропустить то, что кажется на первый взгляд легким. Допустимо вообще нарушать «линейность» изучения текста – выбирать только самое необходимое (формулировки положений, справочный материал, разобранные примеры и т. д.) и переходить к новым страницам.

Программные модули типа «Матричный тест» представляют с нашей точки зрения яркий пример «не бумажного» дидактического средства. Действительно, несмотря на то, что матричные тесты получили положительный отзыв учителей даже в бумажном варианте, регулярная работа с ними требует постоянного воспроизводства раздаточного материала, что требует существенных затрат, учитывая характер работы с тестами. Компьютерный вариант тестов обладает высокой эффективностью, благодаря возможности создавать большие банки тестов без материальных затрат и индивидуализировать самостоятельную работу учащихся.

Важной задачей мы считаем разработку специальных средств и приемов, позволяющих действительно применять каждый из трех способов задания знаковой информации при чтении учеб-

ной литературы, изучении теории, отработке навыков и умений решать задачи, организации поисковой деятельности учащихся. В связи с этим мы разработали еще один специальный способ организации учебного знакового материала – информационную схему, позволяющую в свернутом виде представить содержание целой темы или раздела курса. Она оперативна и наглядна, «дает пищу» уму и зрению. Более того, такие схемы не только помогают, но и обучают, позволяя увидеть, осознать то, что ускользнуло от внимания при чтении учебника или решении стандартных задач.

Визуальные задачи предназначены для формирования визуального образа, помогающего разрешить возникающие проблемы. Представляя макет компьютерных задач, мы ориентировались на то, что учителю полезно четко знать, какую именно сторону мышления своего ученика он может формировать при ее решении.

Задача «Посмотрите и найдите» является основной. Ее главное назначение в формировании умений и навыков распознавания образа понятия и преобразования его для нахождения ответа. Это задание можно использовать при демонстрации нового материала, для повторения пройденного, в качестве домашнего задания или для самостоятельной работы.

В основу комплекта «Серия» положен принцип «многоуровневости», обеспеченный последовательным усложнением образа определенного понятия или его свойства. Возможности дидактического средства «Серия» практически неисчерпаемы. Удачно составленная серия является обучающей программой, что позволяет использовать ее принцип практически на всех этапах обучения.

«Тренажер» введен как упражнение, позволяющее ученику отработать определенную операцию над объектами. Тренажер может явиться также дополнительным средством при подготовке класса к трудной задаче, ненавязчиво натолкнуть учащихся на возможные пути ее решения.

Содержание задачи «Правильный ответ» основано на теоретическом материале учебного пособия. В список ответов можно включить наиболее «популярные» ошибки учеников, ответы с недостаточными данными и т. д.

«Тест» (как и тренажер) может быть применен на различных этапах обучения: при изучении разделов программы, обеспечивающих государственный стандарт, на занятиях, ориентированных на углубленное или расширенное изучение предмета.

Главной особенностью блока «Посмотрите и запишите» («Посмотрите и определите») является список вопросов к одному и тому же объекту, направленных на анализ, исследование и преобразование образа, который «представляет» данный объект.

Задачи «Докажите, глядя на рисунок, что ...» предназначены для формирования навыков «открывать новое». Это гораздо полезнее, чем заучивать готовую систему предложений.

Компьютер может сыграть существенную роль в подготовке ученика к чтению сложного теоретического текста или решению трудной задачи. (Именно из этих соображений мы и обратились к идее информационной тетради). Появляется возможность для начала приводить не строгие описания определенного объекта, а представить его визуальные образы, продемонстрировать визуально его составляющие, дать рассмотреть результаты его преобразований, познакомить (опять-таки визуально) с применением его различных свойств. В подобном случае при появлении нового понятия учащийся может из «батареи» рисунков сначала выбрать тот, который поможет ему в чтении и понимании. Затем соотнести его наименование с общим образом и выделить необходимый элемент, поскольку все внимание сконцентрировано на простом, не загроможденном излишними деталями образе.

Наибольший интерес представляет собой возможность гипертекстовых связей между содержанием теоретического раздела темы и списком практических «приложений» к ней. Действительно, при

затруднении в решении задачи или восприятии информационной схемы, можно перейти к банку визуальных подсказок, получить справку в виде текста, рисунка или формулы.

Отметим одно важное обстоятельство. Чрезмерное увлечение визуализацией учебного материала может скорее навредить, чем сопутствовать успеху дела. Работа визуального мышления интересна, но достаточно трудна и непривычна – нетренированное зрение быстро утомляется. Визуальное обучение не может (да и не должно!) полностью подменять собою хорошо испытанные приемы и традиционные средства обучения. Визуальные дидактические материалы, при всей их наглядности и красочности, не могут заменить грамотно и содержательно написанные школьные учебники. Отдельные визуальные задачи полезно применять как можно чаще, однако полный визуальный урок должен быть скорее исключением, чем правилом.

Закончить данную главу мы хотели бы общей схемой, *визуально* определяющей ее содержание и цели (рис. 95).

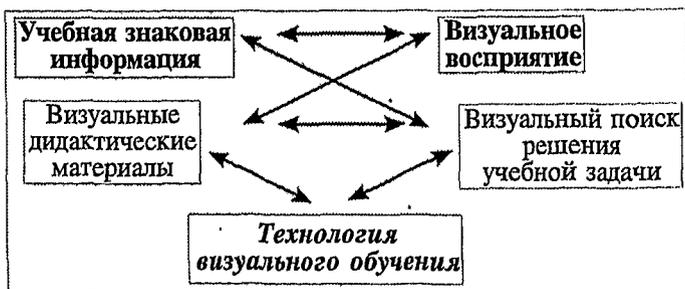


Рис. 95

Визуальная технология обучения – это удобный и полезный инструмент и, как всякий инструмент, она должна применяться тогда когда ученику есть возможность «увидеть и понять», а учителям передать «из глаз в смысл», то чему они хотят их научить.

ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

§ 1. Взаимодействие ученика с информационной средой

Привычное понимание процесса обучения связано с абстрагированием его от другой деятельности человека: ученик приходит в школу и занимается специфической деятельностью: учится. С другой стороны, любой человек учится непрерывно в процессе любой деятельности, и, наоборот, в школе его деятельность включает не только обучение, а в некоторых случаях может не включать его вообще.

Два фактора настоятельно требуют пересмотра взгляда на процесс обучения: во-первых, демократизация образования, подразумевающая большую свободу ученика в рамках института школы, во-вторых, резкое увеличение потоков информации, окружающее человека.

Учесть эти факторы можно, рассматривая процесс обучения как взаимодействие человека с окружающей информационной средой.

Способы взаимодействия со средой определяются, во-первых, самой структурой среды и, во-вторых, действиями преподавателя, выделяющего из среды те или иные элементы и инициирующего взаимодействие обучаемого с ними.

Выше была приведена некоторая классификация обучающих сред по различным признакам. В этом параграфе мы дадим

психологические и дидактические характеристики обучения в каждой среде.

В первом пункте дается анализ взаимодействия с традиционными дидактическими средствами в условиях относительной свободы ученика.

В остальных пунктах рассматриваются различные компьютерные операционные среды и показывается влияние установки учителя, методики обучения на процесс обучения в рамках этих сред.

1. 1. Анализ взаимодействия ученика с традиционными дидактическими средствами

Дидактические средства можно рассмотреть как зачатки той богатой информационной среды, которая возникла вследствие внедрения компьютера в жизнедеятельность человека. Создание дидактических средств имело те же цели, что приведены в разделе «функции информационных сред»: структурирование, сохранение и передача методического опыта, повышение технологичности преподавания, самоорганизация деятельности обучаемого.

Серьезным препятствием в развитии производства дидактических материалов было отсутствие удобных средств производства, хранения и передачи информации, то есть того, что дает компьютер. Развитие дидактических средств осуществлялось по двум линиям:

- централизованное – государственный выпуск технических средств и бумажных материалов;
- локальное – самостоятельная подготовка учителем дидактических материалов.

Первый путь страдает негибкостью, второй – неэкономичностью. Однако, как на первом, так и на втором пути накоплен опыт и можно предположить, что большинство информацион-

ных сред первой волны будет развивать именно эти идеи. Поэтому целесообразно проанализировать характер взаимодействия ученика с традиционными дидактическими средствами, очертить сферу влияния этих средств, их дидактические функции.

Дидактическими средствами мы будем называть все инструменты, оборудование, бумажные материалы, которые участвуют в процессе обучения и отчуждаются от учителя (так, например, конспект урока, используемый только учителем, или методический анализ урока мы к дидактическим материалам не относим).

Инструменты

Инструменты используются большей частью в производственном обучении, отдельные инструменты используются и при изучении фундаментальных наук.

Например, микроскоп и телескоп – в биологии и астрономии; лазер – в физике; вычислительные инструменты – в математике, циркуль и линейка – в черчении, спектрограф – в химии; компьютер (как средство обработки информации) – в информатике.

Работа с инструментом включает две фазы:

- ознакомление с устройством инструмента и правилами пользования им;
- приобретение навыков содержательного использования инструмента.

Психологическая характеристика обучения с использованием инструментов:

– имеется объект, не зависящий от учителя, который можно изучать, рассматривать, приводить в действие самостоятельно, в котором заключена мудрость его создателей;

– *приобретение навыков работы с инструментом расширяет сферу влияния человека, дает ему новую свободу, преимущества, которых не имеет не владеющий инструментом человек;*

– как правило, система навыков работы с инструментом – это профессиональные знания; ученик обретает профессию и связанное с ней социальное положение, то есть новую свободу.

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с инструментом состоит в следующем.

Особенностью работы с инструментом является опора на психомоторные навыки. Новые знания формируются двумя путями:

1) ученик перенимает (подражая) основные приемы использования инструмента;

2) ученик в самопроизвольной деятельности открывает новые возможности инструмента и границы сферы его применения; оценка результатов обучения происходит по двум параметрам: продуктивности (то есть способности использовать инструмент по назначению), эффективности или рациональности его применения.

Физическая модель

Физическая модель используется как в производственном, так и в фундаментальном обучении.

Работа с моделью включает следующую деятельность:

– ознакомление с функционированием на демонстрационных примерах;

– организацию лабораторных работ по изучению на модели основных свойств моделируемого объекта;

– самопроизвольную деятельность с моделью, направленную на удовлетворение любопытства обучаемого, исследование объекта посредством изучения модели с целью формирования концептуальных знаний о нем;

– изучение границ применения модели.

Психологическая характеристика обучения с использованием моделей:

– имеется наглядный объект, доступный непосредственному изучению, который отражает свойства недоступного интересующего объекта;

– имеется возможность самопроизвольной деятельности с имитационной моделью, постановки экспериментов, выдвижения и проверки гипотез;

– работа с моделью имеет профессиональную направленность и обеспечивает независимость ученика, уверенность его в своих силах.

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с моделью состоит в следующем.

В зависимости от целей, обучение может быть репродуктивным и представляться системой лабораторных работ, направленных на формирование навыков и умений работы с моделируемым объектом или творческим и представляться заданиями для самостоятельной исследовательской деятельности. В первом случае результатом обучения являются конкретные умения и навыки, во втором – общие параметры развития личности.

Учебный текст

Учебный текст является основным способом передачи информации.

Работа с учебным текстом включает следующую деятельность:

– воспроизводство предметной концепции посредством использования текста как системы опорных сигналов;

– самостоятельное изучение предмета.

Психологическая характеристика обучения с использованием учебных текстов:

– требуется высокая концентрация внимания при самостоятельном изучении вопроса по текстовому представлению знания;

– требуется развитое абстрактное мышление для овладения знаниями в текстовом виде;

– *для того, чтобы тексты служили опорными сигналами, они должны быть хорошо согласованы с тем, как и что говорит и делает учитель.*

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при работе с учебным текстом состоит в следующем.

В зависимости от того, работает обучаемый с учебным текстом под руководством учителя или самостоятельно, меняется характер формирования новых знаний.

В первом случае текст несет вспомогательную роль опорных сигналов, и обучаемый, глядя на текст, рассказывает больше, чем содержит текст.

Во втором случае текст несет информационную функцию, и формирование знаний осуществляется посредством механизма «расшифровки» текстовой информации, который должен быть к данному моменту сформирован у обучаемого. Проверка результатов обучения включает в себя проверку функционирования механизма «расшифровки», проверку передаваемых знаний и способность обучаемого «думать над текстом», то есть находить связи с другими знаниями.

Упражнения

Упражнения связаны с репродуктивным способом обучения, исторически ориентированы на психомоторную деятельность, являются основой профессиональной подготовки. Долгое

время они были доминирующим инструментом передачи теоретических знаний и развития интеллекта обучаемого.

Работа с упражнениями включает следующую деятельность:

– предварительное знакомство с образцом и многократное повторение упражнения либо выполнение серии упражнений близких по содержанию.

Психологическая характеристика обучения с использованием упражнений:

– система упражнений ориентирована на рефлекторный подход к обучению; знание формируется как рефлекс, закрепляется и повторяется;

– самостоятельное выполнение упражнений не обеспечивает обучаемого дополнительной свободой, так как неявно присутствует учитель, формирующий навыки по жесткому алгоритму.

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при работе с упражнениями состоит в следующем.

Формирование новых знаний осуществляется по следующей схеме (рис. 96).

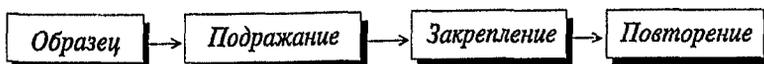


Рис. 96

Оценка результатов обучения происходит путем оценки сформированности умений и навыков. В среде упражнений невозможно проверить развитие логического мышления, оценить развитие обучаемого.

Задачи, решения и указания

Задачи, решения и указания внешне близки к учебному тексту. Отличие состоит в том, что чтение текста не мотивируется извне, а чтение решения или указания мотивируется поставленной задачей. Некоторые учебные тексты построены по такому же принципу: постановка задач и их решение. Указания являются средством управления интеллектуальной деятельностью обучаемого.

Работа с задачами и решениями может происходить двумя путями:

- после решения задачи обучаемый сравнивает решение с эталонным, оценивает рациональность и оригинальность своего решения;

- обучаемый использует решение как учебный текст.

Психологическая характеристика обучения с использованием задач, решений, указаний:

- обучаемый должен быть мотивирован к самостоятельному решению задач;

- *использование решений и указаний к задачам снимает в некоторой степени страх того, что задача «не решается»; в случае затруднений с идеей решения ученик смотрит указание; в случае затруднений с решением, он «присваивает» имеющееся решение.*

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при работе с задачами, решениями и указаниями состоит в следующем.

Задачи являются средством мотивации и организации интеллектуальной деятельности ученика, его развития и формирования концептуальных знаний.

Специфичным является использование серий задач, которые вместе представляют план решения содержательной пробле-

мы или, иначе, укрупненное ее решение. Решение задачи, в отличие от выполнения упражнения, связано не с овладением конкретным алгоритмом, а с овладением своим интеллектом. Оценка результатов обучения в этой среде связана с оценкой развития ученика, владения им навыками исследования.

Вопросы и примеры

Вопросы и примеры инициируют ученика к установлению внутренних связей в изучаемом предмете, обеспечивают ему полную ориентационную основу в нем.

Работа с вопросами включает следующую деятельность:

– поиск ответа посредством анализа учебного текста, к которому задан вопрос.

Психологическая характеристика использования вопросов в процессе обучения:

– по характеру воздействия на ученика вопрос близок к задаче, но, если задача подразумевает многоэтапный поиск решения, то ответ на вопрос связан с правильным выбором точки зрения, с установлением элементарной связи;

– *правильно подобранные вопросы порождают проблемную ситуацию* (что эффективно используется в клубах «Знатков» и передаче «Что? Где? Когда?»), *мотивируют учащегося к анализу фактов, поискам аналогов и выдвижению гипотез.*

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в среде вопросов состоит в следующем.

Вопросы – ответы являются основной структурой, в рамках которой происходит инициируемый ребенком процесс получения информации от взрослых.

В процессе овладения умением задавать вопросы ребенок овладевает приемами структуризации информации и логическим мышлением.

Словари и энциклопедии также используют структуру вопрос – ответ для представления информации.

Вопросы являются основным инструментом оценки знаний на устных экзаменах. Подготовка к экзаменам зачастую строится в форме ответов на предполагаемые вопросы.

Программированные пособия

Программированное обучение развивалось как технология интерактивного обучения, позволяющая ученику обучаться в индивидуальном темпе. Программированные учебные пособия состоят из учебных текстов, рисунков, вопросов, задач, решений и указаний и имеют структуру дерева. Выбор пути от «корня» до «листа» дерева определяется правильностью ответов на вопросы и решения задач.

Работа с программированным пособием включает изучение материала с последующей проверкой результата в процессе решения задач и ответа на вопросы. Переключение на различные пути происходит посредством выбора одного ответа из предложенных к вопросу или задаче. Таким образом, многовариантный выбор кодирует типовые проблемы в усвоении материала.

Психологическая характеристика использования программированных пособий:

- несмотря на многовариантность путей изучения пособия, процесс работы ученика жестко детерминирован, свобода ученика в работе с материалом минимальна;

- *психологические реакции обучаемого должны быть точно спланированы преподавателем, создателем программированного пособия;*

- возможность случайного выбора ответа и переход на соответствующую линию изложения материала наталкивает ученика на эксперименты, не имеющие содержательной цели; иными

словами, *самодеятельность ученика не только не планируется, но даже возбраняется.*

Программированное пособие полезно при передаче простых фактических знаний. Обучаемый может пропустить, благодаря устройству пособия, детализацию отдельных вопросов. Мотивацией при работе с пособием являются внешние стимулы, например, сдача экзамена. *Возможности оценки результатов обучения в этой среде минимальны.*

Проверочные экспресс-опросы

Используются преподавателем как средство управления работой класса – быстрой мобилизацией интеллектуальных ресурсов, воспитанием собранности. Состоят из несложных заданий, не требующих поисковой деятельности. Время на выполнение ограничивают 5-7 минутами.

Работа учащегося связана с тренингом простейших интеллектуальных реакций. В работе проявляются общие способности ребенка быстро ориентироваться в окружающей обстановке, быть собранным, внимательным в течение короткого интервала времени.

Психологическая характеристика работы учащегося:

– регулярное проведение таких работ формирует у обучаемого механизмы управления собственным вниманием;

– *выполнение таких работ в классе приносит в процесс спортивный азарт и соревновательность («кто скорее?», «кто больше успеет?»);*

– *простота работы обеспечивает ее успешное выполнение, которое порождает у обучаемого уверенность, снимает скованность, уменьшает тревожность.*

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения состоит в следующем.

Возможности использования среды для формирования знаний минимальны. Формируются только элементарные реакции на уровне рефлексов. То же можно сказать про оценку результатов обучения. Проверять можно только простейшие навыки, нельзя проверить ни содержательные умения, ни концептуальные знания.

Контрольные работы

Являются наиболее традиционным способом проверки знаний. Обычно планируются на урок и содержат типовые задания, отражающие планируемые результаты обучения.

Работа ученика в процессе выполнения контрольной работы подчинена жесткому плану и точно дозирована. Включает в себя выполнение заданий и оформление по некоторому стандарту. Результаты контрольных работ фиксируются преподавателем и играют основную роль при подведении общих результатов изучения курса.

Психологическая характеристика использования в обучении контрольных работ: результаты контрольной фиксируются и, таким образом, в некотором смысле отождествляются с самим учащимся, его успехами и возможностями; изменить эти результаты нельзя, они определяют, в конечном счете, отметки в дипломе и, тем самым, социальную оценку обучаемого.

Выполнение контрольной работы является большой психологической нагрузкой на ученика; при недостаточной силе воли могут быть психологические срывы, поэтому результаты контрольной работы отражают не только степень овладения материалом, но и являются интегральным показателем способности человека утвердиться в жизни под жестким контролем сверху; неудивительно наличие множества обходных «стратегий» (списывание, «натаскивание»), позволяющих успешно писать контрольные при явно недостаточных знаниях.

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе выполнения контрольных работ состоит в следующем.

Сложившаяся система контрольных работ инициирует два процесса различной ориентации: положительный и отрицательный.

Положительный процесс – ориентация обучения на конкретные достижимые понятным трудом цели.

Отрицательный процесс – сложность реальных целей обучения далеко превосходит дидактические возможности существующих контрольных работ. Поэтому направленность на результаты обучения, сформированные набором задач, выхолащивает содержание предмета.

Наглядные пособия (рисунки, чертежи, диаграммы).

Наглядные материалы широко используются в обучении и наиболее употребительны для учеников младшего возраста.

Работа ученика с наглядным материалом имеет сложную структуру. Даже процесс «простого рассматривания» состоит из идентификации образов, их упорядочивания, сравнения. «Называние» образов учителем влечет извлечение или создание некоторого фрейма представляющего «смысл» этого образа.

Психологическая характеристика использования наглядных пособий:

– *использование наглядных пособий базируется на механизмах визуального мышления, постоянно эксплуатируемых человеком в обыденной жизни, поэтому степень внутренней свободы обучаемого при работе с наглядным материалом очень велика; обучаемый без внешней мотивации может продолжительное время работать с рисунками, ставя себе задачи самостоятельно;*

– учебные рисунки, чертежи и диаграммы имеют определенную внутреннюю структуру и в совокупности образуют язык общения между учителем (или автором этих материалов) и учеником;

– рисунки, чертежи и диаграммы могут использоваться в качестве опорных сигналов для запоминания, хранения и воспроизведения концептуальных знаний (яркий пример этого – различные виды географических карт).

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе использования наглядных пособий состоит в следующем.

Существенной особенностью наглядных пособий является их потенциальная возможность инициировать спонтанное формирование новых знаний в процессе свободной деятельности обучаемого. Другой возможностью является их целенаправленное использование преподавателем, умеющим использовать язык образов для передачи знаний и развития интеллекта обучаемого.

Соединение рисунков, графиков, чертежей и пр. с учебным текстом позволяет создавать богатые ассоциативные связи.

Оценка результатов обучения в этой среде мало формализована. Проверяться может как степень развития визуального мышления в процессе «свободной» работы с наглядным пособием, так и способность использовать язык образов для работы с концептуальными знаниями.

1. 2. Влияние парадигмы обучения на взаимодействие учителя и ученика в традиционной среде обучения

Рассмотрим в качестве примера *информационную среду* «беседа – опрос».

Система правил, определяющих поведение ученика в информационной среде:

– ученики *внимают учителю*, то есть сосредоточены на его речи, внимательны, сопереживают ему;

– ученики *могут заявить о желании высказаться* (ответить на вопрос, задать вопрос, сообщить сопутствующую информацию, сформулировать свой взгляд на предмет беседы и пр.);

– учитель *регулирует беседу*: выбирает того или иного ученика из желающих высказаться, ограничивает время на высказывание, комментирует высказывание (обращая внимание на те или иные его составляющие), определяет направление беседы (выделяя ту или иную мысль из уже высказанных или формулируя новый тезис) и так далее.

Эту информационную среду можно охарактеризовать как «диалог с аудиторией».

Реальный ход беседы зависит от состава аудитории (точнее от того, *какие высказывания и в каком порядке* будут формулироваться), от *знаний и психологических особенностей* учителя.

Формально каждая беседа описывается «деревом беседы». Ветвления этого дерева связаны с теми возможностями, которые открываются в новых высказываниях учеников или учителя. Управление беседой заключается в выборе нужного пути. Искусство ведения беседы определяется степенью «ветвистости» порождаемого дерева и тем, насколько большую роль в создании этого дерева играют ученики.

***Структура работы и проявление самостоятельности
ученика в зависимости от парадигм, которых
придерживается учитель***

Парадигма проблемного обучения

Учитель активизирует знания учеников по изучаемому вопросу (в форме монолога или в форме диалога), затем предъявляет факт, противоречащий этим знаниям. Возникшее противо-

речие активизирует теоретическое мышление обучаемых, после чего формулируется новая концепция, устраняющая противоречие (в форме монолога учителя или в диалоге).

Самодеятельность ученика в небольшой степени возможна при формулировке путей устранения противоречия.

Представляет интерес пример систематизации приемов устранения технических противоречий в инженерном деле.

Такое направление как «теория решения изобретательских задач» показывает резервы для самостоятельности ученика.

Парадигма конспектирования

Учитель ориентирует учеников на письменную фиксацию основных положений его рассказа; ученик в этом случае должен параллельно с сопереживанием речи учителя анализировать ее, выделять существенные положения и фиксировать. Как правило, такая сложная деятельность упрощается за счет пренебрежения некоторыми параметрами. Например, учитель задиктовывает основные положения или ученик конспектирует речь, пренебрегая ее содержанием. В целом можно заключить, что парадигма конспектирования резко уменьшает поле самостоятельности ученика.

Парадигма исследования

Парадигма исследования может быть реализована по-разному. Например, ведущий беседу преподаватель может изложить проблему, придерживаясь исторического принципа. Ученик при этом чувствует себя то одним, то другим лицом, совершает ошибки, делает открытия, переходит из одной эпохи в другую с их специфической атрибутикой. В этом случае самостоятельность ученика направлена на наиболее целостное сопереживание, на формирование сопутствующих чувственных образов.

Другой путь реализации парадигмы исследования связан с мысленным экспериментом. Вот как, к примеру, можно обосновать, что скорость падения тел в безвоздушном пространстве не зависит от массы тела.

Представим себе тяжелое ядро, падающее вниз. Мысленно разделим это ядро на две части. Очевидно, что скорость падения от этого не изменится. Но теперь ядро можно рассматривать как две независимых части меньшей массы.

В случае использования в беседе мысленного эксперимента ученик получает «прием» – интеллектуальный инструмент – и может попытаться применить его по аналогии к исследованию других явлений.

Парадигма соревнования

Преподаватель в процессе беседы сравнивает высказывания учеников между собой либо с предполагаемым эталонным высказыванием–ответом. Таким образом, он инициирует учеников к более полному, более точному, более быстрому высказываниям. Самодеятельность ученика связана с выработкой стратегии и тактики своего поведения в предложенном соревновании.

Парадигма коллективного обучения

Преподаватель рассматривает свою аудиторию не как однородную, но как сложившийся и формируемый коллектив. У каждого члена коллектива подразумевается некоторая ролевая функция.

Например, есть эрудит, есть генератор идей, есть критик, есть человек, высказывающийся «редко, но метко», есть любитель неординарных вопросов, есть человек с ярко проявляющимся ассоциативным мышлением, есть специалист по точным формулировкам, есть человек, умеющий «разложить все по полочкам», есть ученик, образно мыслящий и пр.

Учитель, зная эти роли или навязывая неявно другие, даст возможность ученикам не соревноваться, а самовыражаться в предложенной роли. Это дает сильный импульс к самостоятельности учеников. Здесь аналогия с театром содержательна и слово «самостоятельность» может восприниматься в принятом смысле «художественной самостоятельности».

Парадигма индуктивного обучения

Индуктивное обучение связано с возможностью формулировать общие идеи и понятия по конечному набору примеров.

Преподаватель, ведущий монолог, строит его так, чтобы предлагаемые им примеры адекватно описывали последующие теоретические понятия. Диалог возможен при сравнении примеров, выделении в них существенного и отбрасывании сопутствующих конкретизациям деталей.

Поскольку до формулировки теоретического обобщения ученик не знает, каким оно будет, его самостоятельность связана с попытками объединить разрозненные факты. После формулировки результата индукции ученик может проявлять самостоятельность в поиске других примеров, попадающих под полученное теоретическое обобщение.

Парадигма «телеграфной линии».

Непосредственное общение преподавателя с учениками есть прямая реализация данной парадигмы. Эффективность обучения определяется как квалификацией преподавателя, так и тем, какими парадигмами он руководствуется.

Тоталитарная парадигма

Преподаватель обязывает всех слушать и запоминать содержание, как правило, задиктовывая основные положения. Диалог строго регламентируется вопросами преподавателя и обязательными ответами. Часто преподаватель организует диалог, добавляя к монологу вопросы в такой форме, что ответы на них содержатся в только что произнесенной фразе. Таким образом, ответ ученика не несет содержательной нагрузки, а диалог служит только для контроля внимания учителем. Самостоятельность учеников в рамках этой парадигмы не предполагается.

Парадигма условных рефлексов

«Натаскивание» ученика в ходе беседы связано с типизацией вопросов, форм ответа и знанием «джентельменского» на-

бора ответов. Монологи учителя точно выверяются по объему информации и форме их представления. Самодетельность в рамках этой парадигмы не предполагается.

Языковая парадигма

Наиболее ярко можно продемонстрировать влияние этой парадигмы на примере обучения иностранному языку преподавателем–иностранцем, не знающим родного языка своих учеников. Сначала – это информационный шок, полное непонимание. Затем мозг ученика подсознательно анализирует, сравнивает поступающую информацию и постепенно адаптируется к новой форме представления информации. Наконец, следует использование преимуществ, возникающих от знания нового языка.

В применении к обучению другим предметам этот подход означает разговор с учениками на профессиональном языке, создание целостного мировоззрения, основывающегося на определенном взгляде на мир.

Самостоятельность ученика не ограничивается и связана с его попытками использовать новый язык, смотреть на мир «другими глазами».

Парадигма запоминания

Беседа направлена на запоминание учащимися определенных фактов или концепцией. Преподаватель использует особенности процесса запоминания, точно продумывая свою речь, повторяя формулировки в той или иной формах, возвращаясь к сказанному на новых уровнях обобщения, повторяя регулярно материал и иницилируя ученика к пересказу материала.

Самодетельность учеников связана с развитием своей памяти, заучиванием (например, стихов), тренировкой внимательности.

Таким образом, одна и та же форма работы учителя с классом порождает различные механизмы взаимодействия с учениками в зависимости от установок преподавателя.

Далее мы рассмотрим различные типы компьютерных сред и проанализируем особенности деятельности учеников в рамках этих сред и влияние установки преподавателя на организацию взаимодействия ученика и среды.

В дальнейшем изложении мы будем придерживаться типологии сред, приведенной в §3 главы I и использовать те же примеры предметных парадигм, на которые обращали внимание раньше.

1. 3. Взаимодействие ученика со средой «Базы данных»

В настоящее время имеется множество бумажных и компьютерных материалов, которые можно объединить в группу «базы данных». К ней относятся словари, справочники, карты, альбомы. Расширяя понятие «базы данных», к этой группе можно отнести библиотеки, видеотеки, фонотеки и пр.

Использование возможностей компьютера позволяет объединить последние словом «медиатека», имея в виду тенденцию перевода всех видов имеющейся информации в электронную форму.

Другим аспектом компьютеризации хранения информации является упрощение способов доступа к этой информации, удешевление доступа, «безопасность» доступа (с точки зрения ее сохранности). Отдельные блоки информации связаны между собой не только последовательностью их расположения, но любыми общими признаками, выделяемыми в форме «ключевых слов». Такая организация информации в виде «графа» получила название гипертекста. Появилась возможность новую информацию сразу готовить в таком виде, минуя этап «написания книги».

В то же время использование баз данных для учебных целей ставит ряд специфических задач. Например,

– проблема перевода имеющихся «бумажных» материалов в электронные;

– разработка подходящих для учебных целей способов доступа к информации;

– разработка методик использования больших объемов информации в обучении (обратите внимание на парадоксальность последней проблемы: ученик получает практически неограниченный доступ к информации, но учитель не владеет методикой целесообразного использования этой уникальной возможности);

– финансовые проблемы, если используются удаленные базы данных и глобальные информационные сети.

В настоящее время получают распространение сравнительно дешевые и достаточно емкие носители информации – оптические диски, которые позволяют создавать в школе локальные медиатеки для работы с учебными базами данных.

Пример. В качестве примеров учебных баз данных на оптических дисках можно привести продукты фирмы «Microsoft Home»:

«Enkarta» – детская энциклопедия;

«Ancient Lands» – энциклопедия по древнему миру;

«Dinozaurus» – энциклопедия по динозаврам.

Другими примерами являются словари, как толковые, так и для перевода на другие языки.

Оригинальным способом получения неформализованной информации являются электронные конференции, когда пользователи электронных сетей по своей инициативе отвечают на поставленный вопрос.

В используемых учебных базах энциклопедического типа используются данные следующих типов:

– тексты;

– иллюстрации;

– звук;

– анимация и видео.

Эта информация, как правило, организована в виде гипертекста. Кроме последовательного доступа к информации через

ключевые слова, имеются несколько признаков, по которым осуществляется прямой доступ. Наиболее типичные из них:

- словарь;
- географическая карта;
- период времени;
- тема.

Прямой доступ сочетается с последовательным. Например, внутри каждой темы переход к новому элементу информации осуществляет команда «шаг вперед – шаг назад», имеется команда перехода к началу темы. Кроме этого, при последовательном выборе ключевых слов запоминается «путь движения», который можно рассматривать как статью на данную тему и «двигаться» по ней, используя команды «шаг вперед – шаг назад».

Рассмотрим, какие виды учебной деятельности с базами данных порождают различные дидактические парадигмы.

Парадигма «конспектирования» в данном случае может быть интерпретирована как поиск нужной информации, написание «статьи» на данную тему простым соединением элементов базы данных.

Поиск информации или парадигма «конспектирования».

Задания на поиск информации можно условно подразделить на три типа:

– *простые задания или упражнения*; в этом случае от ученика требуется найти правильный признак, по которому информацию можно извлечь из базы данных;

– *сложные задания и задачи*; от ученика требуется собрать информацию «по крупинкам», то есть, используя разные признаки и пути доступа в базе данных;

– *исследовательские задания или проблемы*; в этом случае область поисков информации считается неограниченной – необходимо использовать различные базы данных, глобальные информационные сети, все, что может помочь найти ответ на поставленную проблему.

Особенностью заданий по работе с базами данных является то, что учитель, как правило, не знает ответа на поставленный вопрос. Роль учителя состоит в руководстве поиском информации.

Примеры работы с базой данных «Ancient Lands».

1) Упражнение.

Какие блюда использовали жители Древнего Египта в своем пищевом рационе?

2) Задача.

Когда и где произошло событие, связанное с «тройским конем»?

В каком современном государстве и где находится это место. В какие года какого века имело место это событие? Опишите его.

Какие царства участвуют в этом событии? Кто стоял во главе этих царств в описываемый период?

3) Описательное задание–исследование.

Опишите максимально подробно важнейшие события, которые имели место на Земле на рубеже нашей эры.

Какие государства существовали в это время? Какие исторические личности жили и активно работали? Какие и где шли войны? Где располагались различные государства того времени. Опишите развитие хозяйственной деятельности, характер товарообмена. Какие архитектурные сооружения, достойные упоминания, стояли в этот год на Земле? Какие из них сохранились до сих пор? Какие системы письменности и алфавиты существовали в это время?

4) Сравнительное исследование.

Сравните 1364 – 47 и 337 –320 год нашей Эры.

Какие важные изменения произошли за этот период?

а) Какие появились государства?

б) Как развивались мировоззрение, наука, религия?

в) Где и какие появились новые государства, города, архитектурные сооружения?

г) Произошли ли изменения в семейных отношениях? Изменилась ли психология людей?

5) Творческая работа.

Соберите сведения об эпохе первых императоров и напишите:

- а) статью;
- б) художественное произведение.

Замечание. По существу в исследовательских заданиях на неограниченный или неполно определенный поиск парадигма «конспектирования» заменяется «исследовательской» парадигмой. Как мы говорили выше, в реальной практике обучения учитель всегда пользуется несколькими парадигмами. Их разделение нами было сделано только в целях анализа.

Таким образом, появление баз данных позволяет создать учебную среду, в которой идея «конспектирования» получает новое звучание. Это происходит вследствие резкого роста объемов доступной информации. Правильная «навигация в морях информации» и составляет сущность обучения в этой информационной среде. «Правилами игры» являются правила доступа к информации. Управление учебной деятельностью осуществляется посредством постановки поисковых заданий.

Использование визуального мышления при работе с базами данных

Возможность хранения и удобного доступа к большим объемам визуальной информации открывает пути более эффективного использования такой информации в обучении.

Операционные ресурсы компьютера и использование цветного монитора с хорошим разрешением дает возможность управления восприятием за счет изменения цвета, расположения информации на экране, последовательности предъявления информации, создания виртуальной реальности, анимации и прочего.

Компьютерная визуальная среда представляет возможность пользователю (учителю или ученику) соединять текстовую информацию со звуковой, иллюстративной и видео-информацией,

то есть пояснять свою мысль серией наглядных образов. Самостоятельность учащегося регулируется правилами среды, определяющими возможности соединения разного рода информации.

Пример. Использование звуковой, иллюстративной и видеоинформации на компьютере объединяется понятием мультимедиа (Multimedia).

За последнее время появились специальные языки для организации такой информации непрофессиональными программистами. Примерами являются TOOL BOOK, VISUAL BASIC, DELPHI.

Рассмотрим некоторые сложившиеся приемы использования визуального мышления при работе с мультимедийными базами данных:

- просмотр минивидеоклипа, наглядно демонстрирующего некоторое действие;
- использование образов–аналогов для быстрой ориентации в информационном пространстве;
- расположение в поле зрения нескольких объектов с целью их сравнительного анализа;
- древовидная структуризация информации, имеющая целью привлечение визуального мышления для быстрого поиска информации.

Примеры.

1) Использование визуального образа–аналога.

а) Среда Windows использует образ «окон» для быстрой ориентации в параллельно используемых компьютерных программах.

б) Программы «Bob», «Bookshelf» используют соответственно образ рабочего кабинета и книжной полки для работы с различными приложениями.

в) Географическая карта и любая схема на плоскости (планарный граф) позволяют легко ориентироваться в «привязанной» к схеме информации.

г) Идея «микроскопа» позволяет переходить от одной порции визуальной информации к другой, как бы «присматриваясь» к отдельным деталям объекта.

2) Просмотр видео и анимационных клипов, демонстрирующих некоторое действие.

а) Практически во все электронные энциклопедии включена возможность просмотра небольших клипов, поясняющих работу технических устройств или фиксирующих наиболее замечательные явления, как, например, высадка человека на Луну.

б) Такие средства как «Interactive Physics», «The Geometer's Sketchpad» позволяют накопить большие библиотеки динамических иллюстраций. Воздействие на одни элементы динамических иллюстраций влияет на другие и позволяет наглядно исследовать связи между ними.

Индукция в работе с базами данных

Учебные базы данных создают технологическую основу индуктивному подходу к обучению. Большое количество разнообразных фактов и примеров, возможность их структурирования и переструктурирования при целенаправленной работе обеспечивают формирование общих понятий.

Примеры индуктивных заданий при работе с базами данных.

1) Проанализируйте написание (или произношение) группы слов, отобранной по указанному признаку. Сформулируйте правило написания (или произношения) этой группы слов. Проверьте это правило на других словах.

Например, ученику предлагается, используя возможности поиска в электронном словаре, отобрать группу слов, включающих слоги «ча» и «ща», а затем группу слов со слогами «чя» и «щя». Вторая группа оказывается пустой. Вывод: звуки «ча» и «ща» пишутся с буквой «а».

2) Соберите информацию об изменениях в скелетах динозавров за время их существования. Сформулируйте общие выводы.

3) Проанализируйте характер ремесленного труда по разным странам в начале первого тысячелетия нашей эры. Свяжите эту информацию с географическим положением стран, их социальным устройством. Сформулируйте найденные закономерности.

Организация индуктивного обучения посредством работы с базами данных подразумевает специальную методическую подготовку. Это могут быть специально организованные учебные базы данных, рассчитанные на «индуктивную реакцию» пользователей либо указания и задания по использованию баз общего назначения.

Парадигма трудового обучения в работе с базами данных

Работа с базами данных может рассматриваться с разных точек зрения как работа библиотекаря, архивариуса, ученого. Создание баз данных связано с работой натуралистов, исследователей, социологов, бизнесменов и прочих. Таким образом, работу по созданию баз, так же, как и работу по эксплуатации готовых баз данных (поиск информации, подготовка справок и обзоров) можно рассматривать как часть трудового предпрофессионального обучения. В этом случае на первое место ставятся аккуратность, законченность работ, доведение до совершенства некоторых пользовательских умений до навыков, ответственность, результативность. Задания в этом случае не должны быть сложными содержательно, не иметь исследовательского характера (по отношению к знаниям о создании и использовании баз данных). Цель обучения должна быть четко сформулирована в «квалификационной карте».

Пример. Использование базы данных «Кодекс».

1) Обучаемому предлагается подготовить справку, используя базу данных по законодательным актам РСФСР и внесенным за последний год изменениям. Задание может быть сформулировано следующим образом.

«Перечислить все постановления Совета Министров, повлекшие за собой изменения в управлении образованием. Указать все эти изменения и более ранние постановления, к которым они относятся. Указать даты и номера упомянутых постановлений».

2) Используя одну из известных оболочек для построения баз данных и информацию об электронных конференциях, построить базу данных «Электронные конференции». Обеспечить возможность по названию конференции получать информацию об объеме накопленных в ней сообщений, дату последнего сообщения, информацию о стоимости участия в ней.

3) Используя возможности электронной связи, составить библиографию по заданной теме, например, «Компьютерные средства для изучения геометрии».

4) Наладить выпуск электронного бюллетеня по интересующей теме, например, по теме «Школьная полиграфия».

Трудовое обучение может быть соединено с обучением инициативному хозяйствованию (бизнесу). В этом случае учащиеся должны уметь оценивать стоимость получаемой информации, участвовать в проектах по созданию «товарной» информации, выполнять оплачиваемые работы по обработке информации.

Парадигма «телеграфной линии» и базы данных

Напомним, что парадигма «телеграфной линии» формулировалась выше, как создание условий для наиболее плодотворного, «непосредственного» общения преподавателя с обучаемым.

Создание электронной связи с базами данных как промежуточным этапом передачи информации является прямой реализацией идеи «телеграфной линии». С этой точки зрения надо создать обучаемым доступ к медиотеке, к электронной почте, к телеконференциям, к свободно распространяемому программному обеспечению, к глобальным информационным сетям. Управление общением может осуществлять человек, хорошо информированный о развитии телекоммуникаций и способный дать совет ученикам, входящим в эту область.

Не перечисляя всех возможностей использования баз данных с позиций других парадигм, отметим, что среди учеников одной учебной группы можно организовать соревнование по ско-

рости поиска информации или полноте обзора. Участие в телеконференциях является формой коллективного обучения и в то же время касается языковой парадигмы, поскольку каждый из участников конференции может ответить на поставленный вопрос, используя свою систему понятий, свой содержательный язык.

1. 4. Взаимодействие ученика с имитационными моделями

Компьютерная имитационная модель развивает линию использования в обучении физических моделей и аналогов. Существенным отличием является то, что компьютерная модель всегда строится на основе математической. Поэтому, во-первых, точно известны границы ее применения и погрешности; а, во-вторых, экспериментальная работа с компьютерной моделью по существу равнозначна знакомству с исходной математической моделью, но с существенно большими возможностями наглядности и самостоятельности обучаемого.

Имитационные модели применяются:

- в специальном обучении для обучения опасным и сложным профессиям, связанным с большой ответственностью;

- в обучении дисциплинам, не имеющим законченной теоретической концепции, но допускающим ограниченное математическое моделирование (например, предметы социально-экономического цикла, филология);

- в обучении дисциплинам естественно-математического цикла, имеющим в основе точные математические модели, в качестве средства, повышающего наглядность обучения и дающего ученикам дополнительную свободу.

Работа с имитационной моделью включает:

- знакомство с интерфейсом;

- спонтанные эксперименты;

- экспериментальное решение поставленных задач;

- сбор и классификацию информации;
- выдвижение и проверку гипотез;
- анализ результатов и формирование математической модели явления.

Система правил, определяющая поведение ученика в информационной среде:

- ученик *может познакомиться с функциональным устройством модели*, используя «помощь», встроенную программно или общаясь с учителем;
- ученик *может самопроизвольно изменять входные параметры и следить за результатом*;
- ученик *может хранить и обрабатывать входные данные* (результаты экспериментов).

Эту информационную среду можно охарактеризовать, как «управляемый эксперимент».

Реальный ход работы с имитационной моделью зависит в большой степени от парадигмы, которой придерживается учитель, а также от степени организованности ученика. Сюжет урока строится на целевых установках, определяющих направление экспериментов. Искусство работы с имитационной моделью средни искусству экспериментатора, умеющего правильным подбором условий эксперимента выявлять сущность исследуемого явления.

Психологическая характеристика использования имитационных моделей:

- обучаемый получает полную свободу в постановке экспериментов, выдвижении и проверке гипотез;
- положительное следствие свободы – быстрое и самостоятельное исследование влияния различных факторов на ход явления и его результаты;
- отрицательное действие свободы – потеря ощущения реальности происходящих процессов и, как следствие, потеря чувства ответственности за их результаты.

Таким образом, *при изучении на имитационной модели естественных законов, на которые обучаемый реально влиять не может, отрицательного эффекта не будет; при профессиональном обучении опасным и ответственным профессиям необходимы дополнительные меры, направленные на осознание реальной опасности и ответственности за управляемые процессы; при обучении социально–психологическим и экономическим знаниям необходимо предостеречь обучаемых от гипноза неточных имитационных моделей.*

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с компьютерной имитационной моделью.

Целенаправленное формирование новых знаний осуществляется посредством постановки репродуктивных задач. Ученик отрабатывает на имитационной модели некоторые алгоритмы и решает проблемные задачи. Обучение ведется под руководством учителя. Оценка результатов обучения осуществляется путем проверки действий обучаемого на большом количестве конкретных задач и ситуаций.

Другой вариант работы с моделью – самостоятельность обучаемого. В этом случае модель является для него не системой датчиков, дающих информацию об известном объекте, а *terra incognita* – областью неизведанной, черным ящиком. Действия обучаемого структурируются не знанием предметной области, а эвристиками, общими соображениями поискового характера. Знания, получаемые при этом, отражают только моделируемую ситуацию и специфику мышления обучаемого. Среда не имеет дидактической «окраски». Оценка результатов обучения в этом случае осуществляется по глубине понимания моделируемых процессов, степени теоретического прогнозирования моделируемых явлений.

Имитационная модель исторически является первой средой, компьютерная реализация которой отвоевала место в информационной сфере. Речь идет о компьютерных играх. Парадигма соревнования вкупе с имитационными возможностями компьютера породила новую область «деятельности», которая требует специальных умений и навыков и в которой появились своеобразные знания, система передачи опыта. Мотивацию создает возможность постоянного улучшения игровых навыков в бесконечно повторяющейся ситуации. Простота управления игрой и имитация достижения успеха делают компьютерные игры мощным компенсаторным средством. Если у ребенка или взрослого имеются проблемы с их положением в обществе, то игра может снять напряжение, улучшить эмоциональный фон. С другой стороны, игры, как правило, представляют собой замкнутую область «деятельности». Компенсация игрой не решает проблемы индивидуума, а только отвлекает от них. Поэтому игры, как таковые, без учета процесса, который они моделируют, нельзя рассматривать как учебную среду.

Меньшее распространение получили имитационные компьютерные программы, реализующие парадигму исследования. Рассмотрим прежде всего наиболее распространенные – вошедшие в сферу отдыха и развлечений, то есть по сути дела другой тип игр.

Имеется ряд игровых программ типа «Quest», когда игрок может исследовать окружающую «среду», осуществляя с ней некоторые действия или задавая «действующим лицам» вопросы произвольного характера.

Такие программы могут нести содержательную нагрузку, если содержательна исследуемая виртуальная среда. Но даже если «среда» надумана и не имеет содержательных аналогов, все равно остается важным исследовательский подход к ее изучению. Индивидуум, работающий с такой средой, развивает общие алгоритмы исследовательского подхода – эвристики.

Появление программ типа «SimCity» открыло двери к имитационному моделированию сложных систем. Наиболее просто основная идея таких сред демонстрируется на примере игры «Жизнь», в которой по заданной конфигурации колонии «организмов» на бесконечной «шахматной» доске в соответствии с тремя простыми правилами прослеживается ход развития этой колонии. Более сложные системы содержат большее число элементарных объектов, которыми управляют более сложные правила. Мотивация деятельности человека в таких средах описывается парадигмой бихевиористов «если окружающая среда достаточно сложно устроена, то даже простые правила взаимодействия с ней создадут впечатление сложного и глубоко продуманного сценария». Действительно, начинающего работать с этой средой человека захватывает многоцветье возможностей при небольшом числе принимаемых им решений. Самодеятельная работа в среде инициирует самостоятельную постановку задач, их выполнение, накопление опыта, постановку более сложных задач, выдвижение гипотез, их проверку и так далее. Иными словами, реализуется концепция исследовательского подхода к обучению в условиях самодеятельности обучаемого.

Рассмотрим более детально характер взаимодействия обучающегося с имитационными моделями в рамках различных парадигм обучения.

Парадигма исследовательского обучения в работе с имитационными моделями

Перечислим факторы, обеспечивающие имитационной модели возможность использования в исследовательском обучении:

– *визуализация явления* – обучаемый имеет возможность наглядно видеть моделируемые процессы;

– *интерактивность* – обучаемый может изменять параметры модели и наглядно видеть результаты действия;

– *избирательность* – как правило, варьированию доступны только базовые параметры модели, поэтому обучаемый избавлен от потока несущественной информации;

– *хранение и обработка результатов* – обычно с имитационной моделью соединены средства для вычислений, упорядочивания и отбора получаемой при работе с моделью информации;

– *наличие механизмов управления деятельностью обучаемого* – в простейшем случае к модели могут прилагаться задания, которые направляют исследование в надлежащее русло, в других случаях это могут быть программы изменения базовых параметров модели, инициирующие согласованные изменения управляемых параметров обучаемым и, тем самым, приводящие к формированию полезных навыков.

Реализация парадигмы проблемного обучения при работе с имитационными программами

В основе проблемного обучения лежит понятие проблемной ситуации. Проблемная ситуация возникает, когда новый факт, воспринятый обучаемым, вступает в противоречие со сложившейся системой знаний. Возникающий психологический конфликт является стимулом для интеллектуальной деятельности, результатом которой является более целостная система знаний.

Работа с имитационной моделью не тождественна работе с реальностью. Всегда есть явления, которые не учитываются моделью. Таким образом, одним из регулярных способов порождения проблемных ситуаций будет работа с моделью вне границ ее применимости.

Пример. Модель отскоков мячика с постоянной потерей энергии.

В работе [П8] подробно описан сюжет с данным названием, который уже был упомянут в нашей работе.

Обучаемый может для любого момента времени определить высоту, на которой находится мячик в этот момент времени. Одним из пунктов исследования является построение закономерности моментов отскоков. Другим пунктом является определение момента остановки шарика. Получаемые в результате исследования ответы являются на первый взгляд противоречивыми. С одной стороны момент остановки может быть найден экспериментально, с другой стороны количество отскоков шарика бесконечно! Это противоречие аналогично апории Зенона «Догонит ли Ахиллес черепаху». Противоречие разрешается обсуждением свойств бесконечно убывающей геометрической последовательности, которую образуют промежутки времени между последовательными отскоками. Сумма этой бесконечной прогрессии получается конечной! Таким образом, путем разрешения противоречия между реальностью и «невозможным» результатом, порожденным моделью, формируется понятие о характерном свойстве бесконечно убывающей геометрической прогрессии.

Другим, более плодотворным путем создания проблемной ситуации является путь моделирования парадоксальных явлений, как таковых.

Пример. Маятник Капицы.

Используя среду Interactive Physics /«Живая физика» можно смоделировать обычный подвесной математический маятник, у которого есть две точки равновесия. Одна точка равновесия находится в нижней части траектории, вторая – в верхней. Первая точка устойчива, то есть при небольшом отклонении от нее маятник возвращается в это положение. Вторая точка является неустойчивой: любое небольшое отклонение от нее выводит маятник из этого состояния.

Если теперь задать вертикальные колебания оси подвеса маятника, то при достаточно большой частоте колебаний верхняя точка также становится устойчивой. В это трудно поверить, но

такой эксперимент можно поставить и с реальным маятником. Изыщные физические рассуждения [Б8] обосновывают этот эффект.

Отметим, что возникновение проблемной ситуации может произойти только тогда, когда у обучаемого имеется достаточное количество фактов и знаний о данном явлении. Поэтому проблемное обучение в работе с имитационной моделью тесно связано с ее исследованием: проведением экспериментов, накоплением и обработкой данных, формулировкой гипотез.

Парадигма «конспектирования» в работе с имитационными моделями.

Обсуждая парадигму конспектирования в отношении работы с базами данных, мы дали ей интерпретацию «поиска информации». Однако средства хранения информации могут быть иными, нежели базы данных. Имитационную модель можно рассматривать как процедурный способ хранения информации. В этом случае ответ на вопрос, «каким будет характер некоторого явления при данных условиях», можно искать не перебором исследований на данную тему, а нахождением или созданием соответствующей имитационной модели и заданием в ней свободных параметров по известным условиям.

Пример.

1) Ответ на вопрос «Какая температура на глубине 10 км под поверхностью Земли?» можно искать в геологических справочниках, а можно получить используя геологическую модель Земли.

2) Ответ на вопрос «Какова была численность динозавров на Земле?» можно получить только прогнозированием с помощью моделирования биологических процессов на Земле, поскольку прямой подсчет не является возможным и эта информация не может быть фактической.

Для многих видов информации процедурный способ хранения является единственно возможным. Например, никому теперь не придет в голову хранить таблицы взаимоположения небесных тел. Вместо этого используются формулы или вычислительные алгоритмы, основанные на законах Ньютона.

Парадигма «трудового обучения» в работе с имитационными моделями

Если имитационная модель достаточно хорошо моделирует физическое явление или технический процесс в реальном времени, ее можно использовать как тренажер для формирования профессиональных умений и навыков. Как правило эти профессиональные познания связаны со сферой управления технологическими процессами, транспортом и пр. Другая область профессиональных знаний, усвоению которых помогает имитационное моделирование, – знания об информационных (компьютерных) инструментах. В настоящее время все достаточно сложные профессиональные компьютерные инструментальные системы снабжены демонстрационными роликами, которые при минимальном управлении, имитируют работу программы на базовых примерах.

1. 5. Взаимодействие ученика с моделирующими программами свободной конфигурации

Моделирующие программы свободной конфигурации по своим дидактическим возможностям близки к имитационным программам, взаимодействие с которыми обсуждалось в п. 5. 4.

Особенности работы с моделирующими программами свободной конфигурации покажем на следующих примерах.

Одна из новых возможностей использования идеи имитационного моделирования в обучении состоит в конструировании

модели для имитации заданного явления или процесса. Исследование явления осуществляется тогда через следующие этапы:

- выбор моделируемых параметров;
 - выбор модели зависимости между ними;
 - конструирование модели;
 - работа с моделью, исследование ее поведения;
 - сравнение полученных результатов с моделируемым явлением;
- .– уточнение модели и так далее.

Пример. В работе [Н1] рассматривается знакомство с элементами математического анализа посредством конструирования имитационных моделей распространенных физических явлений. Выделены семь базовых моделей:

- модель равномерного движения;
- модель равнопеременного движения;
- модель гармонических колебаний;
- модель вязкого трения;
- модель упругого удара;
- модель броуновского движения;
- модель случайных силовых возмущений.

С каждой из этих базовых моделей связана элементарная функция или класс функций, соответственно:

- линейная функция;
- квадратическая функция;
- тригонометрическая функция;
- показательная функция;
- модуль;
- непрерывная функция;
- дифференцируемая функция.

Кроме того, с каждой моделью связана некоторая плоская кривая, соответственно:

- прямая;
- парабола;
- эллипс;
- гиперболоа;
- ломаная;

- произвольная кривая на плоскости;
- гладкая кривая.

«Устройство» моделей настолько просто, что они могут быть реализованы на любом школьном компьютере. Новые значения параметров t , x , v (время, координата, скорость) перечисляются по формулам: $t + \Delta t \rightarrow t$; $x + v \cdot \Delta t \rightarrow x$; $v + a \cdot \Delta t \rightarrow v$.

Ускорение a для разных моделей вычисляется по разному:

- 1) $0 \rightarrow a$ для равномерного движения;
- 2) $a_0 = const \rightarrow a$ для равнопеременного движения;
- 3) $-k(x - x_0) \rightarrow a$ для гармонических колебаний (Закон Гука, $(k > 0)$);
- 4) $-kv \rightarrow a$ для вязкого трения $(k > 0)$;
- 5) (случайное число из заданного промежутка) $\rightarrow a$ для случайных силовых возмущений.

Для двух других моделей по разному вычисляется скорость:

- 6) если $x \geq x_0$, то $-v_0 \rightarrow v_0$ для упругого удара;
- 7) (случайное число из заданного промежутка) $\rightarrow v$ для броуновского движения.

В случае плоского движения аналогичные формулы выписываются и по второй координате.

Следующие задания показывают примеры исследований на одной из моделей.

Задание 1. Смоделируйте движение, начинающееся из равновесного положения в центре экрана. Амплитуда колебаний такая, что точка достигает границ экрана.

Задание 2. Смоделируйте график функции $x = 100 + 100 \cdot \sin \frac{t}{10}$. (Единицы измерения – точки экрана).

Задание 3. С помощью программы, моделирующей плоское движение под действием двух различных упругих восстанавливающих сил, взаимно-перпендикулярных друг другу, смоделируйте траектории, представленные на рисунке (фигуры Лиссажу) (рис. 97).

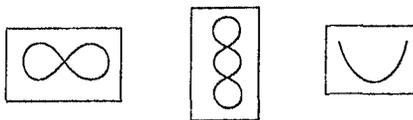


Рис. 97

Реализация исследовательского подхода в работе с моделями близко связана с парадигмой проблемного обучения.

Показательным примером оболочки для моделирования является среда Interactive Physics /«Живая Физика» (рис. 98).

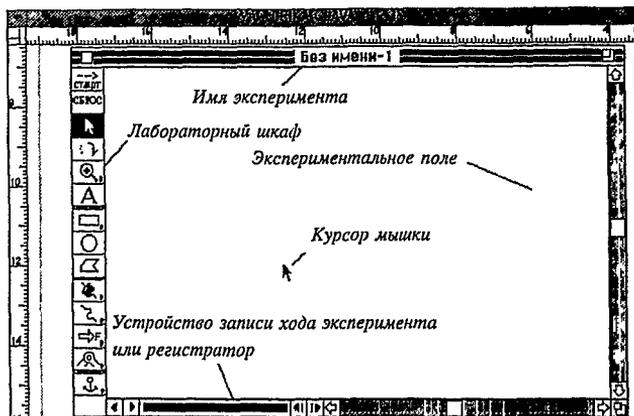


Рис. 98

«Живая Физика» – это сочетание двух частей, первая из которых позволяет, буквально, нарисовать элементы создаваемого эксперимента и задать связи между ними и «окружающей средой», а вторая – воплотить эксперимент в жизнь, т.е. выполнить необходимые расчеты, базируясь на основных законах механики Ньютона, и представить динамику эксперимента. «Живая Физика» предоставляет возможность использования таких элементов, как пружины, веревки, демпферы, связывающих тела произвольной формы, а также измерители всевозможных физических величин.

Для проведения эксперимента используется набор исследуемых объектов, экспериментальная камера, измерительные приборы и устройство, записывающее ход

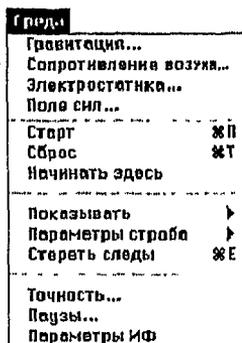


Рис. 99

событий и результаты наблюдений. Все эти составные части имеются в «Живой Физике» (рис. 99).

Команды задания свойств среды позволяют смоделировать различные условия прохождения эксперимента:

- включить или выключить учет гравитации, смоделировать притяжение Земли или Луны;
- указать надо ли учитывать сопротивление воздуха;
- определить характер сопротивления;
- определить характер электростатического взаимодействия;
- задать какое-либо поле сил, например, смоделировать ветер.

Моделирующие программы свободной конфигурации отличаются от имитационных моделей практически неограниченным спектром возможностей.

Парадигма исследовательского обучения получает сильную поддержку в такой среде. Ученик может самостоятельно создавать различные физические конструкции и экспериментировать с ними. Ему нетрудно упростить или усложнить модель, построить более сложную конструкцию из менее сложных.

Благодаря возможности делать и накапливать числовые измерения, учитель может использовать среду для «открытия» физических законов. Таким образом, среда обеспечивает индуктивный подход к обучению.

Специально подобранные сюжеты могут продемонстрировать «неожиданные эффекты». Например, средствами «Живой Физики» можно построить маятник Капицы, о котором говорилось выше. Это значит, что в среде возможна реализация проблемного обучения. «Необычную» конструкцию может создать сам ученик – это существенно увеличивает эффект реальности по сравнению с уже готовыми имитационными сюжетами.

Наконец, среда позволяет ученику осуществлять самопроизвольную деятельность, создавая «произведения инженерного искусства».

1. 6. Компьютерный инструментарий

По существу, все программное обеспечение компьютера есть информационный инструментарий. Таким образом, история на новом уровне вновь вернулась к «ремесленничеству», с тем дополнением, что один раз созданный инструмент может быть доступен всем пользователям практически мгновенно. Существенное отличие от «ремесленничества» состоит в том, что инструмент постоянно совершенствуется.

Практически, существующий курс обучения информатике построен на изучении компьютерных инструментов. Улучшение параметров компьютеров привело к появлению инструментов, заменяющих рутинную работу в некоторых традиционных профессиях: издательской, бухгалтерской, делопроизводческой и других профессиях, имеющих дело с обработкой информации.

Работа с инструментом включает:

- ознакомление с устройством инструмента, освоение его возможностей;
- использование инструмента по его специальному назначению, что включает, как правило, дополнительные предметные знания.

Пример. Появление инструмента для символьных вычислений (REDUCE, DERIVE, MATHEMATICS) в математике привело к тому, что практически все типы заданий, выполняемых школьником или студентом, можно смоделировать в рамках этих инструментальных сред: осуществлять тождественные преобразования, решать уравнения, дифференцировать и интегрировать, разлагать в ряды и т. п. Наличие таких инструментов позволяет ставить и решать сложные задачи, при условии, что ученик хорошо понимает смысл используемых операций.

Психологическая характеристика использования компьютерных инструментов:

- *общение с мощным компьютерным инструментом обедня-*

ет психомоторную сферу деятельности человека – это и есть плата за те возможности, которые дает машина, за возможность сделать труд более производительным; с другой стороны сворачивание рутинной работы делает более сложными интеллектуальные операции; происходит смещение области контакта с внешней средой – на смену обучения «руками» приходит обучение «глазами»; отсюда большая роль, которую приобретает визуальное мышление;

– быстрое развитие и совершенствование компьютерного инструмента представляет неограниченную сферу самостоятельности обучаемому, позволяет обогнать своего учителя, знакомиться с новыми профессиями, практически проверять свою предрасположенность к различным специальностям.

Специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с компьютерным инструментом состоит в следующем.

Как уже говорилось, замечательной возможностью использования компьютерного инструмента является высокая степень свободы обучаемого. Таким образом, правильно подобранное программное обеспечение, наличие справочных материалов и учебных пособий обеспечивает самостоятельное обучение.

Настоящий период технического прогресса можно назвать «информационной революцией», поэтому социальная значимость работы с компьютерным инструментом и мотивированность этой деятельности велика.

Оценка результатов обучения в этой среде может производиться по «продуктам», которые могут быть произведены обучаемым, по рациональности и эффективности его труда.

1. 7. Взаимодействие ученика со средой типа «микромир»

Рассмотрим этот вопрос на примере взаимодействия учащегося с предметной геометрической средой «The Geometer's Sketchpad».

Несколько десятков команд этого компьютерного средства направляют произвольную деятельность учащегося в русло конструктивной геометрии, геометрических построений. Замечательно, что парадигма математики, представленная средой, совпадает с парадигмой древних греков и арабов. Основным является геометрический опыт. Например, число в этой парадигме – это величина – длина отрезка. Число невозможно получить иначе, как геометрическую характеристику, под сложением или умножением чисел подразумеваются некоторые операции с отрезками. Система команд такова, что построения можно делать, имитируя построение циркулем и линейкой (рис. 100).

Можно использовать и более сложные операции, которые заменяют достаточно длинную последовательность элементарных построений. Тем самым некоторые сложные задачи можно решать быстро, используя эти макрооперации. Это, как мы указывали выше, естественный путь овладения ребенком своими умственными возможностями. С другой стороны, последовательность построений – алгоритм – можно запомнить и затем использовать как макрокоманду.

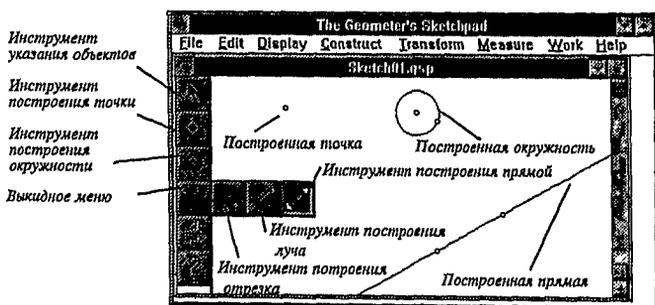


Рис. 100

Кроме команд, связанных с классическими построениями циркулем и линейкой, есть команды геометрических преобразований: симметрии, поворота, параллельного переноса. То, что раньше было теоретическими понятиями, реализовано в виде наглядных образов. Превращение понятий движения в инструмент потребовало вспомогательных команд для определения центра вращения, оси симметрии, вектора переноса. Таким образом, выполняя те или иные движения, ребенок необходимо овладевает их структурой.

Появились и команды измерения геометрических характеристик. Они создали виртуальную (не существующую ранее) реальность, позволив связать с каждым геометрическим объектом числа: длины, площади, величины углов.

Работа ребенка с геометрией начинается с фигур. Но фигура сама по себе сложный объект, состоящий из множества точек. Как начать изучение геометрии? Хорошо бы начать изучение геометрии с понятий точки и прямой, но это абстрактные объекты. В обсуждаемой среде точки и прямые стали объектами реальными, и вопрос отпадает сам собой. Конечно, объекты среды – это только модели абстрактных понятий, но для овладения основными понятиями на наглядном опыте это не мешает. Их можно раскрашивать, заставлять двигаться, все это созвучно потребностям ребенка, и он может свободно творить в этой среде. Но, как мы помним, *среда построена на моделировании основных геометрических понятий, поэтому «свободное плавание» в ней постепенно формирует адекватные представления о понятиях, а целенаправленная деятельность, корректируемая учителем – математические знания.*

Наконец, противопоставление информатики и предметных знаний в этой среде не существует. Здесь нет специальных объектов, на которых строятся алгоритмы. Объекты предметно содержательны, поэтому построение алгоритмов важно не только

ради построения алгоритмов, но имеет продуктивную цель – получение в результате применения алгоритма содержательного результата.

В среде типа «микромир» возможен широкий спектр деятельности с основными объектами среды.

Так «The Geometer's Sketchpad» может использоваться как текстовый или графический редактор. Младшие школьники могут создавать простые картинки и мультики. Самое главное, что при этом они работают с математическими объектами и любая деятельность становится предметно содержательной.

Рассмотрим среду «микромир» с точки зрения реализации различных парадигм обучения.

Парадигма конспектирования

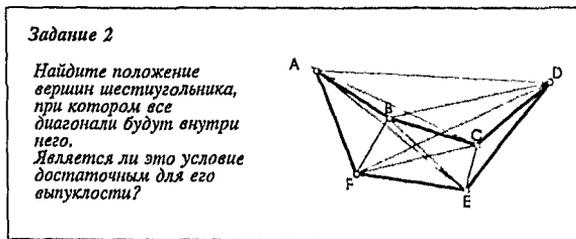


Рис. 101

Как уже говорилось, обучаемый может сделать подборку текстов и объектов с различных страниц блокнота (скетчей), добавить к ним свои объекты и комментарии. Он может подготовить к публикации материалы своих исследований, используя возможность создания динамических таблиц и оформление текста. Учащийся может подготовить опорный конспект для устного выступления с демонстрацией динамических рисунков, анимацией, скрытых элементов чертежей и комментариев.

Таким образом, микромир «The Geometer's Sketchpad» может рассматриваться как удобное средство внешнего оформления и представления работ по геометрии.

(Пример на рис. 101).

Парадигма «телеграфной линии»

Как использовать среду «микромир» для повышения эффекта взаимодействия опытного педагога и ученика?

Выделим две формы общения – очную и заочную.

В первом случае преподаватель имеет возможность снабдить свой рассказ наглядными динамическими иллюстрациями, продемонстрировать построение сложных объектов, не боясь «искажения информации при передаче», так как ученики получают построенные объекты, которые могут затем исследовать самостоятельно, восстановив, в частности, всю последовательность построений.

Последнее преимущество сохраняется и при заочном обучении – учитель и ученик могут общаться не описаниями построений, а построенными объектами, которые включают в себе как результат построений, так и их последовательность.

Таким образом, среда «микромир» дает новые формы для передачи знания и, таким образом, может использоваться для повышения эффективности общения учителя и ученика.

Языковая парадигма и парадигма визуализации

Дает ли среда «микромир» новый «язык», новые формы представления знаний, в которых некоторые знания становятся очевидными?

Разумеется, дает. Поскольку «микромир» позволяет увидеть и непосредственно поработать с абстрактными объектами, здесь имеет место обратная связь языка описания с самими объектами. Появляется новое звено – модель, которая тоже играет роль языка и позволяет экспериментально познать многие присущие понятию свойства.

В среде «The Geometer's Sketchpad» имеется возможность сравнить различные формы описания объекта, например, в метрической терминологии и в терминах преобразований, одновременно можно следить за взаимовлиянием каких-то объектов и получить его в форме функциональной зависимости.

Таким образом, «микромир» позволяют реализовать языковую парадигму посредством множества различных форм представления объектов, посредством визуализации объектов и их свойств.

Парадигма «условных рефлексов»

У среды «микромир» имеются возможности использовать психомоторные навыки для поддержки усвоения концептуальных знаний. Например, чтение текста учебника может сопровождаться простыми упражнениями с объектами среды, которые иллюстрируют текст и связывают с ним и иллюстрациями некоторые движения.

Пусть ученику предлагается следующее определение окружности. «Множество точек плоскости, находящихся на данном положительном расстоянии R от данной точки этой плоскости, называется окружностью, R – радиусом этой окружности».

Далее ему предлагаются два задания. В первом задании ученик должен согласовать положение точек со значением расстояний, имея одну степень свободы, во втором случае – почувствовать кривизну окружности, следя за расстоянием до центра и двигая точку с двумя степенями свободы.

Пример (рис. 102).

Таким образом, среда «микромир» позволяет реализовать парадигму условных рефлексов за счет деятельности с объектами среды в сочетании с комментариями и иллюстрациями.

Парадигмы исследовательского и индуктивного обучения

Практически все компьютерные объектно-ориентированные среды позволяют реализовать парадигмы исследовательского и индуктивного обучения.

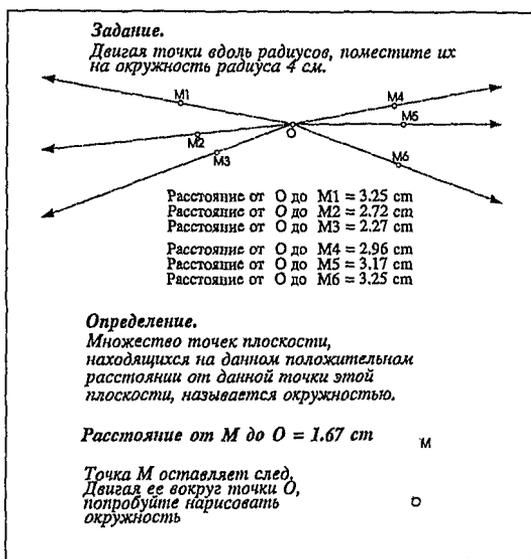


Рис. 102

Можно выделить два крупных направления деятельности, в рамках которых эти парадигмы реализуются:

- конструирование объектов с заданными свойствами;
- изучение свойств заданного объекта.

Возможна и комплексная деятельность, когда изучаются свойства объекта, выдвигается гипотеза, которая проверяется непосредственным конструированием.

Пример. С помощью «The Geometer's Sketchpad» можно попытаться провести исследование и найти множество середин хорд, высекаемых данной окружностью на прямых, проходящих через фиксированную точку A.

Для ответа на вопрос ученик может сделать манипулятор и получить искомое множество экспериментально, в форме следа, оставленного серединой хорды.

Далее можно провести исследование для случаев, когда точка A вне окружности, внутри ее, на ней, «почти совпадает» с центром окружности, удалена «на бесконечность».

После этих исследований ученик легко может сделать гипотезу «искомое множество – окружность».

Гипотезу можно проверить, построив окружность по трем точкам (серединам каких-то хорд) и сравнив ее со следом.

Наконец, убедившись, что искомое множество окружность, можно выдвинуть гипотезу о расположении ее центра. Гипотезу опять же можно проверить экспериментально, сравнивая построенную на основе гипотезы окружность со следом, оставляемым серединой хорды.

Таким образом, среда «микромир» позволяет организовывать наблюдение объектов, вводить контролируемые параметры, набирать статистику. На основании этих данных ученик может выдвигать гипотезы, которые проверяются в рамках этой же среды.

Для этого строится гипотетическая конструкция и значения контролируемых параметров сравниваются с теми, которые порождает эта конструкция.

Хотя формальное доказательство в этой схеме отсутствует, этап построения, следующий за этапом анализа, обеспечивает адекватное восприятие проблемы.

1. 8. Взаимодействие ученика с экспертной системой

Рассмотрим различные аспекты взаимодействия ученика с экспертной системой на примере среды «Verifier», поддерживающей исследовательские задачи по математике и физике, работа с которой ведется в ЦПО «Информатизация образования» Института Продуктивного Обучения.

Основные свойства среды

Каким свойствам должна удовлетворять среда, поддерживающая исследовательские задачи? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним как работают с задачами ученики.

Ученик, который любит решать задачи, берет задачник и решает задачи, сверяясь с ответом. Если ответы не совпадают, задумывается, ищет ошибку. Однако порой сравнение оказывается нелегким делом.

Например, уравнение $\sin(x) + \sqrt{3} \cdot \cos(x) = \sqrt{2}$ можно свести к простому тригонометрическому уравнению

$$\sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \text{ или к алгебраическому относительно}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right). \text{ Ответы по форме будут совершенно различны.}$$

Таким образом, для удобства пользования задачником нужно *ответ сделать независимым от формы представления знаний.*

Ученик, который решает задачи до тех пор, пока они решаются, при несовпадении ответов спрашивает: «Почему ответ не сходится?», «Где я ошибся?» Не получив ответа на эти вопросы, он бросает задачу. Если в задачнике даже приведено решение, читать его он не будет.

Точно так же, но по другим причинам, отнесется к решению *ученик, который любит решать задачи.* Решение он не читает из принципа, ведь прочтя его он потеряет возможность найти его самостоятельно!

Практически проблема преодоления этого парадокса решается наличием опытного педагога, который внимательно следит за развитием решения и, время от времени, комментирует его: «Посмотри: вот пример, который показывает, что ты не прав. Измени свое решение, чтобы оно охватывало и этот случай».

Таким образом, для дальнейшего улучшения задачника нужно *сделать возможным анализ частичного решения задачи, демонстрируя примеры объектов, на которых частичное решение отличается от полного.*

Описываемое далее средство представляет собой автоматизированный задачник, включающий условия задач, ответы и реакции на действия ученика. Замечательным свойством задачника является практически неограниченное количество различных реакций. Формирование реакции происходит автоматически на основе представленного учеником частичного решения задачи. Таким образом, средство автоматически подстраивается под ход рассуждений ученика и обеспечивает ведение диалога по ходу решения, аналогичного беседе с преподавателем.

Каким образом в этом задачнике решается проблема независимости ответа от формы представления ?

В математических задачах ответами, как правило, являются математические объекты: числа, функции, уравнения, неравенства, множества, фигуры, логические цепочки, высказывания, алгоритмы, алгебраические выражения и пр. Проблема независимости ответа от формы представления решается использованием в системе «задачник» средств адекватного представления самих объектов.

Предлагаемый задачник *принципиально рассчитан на естественное описание основных математических объектов*, поэтому допускает любое представление ответа.

Пример. Варианты ответа: $1, \sin \frac{\pi}{2}, e^0$ будут рассматриваться системой как эквивалентные.

Проблема поддержания диалога с учеником решается так: предложенное учеником решение сравнивается с правильным на обширном множестве примеров. Примеры, на которых решения не совпадают, демонстрируются ученику с соответствующими ситуации комментариями. Ученику дается возможность делать выводы самостоятельно, его инициатива не подавляется, чувство собственного достоинства не страдает.

Изменение формы представления задачи

Существует множество задач, традиционно формулируемых так, что ответ либо содержится в формулировке, либо настолько мало информативен, что не может служить средством обратной связи.

Ярким примером таких задач являются задачи на доказательство.

Проблема переноса таких задач в данный автоматизированный задачник связана с поиском эквивалентной задачи с содержательным по форме ответом. Опасность, подстерегающая составителя, заключается в том, что использование большинства задач подразумевает некоторую установку обучаемого, создание которой подразумевается, но явно не формулируется.

Вводя в обучение компьютерное средство, и меняя характер взаимоотношений учителя, ученика и задачи, необходимо найти такую формулировку задачи, чтобы содержательная деятельность не превратилась в созерцание или метод проб и ошибок.

Ниже будут представлены некоторые общие приемы, позволяющие сохранить плодотворную идею, содержащуюся в задаче, при изменении ее формы.

В качестве основного примера рассмотрим задачи на доказательство.

По существу, поиск доказательства – это поиск такой интерпретации задачи, в которой ответ очевиден. Сам поиск, как правило, связан с аккуратным перечислением возможных случаев, их классификацией и объединением результатов.

Таким образом, содержательные задачи на доказательство можно пытаться заменить задачами двух типов:

- задачи на преобразование объекта в соответствии с поставленной целью,
- задачи на перечисление всех частных случаев исследуемой проблемы.

Пример 1. (Доказательство тождества).

Исходная формулировка. Доказать тождество:

$$\sin^4 a + \cos^4 a = 1 - \frac{1}{2\sin^2 2a}.$$

Преобразованная задача. Выразить $c = \sin^4 a + \cos^4 a$ через $b = \sin 2a$.

Ответ: $c = 1 - \frac{1}{2b^2}.$

Пример 2. (Доказательство неравенства с модулем).

Исходная формулировка. Докажите неравенство

$$|x + y| \leq |x| + |y|.$$

Комментарий. Доказательство осуществляется перебором всех сочетаний знаков x и y и «снятием» знака модуля.

Преобразованная задача. При каких условиях на x и y выполняется равенство $|x + y| = |x| + |y|$?

Ответ: $(x < 0 \ \& \ y < 0) \vee (x > 0 \ \& \ y > 0) \vee (x = 0) \vee (y = 0).$

Планирование реакции на частичные решения

Ученику порой невдомек, каким образом преподаватель, только взглянув на решение задачи, уже знает, что ответ неверен. Секрет прост: учитель, прежде чем проверять ход решения, проверяет некоторые условия, которым необходимо должен удовлетворять правильный ответ. Сам характер этих признаков таков, что они связаны с общими математическими понятиями и могли бы помочь ученику в процессе решения, предотвращая поиски на ложных направлениях. Описываемая среда позволяет осуществлять проверку ответа по указанным признакам и демонстрировать решающему соответствующую реакцию.

Рассмотрим типовой пример организации таких реакций.

Пример. Нахождение производной.

Найдите производную функции $y = \sin^2 2x$.

Планирование реакций:

Необходимое условие 1: $f(-x) = -f(x)$ (функция является нечетной).

Реакция при нарушении условия: «производная четной функции должна быть нечетной».

Необходимое условие 2: $f\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = f(x)$.

Реакция при нарушении условия: «производная периодической функции периодическая, причем период функции должен быть и периодом ее производной».

Достаточное условие: $f(x) = \sin 4x$.

Реакция при нарушении условия: «производная найдена неверно».

Использование средства для организации поисковой деятельности обучаемых

Перечисленные выше примеры – дань существующим традициям обучения математике. Альтернативой такому обучению является подход, описанный в педагогических работах Пойа, в котором на первый план выдвигается процесс поиска решения задачи.

Сами задачи, использующиеся при таком обучении, существенно отличаются от привычных школьнику упражнений на закрепление техники владения математическим аппаратом. По существу, они представляют проблемные ситуации, требующие осмысления, связанного с анализом примеров, выдвижением гипотез и их обоснованием. Эти задачи отличает одна характерная особенность: их решение связано с формированием математической интуиции, проникновением в сущность тех или иных математических идей.

Пример. Изображение на иллюстрации объектов, визуально характеризующих правильность ответа.

Приведите пример функции, у которой ось y является осью симметрии графика, а точка $(1;1)$ центром симметрии.

Пример ответа: $y = 1 - \cos\left(\frac{px}{2}\right)$.

Иллюстрация: На рисунке изображены немасштабированные оси координат и точка (1;1).

Демонстрация: Кроме графика функции, заданной учеником, демонстрируется другим цветом график функции $y = f(-x)$, если нарушено условие осевой симметрии $f(-x) = f(x)$, или график функции $y = 2 - f(2 - x)$, если нарушено условие центральной симметрии $f(x) = 2 - f(2 - x)$.

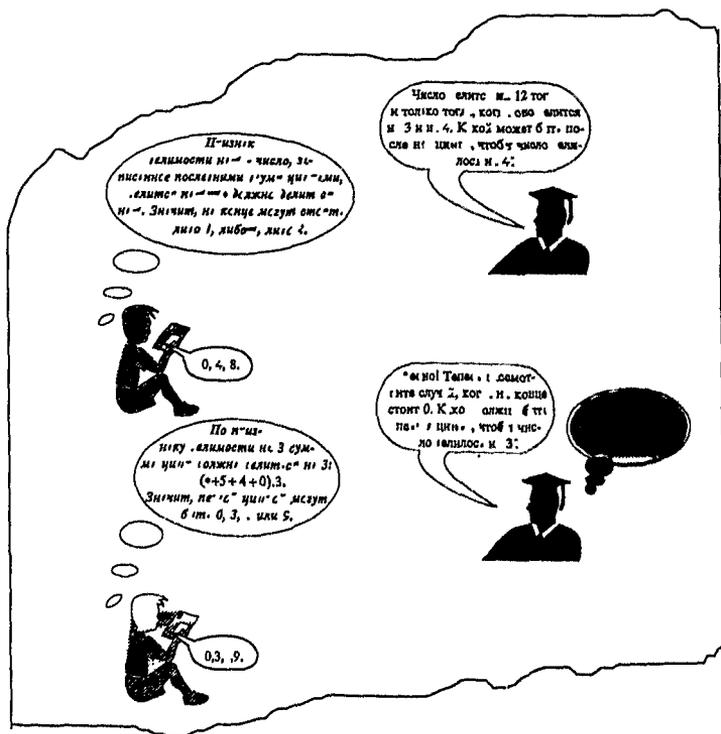


Рис. 103

Предлагаемое средство предоставляет возможность работать и с такими задачами. Для этих целей существует главный инструмент средства: *перечни примеров*. Перечни имеют смысл в задачах, ответ которых содержит «степени свободы», например параметры. Система осуществляет автоматический перебор комбинаций этих параметров, сравнивая для них правильный ответ с ответом ученика. Первый же пример, на котором обнаруживается расхождение, демонстрируется в удобной форме обучаемому. Соответствующий комментарий помогает определить причину расхождения ответов. Таким образом, средство выступает как экспертная система, с которой ведет диалог учащийся.

Пример. Нахождение условий истинности утверждения, содержащего параметры.

Найдите условия, при которых сумма корней квадратного трехчлена $ax^2 + bx + c$ положительна.

Планирование реакций:

Необходимое условие: трехчлен имеет два корня, т.е. $b^2 - 4ac > 0$.

Достаточное условие: дискриминант положителен, коэффициент приведенного трехчлена при x отрицателен, т.е. кроме

написанного условия еще $\frac{b}{a} < 0$.

Использованная идеология позволяет обратить идею перечней: ученику предлагается придумать пример с заданными свойствами. Правильный ответ представляет собой набор условий, которым должен удовлетворять ответ. В случае, когда одно из условий нарушается, ученик получает соответствующую информацию, которая может сопровождаться демонстрацией. Заметим, что задачи типа «приведите пример любого объекта с заданными свойствами» принципиально не могли иметь ответа в обычных задачах и очень мало в них представлены.

Пример 1. Определение тригонометрических функций.

Придумайте четыре последовательных натуральных числа, синусы которых отрицательны.

Пример ответа: (32; 33; 34; 35).

Планирование реакций:

Необходимое условие 1: числа целые.

Необходимое условие 2: числа положительные.

Необходимое условие 3: числа последовательные.

Достаточное условие: синусы чисел отрицательны и выполнены все предыдущие условия.

Пример 2. Линейная функция.

Придумайте линейную функцию, оба коэффициента которой больше 10, но абсолютная величина корня меньше 0,1.

Пример ответа: такой функцией является $y = 111 \cdot x + 11$.

Планирование реакций:

Необходимое условие 1: функция линейна, т. е.

$$f(a + b) = f(a) + f(b) - f(0).$$

Реакция при нарушении условия: «предложенная функция не линейна».

Необходимое условие 2: коэффициенты больше 10, т. е.

$f(0) > 10$ & $f'(0) > 10$ Реакция при нарушении условия: «один из коэффициентов не превышает 10».

Достаточное условие: абсолютная величина корня меньше 0,1 (при выполнении предыдущих условий), т. е. $|f(0)| < 0,1 \cdot |f(0) - f(1)|$.

Реакция при нарушении условия: «абсолютная величина корня не меньше 0,1».

Использование визуального мышления

Как уже говорилось, важнейшим средством организации диалога с учеником при решении задачи является демонстрация примеров. Поскольку математические объекты имеют различные представления (например, параболу можно задать вектором коэффициентов, формулой или графиком), выбор наиболее удач-

ного представления может сыграть для ученика роль средства концептуализации, т. е. стать для него инструментом мышления при решении задачи.

Техническое устройство средства позволяет накладывать демонстрируемый пример на статичную иллюстрацию к задаче, что позволяет усилить визуальный эффект демонстрации, создать визуальные образы, являющиеся ступеньками к решению.

Пример 1. Использование графического шаблона ответа.

Найдите многочлен, график которого изображен на рисунке (на рисунке показан график кубического многочлена $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 4$ с указанием точек экстремума, корней, точек пересечения с осями).

Комментарий к иллюстрации: График искомой функции и график функции, вводимой в качестве ответа, задаются в одном масштабе разными (близкими к дополняющим друг друга) цветами. Таким образом, учащийся визуально определяет правильность ответа по признаку совпадения или несовпадения графиков.

1. 9. Взаимодействие ученика с диагностическими программами, тренажерами, электронными учебниками.

Перечисленные в названии компьютерные средства являются переложением аналогичных «бумажных» сред, поэтому мы не будем подробно останавливаться на их анализе. Отметим лишь некоторые новые возможности, которые появляются, если вместе с перечисленными средствами использовать другие, упомянутые выше.

Диагностические программы. Использование диагностических программ в сочетании со средами типа «микромир» позволяет следить за элементарными содержательными действиями ученика, выяснять различные особенности его восприятия и подстраивать под эти особенности ход диалога.

Использование баз данных в сочетании с диагностическими программами позволяет хранить информацию об ученике на протяжении всего периода обучения, сравнивать ученика с другими и формировать рекомендации учителю на основе «прецедентов».

Использование моделирующих программ позволяет моделировать систему знаний обучаемого и обращать внимание учителя на ее характеристики.

Использование инструментальных программ позволяет диагностировать учащегося по степени владения теми или иными умениями или навыками, дублирующимися командами инструментального средства.

Экспертные системы позволяют сохранить взгляды опытных преподавателей на процедуру оценки знаний учащегося.

Тренажеры. Использование тренажеров в сочетании с инструментальными средствами позволяет формировать навыки последовательным укрупнением алгоритмов, либо, наоборот, их детализацией от общих операций к элементарным.

Использование баз данных обеспечивает удобный доступ к большим массивам уже наработанных задач тренажерного типа.

Использование моделирующих программ позволяет создавать тренажеры для непосредственной выработки профессиональных умений и навыков.

Электронные учебники. До появления предметно-ориентированных компьютерных сред электронные учебники имитировали «переворачивание страниц». В настоящее время они представляют собой гипертекстовые базы данных с возможностью вызова моделирующих, инструментальных и других программ.

Пример.

Рассмотрим устройство компьютерного учебника «Уравнения и неравенства», созданного в Институте Продуктивного Обучения Санкт-Петербурга.

Он включает в себя возможность по содержанию выбрать тему, задачи к ней, экзаменационные задачи, тренажеры и манипуляторы (рис. 104, 105).

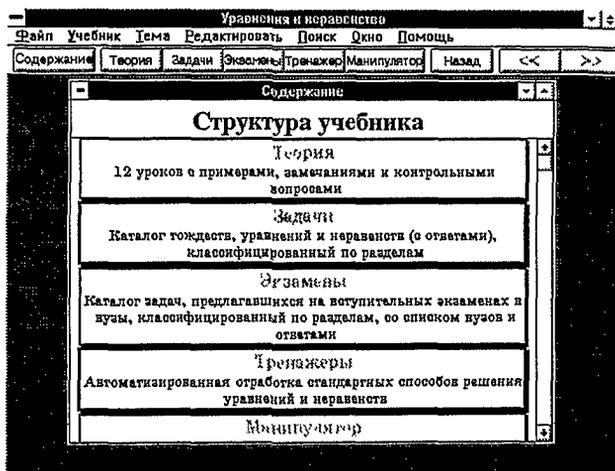


Рис. 104

Имеется возможность по задаче узнать ее ответ, прочитать теорию, поработать с тренажером или манипулятором, помогающими в ее решении.

Таким образом, предметно–ориентированные предметные среды позволяют реализовывать парадигмы продуктивного обучения даже при использовании традиционных дидактических средств в сочетании с компьютерным инструментом.

Учет парадигмы обучения

Рассмотрим влияние парадигмы обучения на работу ученика в среде на примере работы с тренажерами. Рассмотрим простейшую систему тестирования, когда ученику предлагаются последовательно задачи нескольких типов, ответ ученик выбирает

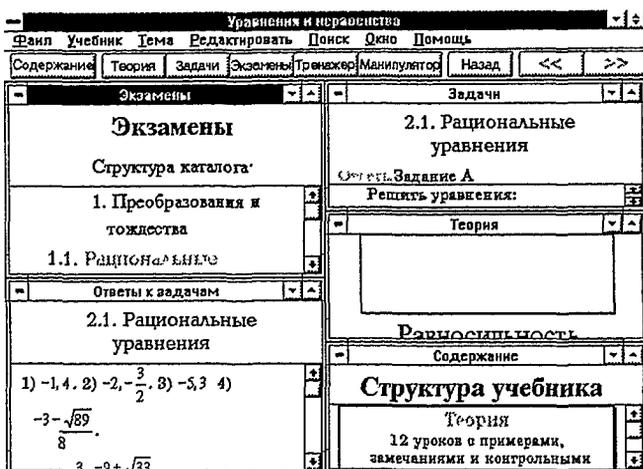


Рис. 105

из набора предложенных. Система может учитывать время решения задачи и правильность решения задачи.

Парадигма обучения определяется тем, какие параметры тестирования устанавливаются изначально и каким образом система меняет параметры в зависимости от реакций ученика.

Рассмотрим несколько установок среды – «учителей», соответствующих различным парадигмам обучения.

Учитель 1. «Тренер» – парадигма соревнования.

Цель – как можно быстрее решать задачи.

Программа сообщает об установлении (перекрытии) различных рекордов. Задачи выбираются случайно.

Учитель 2. «Строгач» – тоталитарная парадигма.

Цель – заставить ученика приспособиться к жестким требованиям тестирования. Фиксируется время на тест и на задачи в отдельности. Работа ученика диагностируется.

Учитель 3. «Регистратор» – парадигма условных рефлексов.

Программа адаптируется под ученика. Ученику предлагаются чаще те задачи, которые он решает неверно, увеличивается время на типы задач, решаемые плохо, уменьшается время на типы задач, решаемые хорошо. Работа ведется до тех пор, пока не будут достигнуты заданные средние скорости решения задач.

Учитель 4. «Корректор» – парадигма рефлексии.

Время не ограничивается. После каждого сеанса обучаемому сообщается, были ли допущены ошибки и дается возможность пройти тот же сеанс повторно.

Учитель 5. «Тьютор» – парадигма советника.

После очередной ошибки демонстрируется правильный ответ. Время не фиксируется.

Учитель 6. «Парадоксальный мыслитель» – парадигма проблемного обучения.

Предлагаемые ответы к заданиям могут не содержать правильного. Формы представления задачи (прямая и обратная) чередуются.

Учитель 7. «Зануда» – парадигма программируемого обучения.

После каждой нерешенной задачи предлагается ее ответ и другая задача того же типа до тех пор, пока она не будет решена верно.

Учитель 8. «Ортодокс» – парадигма традиционного контроля.

Фиксируется общее время. Задачи выбираются по одной каждого типа. Результат – полная диагностика по типам задач.

Приведенные примеры реализуют перечисленные парадигмы лишь в общих чертах.

В то же время уже этот простой пример показывает, что если конструируется достаточно сложная среда, невозможно избежать каких-то педагогических установок. Осознание этого факта играет принципиальную роль в конструировании и использовании информационных сред в процессе обучения.

Выводы

1. Дидактические средства можно рассматривать как зачатки той богатой информационной среды, которая возникла вследствие внедрения компьютера в жизнедеятельность человека. К дидактическим средствам можно отнести все инструменты, оборудование, учебные материалы, которые участвуют в процессе обучения.

2. Взаимодействие учителя и ученика в традиционной среде обучения определяется во многом установкой учителя. Структура работы и проявление самостоятельности ученика зависят от парадигм, которых придерживается учитель. Примерами таких парадигм являются: парадигма проблемного обучения, парадигма конспектирования, парадигма исследования, парадигма программированного обучения, парадигма соревнования, парадигма коллективного обучения, парадигма индуктивного обучения, парадигма «телеграфной линии», парадигма трудового обучения, социально-тоталитарная парадигма, парадигма условных рефлексов, парадигма рефлексии, языковая парадигма, парадигма запоминания.

3. Различные виды компьютеризованных сред существенно расширяют информационное пространство обучения. Взаимодействие ученика, учителя и информационной среды определяется с одной стороны парадигмами обучения, с другой – типами информационных сред. Основными примерами сред, образующих информационное пространство являются: инструменты, физические модели, учебные тексты, упражнения, задачи, решения и указания, вопросы и примеры, программированные материалы, проверочные экспресс-опросы, контрольные работы, наглядные пособия (рисунки, чертежи, диаграммы), базы данных, имитационные модели, моделирующие программы свободной конфигура-

ции, компьютерные инструменты, «микромиры», экспертные системы, диагностические программы, тренажеры, электронные учебники.

4. Характеризуя взаимодействие ученика с информационной средой, необходимо выделить следующие факторы:

– систему правил, определяющую поведение ученика в информационной среде;

– психологическую характеристику взаимодействия ученика с информационной средой;

– специфику формирования новых знаний в информационной среде;

– оценку результатов обучения в информационной среде.

§2 Планирование учителем своей деятельности

2.1. Целевые установки

Цели, которые стоят перед учителем при организации учебного процесса, образуют достаточно сложную иерархическую систему. На самом верхнем этаже этой системы стоят общие цели школьного образования, обычно провозглашенные в тех или иных программных документах. Например, в концепции общего среднего образования, принятой Всесоюзным педагогическим съездом в 1988 г., указывается, что «главная цель средней общеобразовательной школы – способствовать умственному, нравственному, эмоциональному и физическому развитию личности, всемерно раскрывать ее творческие возможности». Такого рода формулировки имеют определенную ориентацию. Так, приведенная выше декларация ориентирует на внимание к развитию личности в противовес к сильно политизированным формулировкам предыдущего периода, делавшим акцент на подготовке активных строителей коммунистического общества. По-видимому, не следует преувеличивать ценность таких деклараций для конкретной работы учителя.

Другим уровнем постановки задач может быть описание общих целей обучения конкретному предмету. Например, на XIX международной конференции по народному просвещению, состоявшейся в 1956 году в Женеве, цели преподавания математики в школе были сформулированы следующим образом: «в средней школе следует достигнуть в возможно большей мере воспитательных целей изучения математики, относящихся к интеллектуальной деятельности и формированию характера. Эти цели сводятся к процессам логического мышления, к рациональным качествам мысли и ее выражения, к духу наблюдения, простран-

ственным и количественным представлениям, к интуиции и воображению в абстрактной области, к развитию внимания и способности сосредоточиться, к воспитанию настойчивости и привычки работать упорядоченно и, наконец, к формированию научного духа...»

Можно сравнить приведенную формулировку с общими целями обучения математике, записанными в программе средней общеобразовательной школы, утвержденной Министерством просвещения СССР в 1986 году: «Основная задача обучения математике в общеобразовательной средней школе – обеспечить прочное и сознательное овладение учащимися системой математических знаний и умений, необходимых в повседневной жизни и трудовой деятельности каждому члену современного общества, достаточных для изучения смежных дисциплин и продолжения образования».

Сравнение двух приведенных формулировок показывает их существенное различие. Первая прямо ориентирована на развитие личности и лучше соответствует современным представлениям об общих задачах школы, чем вторая, которая ориентирована на «вписывание» индивидуума в «ежедневную жизнь и трудовую деятельность», что более характерно для идеологии человека-винтика, участвующего в построении некоторой общественной системы.

Ценность для учителя формулировок целей предметного обучения по-прежнему состоит в выборе общей ориентации и еще далека от практического преломления. Соглашаясь, скажем, с необходимостью формирования логического мышления, воспитания рациональных качеств мысли, пространственных и количественных представлений и т.д. (см. приведенную выше формулировку целей обучения математике), учитель еще не будет располагать главным знанием – в какой пропорции нужно смешать эти различные установки (различные прежде всего по тому,

какую учебную работу они предполагают) при изучении конкретного раздела программы в конкретном классе, наполненном конкретными учащимися.

Таким образом, мы подошли к следующему уровню целеполагания в деятельности учителя, который можно было бы назвать модульным уровнем (в отличие от рассматривавшихся до этого общесистемного и предметного уровней).

Модулем предметного обучения естественно считать тему (раздел) учебной дисциплины, вписывающуюся в общую структуру учебного плана конкретного учебного заведения. Близким подходом к понятию модуля является выбор не столько темы программы (разбиение программы на темы часто носит условный характер), сколько выбор содержательной линии обучения. В любом случае учебный модуль – это не только раздел учебной программы, но и выбранная дидактическая система, основное место в которой занимает взаимодействие различных приемов и способов учебной деятельности, обеспечивающее вхождение этого модуля в целостную систему предметного и общего обучения и воспитания.

При таком подходе создание модуля становится задачей профессионалов – методиста и технолога, а не учителя, если только последний не выступает в роли автора – создателя учебной программы, новой учебной технологии (или более широкой педагогической системы).

Основная роль учителя–практика, работающего в условиях, когда выбор дидактической системы (учебного плана, программ, технологии и т.д.) уже сделан, состоит, с одной стороны, в развитии и применении технологии, необходимой для реализации учебного модуля, и с другой стороны, в переводе целеполагания (планирования) на поурочный уровень, учитывающий не только такие параметры, как общее состояние класса (учебной группы), индивидуальные особенности входящих в него учеников, но

и свои личные педагогические особенности и пристрастия, взаимодействие с другими учителями и т.д.

Тем самым, опираясь на выбранную дидактическую систему изучения модуля, учитель должен построить методическое обеспечение, разработать дидактический комплекс, создание которого является его основной задачей при планировании своей будущей деятельности на уроке.

Сведем вместе основные уровни целеполагания вместе с обеспечением их задач, которые необходимо решить на каждом из них (рис. 106).

УРОВНИ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ

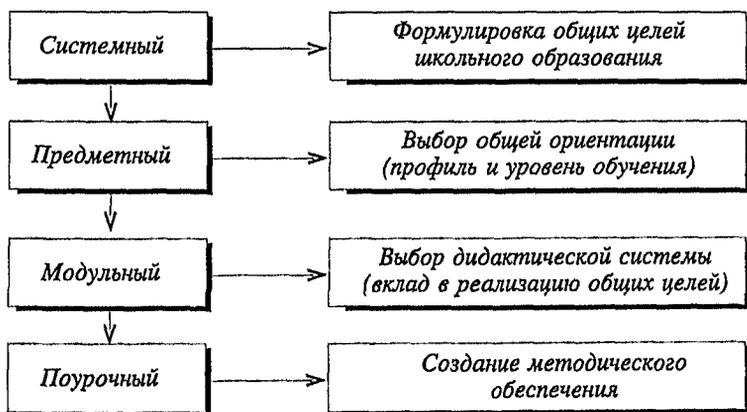


Рис. 106

2.2. Выбор профиля и уровня

Работая многие годы по единым программам и учебникам, мы тем не менее понимаем, что выпускники школы поднимаются на разный уровень математического образования и развития. Речь идет, разумеется, не об уровне, определяемом школьной

оценкой в аттестате, а о чем-то более глубоком, зависящем от школы и учителя. Разница в школьной оценке существенна в пределах группы учащихся, обучающихся в одной школе или даже у одного учителя. Несмотря на постоянное стремление методистов унифицировать требования к школьной оценке по предмету, пятерка по математике у разных учителей имеет разный вес и ее реальное наполнение у выпускников разных школ может оказаться существенно различным.

Цель настоящего раздела – предложить различные подходы к определению типа школьного математического образования.

Разумеется, в описании этих подходов многое будет зависеть от выбранной терминологии. Чтобы избежать неоднозначного понимания встречающихся терминов, будем пояснять, в каком смысле употребляются те или иные понятия. При этом мы преследуем лишь цели более четкого объяснения существа дела и не претендуем на закрепление за этими терминами того смысла, который в них вкладывается в этой работе.

Итак, мы отбрасываем в сторону возможную градацию уровня – знать математику «на три», «на четыре» или «на пять», оставляя за школьной оценкой роль мерил индивидуальных успехов ученика в попытке овладеть математикой на уровне, возможном в данном учебном заведении (или классе).

Сразу скажем, что описание различных возможных (и разумных) рубежей в овладении математикой не может быть, на наш взгляд, линейным. Нельзя придумать шкалу и расположить на ней естественные требования к математическому развитию. Линейная упорядоченность уровней возможна разве лишь в применении к кругу лиц, имеющих одинаковую и достаточно узкую цель образования. Процесс обучения математике развивает различные стороны личности человека. Можно пытаться построить шкалу для сравнения уровня развития одной из таких сторон – скажем, развития алгоритмических навыков или логической куль-

туры, но бесперспективно пытаться сравнивать между собой уровень логической культуры и визуального, образного мышления, умение безошибочно производить вычисления и строить математические модели.

В то же время, признавая многомерность описания целей математического образования, мы в практической работе (при составлении программ и учебных планов, при написании учебников и т. д.) столкнемся с тем, что Винер называл «проклятием размерности», если разумно не ограничим себя выбором двух-трех главных направлений.

Опишем предлагаемую трактовку уровня школьного математического образования, которая приводит к достаточно большому, но обозримому, числу вариантов его построения. В качестве направлений, описывающих эту модель, выберем уровень и профиль. С этого места термин «уровень» будем понимать гораздо более узко, чем раньше, придав ему линейный характер.

Термин «профиль» обучения получил широкое распространение в практике работы школы. Попытки выделить профили школьного математического образования предпринимались и раньше, особенно, в связи с проблемой соединения общеобразовательной и профессиональной подготовки в средних профтехучилищах. Этот вопрос остро встал сейчас в связи с открытием многочисленных «профилированных» школ и классов, созданием учебных заведений нового типа (гимназии, лицеи, колледжи и т.п.), расширением системы «школа–вуз».

Ориентируясь на проблемы массового обучения, мы предлагаем сосредоточить внимание на трех возможных профилях школьного математического образования – гуманитарном (*Н*), общем (*С*) и специализированном (*М*).

Чем определяется профиль математического образования? Наиболее естественно его определить через призму целей обучения. Однако на этом пути есть много опасностей. Во-первых, о

целях образования написано слишком много и слишком красиво, поэтому можно «заболтать» трудную проблему и не прийти ни к каким практическим результатам. Во-вторых, мы не уверены в адекватности выдвигаемых целей образования и мотивов выбора учащимся (или его родителями) «профиля» образования. Различие в профиле обучения математике (тем более, что речь идет всего лишь о трех профилях) мы предлагаем видеть в различных характеристиках учебной, самостоятельной деятельности ученика.

Деятельность ученика в процессе обучения математике достаточно хорошо проанализирована. Отметим кратко основные ее направления, стремясь не столько к полноте ее описания, сколько к выделению параметров, по которым можно будет провести «профилизацию». При этом будем исходить из реального положения вещей, а не из идеализированных представлений о том, как надо было бы учить математике. Иными словами, принятый характер обучения математике в старших классах школы берется нами в качестве основного массового общего профиля. Разумно описывать отклонение от него, а не пытаться одним махом перечеркнуть с таким трудом накопленный опыт преподавания.

Как попросту описать работу ученика на уроке математики? Ученик работает с математическим текстом (преобразует, решает уравнение, вычисляет, переписывает с доски или пишет под диктовку и т.д.), скажем условно – пишет, кроме того, он думает, рассуждает (отвечая активно, слушая учителя, раздумывая о решении задачи и т.п.), наконец, он мыслит образами, визуально (представляет себе расположение фигур, делает мысленные преобразования, читает график, строит чертежи и т.п.)

Рискнем дать свою субъективную оценку соотношения этих трех направлений деятельности ученика в усредненной обстановке (не принимая во внимание время, в течение которого ученик бездельничает или занимается посторонними делами) 7:1:2.

Главное не в этих абсолютных цифрах, а в тех изменениях, которые надо сделать при переходе от общего профиля к гуманитарному или специализированному. На наш взгляд, от соотношения 7:1:2 для гуманитарного профиля надо перейти к соотношению 2:4:4, а для специализированного 5:3:2. При этом надо помнить, что переход к гуманитарному профилю будет означать, как правило, сокращение числа учебных часов по математике, а к специализированному - увеличение. Поэтому увеличение, скажем, для гуманитарного профиля доли вербальной мыслительной деятельности с 10% до 40% на фоне сокращения вдвое часов приведет лишь к удвоению отводимого на эту работу времени.

Заметим, что гуманитарный профиль обучения математике не обязательно должен вписываться в общий гуманитарный профиль образования. Иными словами, он может быть выбран не только для «исторических», «филологических» и других классов с гуманитарной специализацией. Конечно, гуманитарный профиль в большей степени ориентирован на тех, кому в дальнейшей жизни математика будет не нужна, для них регулярные занятия этим предметом завершаются в школе, но он ни в коем случае не является ущербным. Более того, за счет второго параметра, к обсуждению которого мы сейчас и переходим, он может привести к весьма высокому качеству математического развития.

Для второго направления сохраним привычный термин – уровень, предлагая три его градации: базисный (1), основной (2) и углубленный (3).

Какие параметры позволяют различить предлагаемые уровни? Прежде всего это перечисление объема основных знаний, раскрытие содержания предмета. Здесь можно опереться на большую работу, проделанную при определении базисного уровня среднего математического образования, планируемых минимальных результатов обучения, одним словом, на все то, что накоплено в части составления школьных программ по математике.

Другой параметр, по которому несложно провести линейную градацию уровня – это выбор списка основных алгоритмов. Успешность обучения математике мы привыкли оценивать прежде всего по тому, насколько свободно ученик овладел основными способами решения типовых задач. Ограничение или расширение списка таких задач может быть принято во внимание при определении уровня программы по математике.

Наконец, еще один параметр для определения уровня - это роль, которая отводится в обучении задачам поискового, творческого характера. В явном виде этот параметр может проявляться включением в программу задач на исследования, с параметром, проведением лабораторных работ, усилением внимания к математическим моделям и приложениям.

Таким образом, наша двумерная модель типов обучения математике, имея две оси отсчета (профиль и уровень) и по три позиции на каждой из осей (гуманитарный, основной или специализированный профили, базисный, основной или углубленный уровни) формально приводит к девяти вариантам программ по математике для старших классов средней школы (включая средние профтехучилища и, возможно, часть техникумов). Крайний случай M_1 (специализированный профиль на базисном уровне) следует, вероятно, из рассмотрения исключить. Получится схема из восьми возможных программ.

	M_2	M_3
C_1	C_2	C_3
H_1	H_2	H_3

В центре таблицы находится программа C_2 , примерно соответствующая действующей стандартной программе. Программу M_3 можно было бы отождествить с действующей программой для математических школ. Разработка программ и учебников для других типов обучения ждет своего решения.

Отметим попутно, что один и тот же учебник может реализовать несколько типов обучения. Так, по выпущенному автором в издательстве «Высшая школа» учебнику «Математика» можно реализовать типы H_2 , C_1 и C_2 , а по учебнику «Алгебра и начала анализа 10-11» – типы C_2 , C_3 и M_2 .

Сейчас готовится к выпуску учебник, реализующий типы H_2 и H_3 .

2.3. Вклад в реализацию общих целей

В процессе обучения математике учащиеся знакомятся с целым рядом понятий, овладевают математическими методами решения тех или иных задач. В этом проявляется одна из функций обучения предмету – образовательная или обучающая.

Есть и другая важная функция обучения математике – развивающая. Ю.К. Бабанский и М.М.Поташник относительно функции развития при обучении дают следующее определение: «учебный процесс должен воспитывать волю, развивать интеллект, познавательные интересы и способности учащихся, их творческие возможности, эмоциональную сферу, формировать мотивы и потребности учения».

Применительно к математике можно сказать, что она вместе с другими школьными предметами всесторонне и гармонично развивает личность, формирует характер и общую культуру человека. Наряду с этим развивается у учащихся «стиль мышления особого рода» или как принято говорить «математическое мышление».

«Развитие определенных структур мыслительной деятельности объединяемых под названием «математическое мышление», А.А. Столяр выделяет «в качестве специальной и первой цели обучения математике».

Третьей функцией обучения математике является воспитательная. К ней, несомненно, относится воспитание таких качеств личности как внимание, аккуратность, точность, ясность, способность сосредоточиться, настойчивость, интуиция, воображение, самостоятельность. Воспитание всех этих качеств играет большую роль в формировании характера ученика. В соответствии с этими тремя функциями обучения мы попробуем развить некоторую систему оценки результативности обучения, которая, на наш взгляд, послужит надежным ориентиром для учителя. В основу этой системы положено разделение многообразных параметров, характеризующих уровень обучения математике, на три группы.

Первая из них характеризует общее развитие личности ученика, раскрывает развивающую функцию обучения. Мы выделили в эту группу такие параметры: алгоритмическая направленность, развитие дедуктивного, логического мышления, развитие пространственных геометрических и графических представлений, математическая речь, способность совершать сложные умственные действия (анализ, синтез, обобщение, конкретизация, установление аналогий и т.п.)

Вторая группа параметров объединяет более традиционные критерии результативности обучения, которые можно связать с образовательной, обучающей функцией предмета. Разработка этой группы параметров проведена в соответствии с основными содержательными линиями обучения математике (вычисления и преобразования, переменные и функции, геометрические измерения, уравнения и неравенства, геометрические фигуры).

Третья группа представляет продуктивную деятельность учащегося. Она наиболее сложна по своей структуре, так как тесно связана с двумя предыдущими. Выделение этой группы мы считаем принципиально важным, так как она ориентирует учителя на некоторые стороны развития ученика, внимание к которым значительно ослаблено.

Эту группу можно было бы условно разделить на две подгруппы. Одна из них выделяет параметры, относящиеся к прикладной направленности обучения. Построение математических моделей, организация вычислений, исследование результата и т.п. Вторая подгруппа связана с развитием творческих способностей, самостоятельности, индивидуальных сторон личности учащегося, тесно связана с воспитательной функцией обучения. Например, умение организовать самообразование, самостоятельно пользоваться литературой, навыки самоконтроля, а также развитие сообразительности, рост творческих навыков и т.д.

Составим блок-схему введенных нами параметров, характеризующих вклад обучения математике в реализацию общих целей школьного образования (рис. 107).

2.4. Методическое обеспечение

Согласившись с общими целями образования, выбрав профиль и уровень предметной подготовки, остановившись на некоторой системе обучения (в простейшем варианте выбрав один из параллельных учебников), учитель приступает к главному – составлению календарного плана на ближайший раздел программы и поискам необходимого методического обеспечения.

Центральный вопрос поурочного планирования – распределение учебного времени между различными формами учебной деятельности. При этом учитель обычно пользуется готовыми методическими рекомендациями или опирается на свой педагогический опыт. В любом случае у него складывается некий список уроков с их главными темами (подразделами учебной темы) и ведущими типами (объяснение нового материала, закрепление, проведение самостоятельной работы и т.п.) Вопрос типологии уроков хорошо разработан в дидактической литературе, имеет устойчивые традиции и учитель редко испытывает здесь затруд-

ПАРАМЕТРЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ:

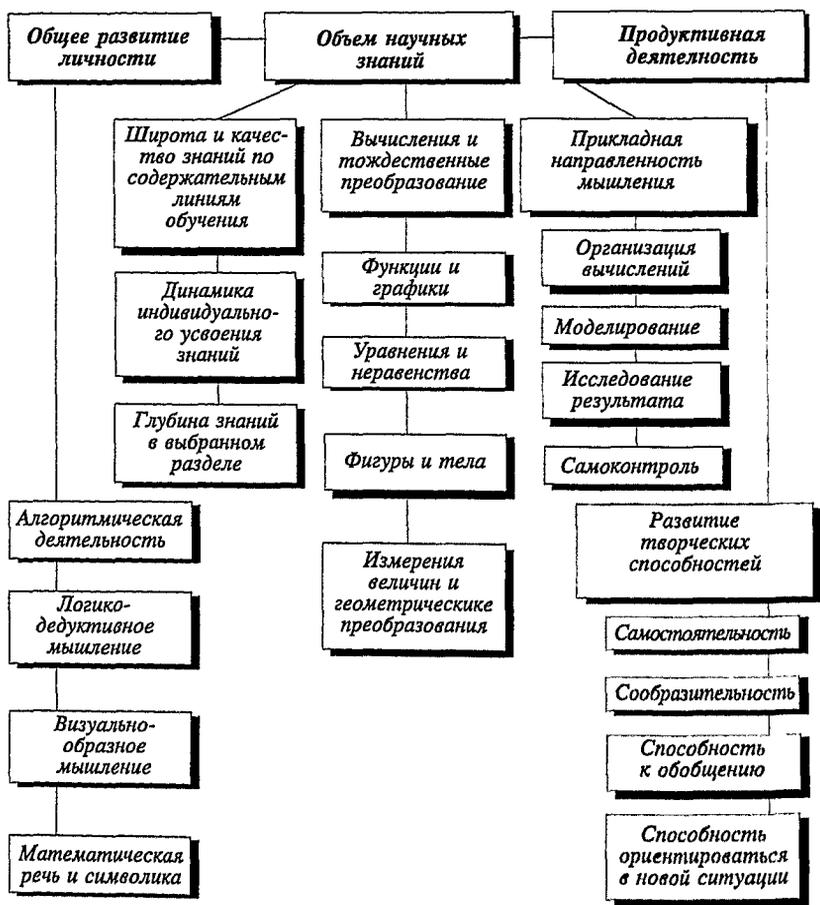


Рис. 107

нения. Главная трудность на этом этапе планирования – подбор, адаптация старых и приготовление новых дидактических средств, обеспечивающих весь спектр целевых установок и все своеобразие конкретной учебной ситуации, в которой работает учитель.

Теперь многое зависит от того, насколько широк доступ учителя к различным информационным средам, понимая под широтой такого доступа не только возможность получения готовой информации, но и возможность ее преобразования.

Выберем классификацию сред по использованной в ней форме представления знаний, выбрав те из них, которые наиболее существенны для методического обеспечения работы учителя (рис. 108).



Рис. 108

Анализ соответствующих информационных сред проведен во второй главе. Сейчас нас интересует постановка задачи – каково то поле возможностей, которое должно быть перед учителем при методическом обеспечении поурочного плана.

Приведем пример. Учитель математики работает в 11 классе общеобразовательной школы. Класс имеет гуманитарный профиль, уровень класса по общим параметрам развития – выше

среднего. Очередная изучаемая тема: «Интеграл и его применение», на которую программой отводится 12 часов. Эти общие установки отражают предметный и модульный уровни планирования.

Общие методические рекомендации по поурочному планированию (взятые из журнала «Математика в школе», полученные в методическом кабинете, составленные самим учителем...) таковы:

- | | |
|---|--------|
| 1. Введение понятия интеграла | 1 час. |
| 2. Первообразная | 2 час. |
| 3. Теорема Ньютона-Лейбница | 1 час. |
| 4. Вычисление интеграла | 2 час. |
| 5. Применение интеграла к вычислению площадей | 2 час. |
| 6. Решение прикладных задач | 2 час. |
| 7. Обзорные занятия и контроль | 2 час. |

И т о г о : 12 часов.

Тема «Интеграл» для учащихся гуманитарного класса имеет ярко выраженный общекультурный характер. Опишем кратко, какой вклад должно внести изучение этой темы в развитие учащихся. Будем при этом следовать приведенной выше блок-схеме параметров.

1. Научные знания: завершение содержательной линии обучения, связанной с изменением величин, многое изучается в обзорном порядке.

2. Динамика усвоения знаний: в значительной степени зависит от усвоения функциональной линии (функции, графики, производная), предполагает актуализацию необходимых знаний.

3. Алгоритмическая деятельность: составляется список основных алгоритмов, на овладение алгоритмами отводится 30-40% рабочего времени.

4. Логико-дедуктивная сторона: незначительна; проведение строгих и полных доказательств затруднительно; выделяются важнейшие в логическом отношении узлы изучения темы (связь с производной, теорема Ньютона-Лейбница, свойства площади и свойства интеграла).

5. Визуальное мышление: необходимость акцента на образно-аналоговую сторону (интеграл – это площадь), использование таблицы первообразных; подготавливается информационная схе-

ма, включающая главные результаты; роль перевода с формульного языка на графический и обратно; на визуальные задачи отводится не менее 30% рабочего времени.

6. Математическая речь и символика: ожидаются значительные трудности в связи с новыми словами и обозначениями; планируется усиление описательной стороны (значение интеграла, его использование, история вопроса) в противовес формализации (вряд ли стоит учить аккуратной традиционной форме преобразований интеграла и его вычисления).

7. Прикладная направленность: акцентируются геометрические приложения (около 30% рабочего времени); механические приложения используются в обзорном порядке.

8. Развитие творческих способностей: основное внимание к способности ориентироваться в новой ситуации (запись с помощью интеграла законов физики и т.п.); в целом возможности темы ограничены из-за поверхностного ее изучения.

Каковы же те информационные среды, взаимодействие с которыми должно обеспечить учителю решение поставленных целей?

1. Описание. Необходим учебник, ориентированный на гуманитарный профиль изучения математики. Это особенно важно для обсуждаемой темы, так как ставшее традиционным изложение интеграла в школьном курсе не соответствует сформулированным целям.

Необходимы другие описательные материалы (книги по истории математики, популярная литература и т.п.), так как проведение бесед с учащимися (что связано с обзорным характером изучения темы) потребует значительной подготовки (с учетом незначительного опыта преподавания темы «Интеграл» в школе).

2. Модели. Изучение интеграла может быть построено на двух основных моделях - площадь или механическое движение. В качестве основной выбрана первая из них. Необходимо облудать возможность представления выбранной модели (использование палетки, аксиоматическая модель, закрашивание областей на экране и т.п.).

3. Инструменты. Решению поставленных задач могло бы сильно помочь создание специализированных инструментов, освобождающих ученика от рутинной работы и позволяющей ему

не заниматься техникой вычисления интегралов. Такие инструменты можно реализовать с помощью компьютеров.

4. Образы. Необходим запас визуальных задач, ясные по своему построению таблицы связи между производными и интегралами. Некоторой проблемой является отсутствие устоявшихся зрительных образов, ассоциирующихся с понятием интеграла, поэтому разработка зрительного ряда, сопровождающего изучение темы представляет серьезную методическую проблему

5. Задания. Систему заданий, покрывающую основные стороны деятельности ученика на уроке, мы проанализируем позже. Сейчас лишь обозначим необходимость подбора широкого спектра заданий, обеспечивающих необходимую дифференциацию и индивидуализацию обучения.

Таким образом, поурочный уровень планирования предполагает взаимодействие учителя с разнообразными информационными средами. Для успешной работы учителя с ними (в них) эти среды должны удовлетворять некоторым естественным требованиям.

1. Доступность. Учитель может знать о существовании тех или иных полезных ему материалов, но он никогда не включит их в поурочное планирование, если у него нет к ним легкого доступа.

2. Структурированность. Информационная среда должна быть хорошо и удобно структурирована.

3. Гибкость. Среда должна допускать легкую приспособляемость ее материалов к конкретным условиям.

4. Открытость. Желательно, чтобы учитель мог самостоятельно наполнять среду, внося в нее результаты своего педагогического опыта, закрепляя их для дальнейшего использования.

5. Технологичность. Под технологичностью среды понимается ее инструментальная обеспеченность, позволяющая сохранять общность подходов к разным задачам и переносимость, отчуждаемость ее составляющих.

Эти свойства информационных сред были подробно рассмотрены в материалах II главы.

§ 3. Развитие визуального мышления в информационной среде

В процессе обучения происходит интеллектуальное развитие школьников, проявляющееся в раскрытии и обогащении различных сторон их мышления, качеств и черт их личности и характера. Разработанная психологами типология мышления выделяет такие его виды, как абстрактное и конкретное, речевое и эмоциональное, логическое и алгоритмическое и т. п. Широкое распространение получил термин «визуальное мышление» (зрительное, образное), означающее, как пишет Арнхейм, «мышление посредством визуальных (зрительных) операций» [А6, с. 98]. В основе наших дальнейших рассуждений лежит следующее определение, данное В.П. Зинченко: *«Визуальное мышление – это человеческая деятельность, продуктом которой является порождение новых образов, создание новых визуальных форм, несущих определенную смысловую нагрузку и делающих значение видимым»* [32, с. 46].

Все свои соображения мы иллюстрируем примерами, подавляющее большинство из которых относится к предметной области «Математика». В отдельных случаях такие примеры будут содержать материалы других дисциплин, что позволит наглядно представить и обосновать общность важнейших положений данной главы.

3. 1. Визуальное мышление и учебная знаковая информация

Понятие визуального мышления, как особого вида человеческой деятельности, широко использовалось философами, психологами, искусствоведами прежде всего для изучения психологии искусства, художественного восприятия и творчества, где

особенно важным представлялось найти чувственный аналог интеллектуального познания. Р. Арнхейм в книге «Искусство и визуальное восприятие» пишет: «Восприятие не является механическим регистрированием сенсорных элементов, оно оказывается поистине творческой способностью мгновенного схватывания действительности, способностью образной, пронизательной и прекрасной. Качества, характеризующие деятельность мыслителя и художника, свойственны любому проявлению разума ... Любое восприятие есть также и мышление ... любое наблюдение разума – также творчество» [А7, с. 20-21]. В настоящее время мысль о продуктивном характере визуального мышления получила достаточно широкое признание. Педагогика, методики преподавания, опыт работы учителей накопили богатый материал, подтверждающий необходимость целенаправленного использования визуального мышления в практике обучения. Попробуем трансформировать эти идеи применительно к потребностям математики и других школьных дисциплин.

Визуальное мышление связано с формированием устойчивых зрительных образов (понятий) и овладением различными мыслительными операциями над ними, аналогичными таким общим процессам, как абстрагирование, отделение главного от второстепенного, структурирование, логические рассуждения и т. п. При правильном и планомерном использовании и развитии визуального восприятия эта сторона мышления становится вполне самостоятельной (деятельной) по отношению к процессу мышления вообще. Обучение в школе может и должно активно применять и развивать прекрасную способность зрения давать пищу разуму – «посредством глаза, но не глазом смотреть на мир умеет разум» [Уильям Блейк]. Поясним наше сравнение более подробно.

Духовное и интеллектуальное развитие ученика, являясь главной целью и главным содержанием процесса обучения и вос-

питания, вызывает к жизни самостоятельно развивающиеся подсистемы (мышления), богатство и разнообразие которых обеспечивает успешное функционирование всей системы в целом. Многочисленные факты (появление опорных конспектов, развитие аудиовизуальных средств, использование монитора ПК, стремление авторов учебных пособий и учителей наглядно изложить учебный материал) и, главное, исследования отечественных и зарубежных психологов убеждают нас в необходимости внимания к особой подсистеме мышления, предназначенной поднять свойства чувственного, визуального восприятия на уровень полноценной продуктивной мыслительной деятельности.

Визуальное восприятие

Одним из важнейших результатов исследований психологии художественного восприятия является вывод о необходимости специального обучения «искусству видеть» и разработки методов этого обучения. Грегори в книге «Разумный глаз» пишет: «... понимать – значит видеть вещи определенным образом» [Г5, с. 7]. В другой книге, следуя Гельмгольцу, он еще более четко определяет: «... чтобы правильно видеть вещи, необходимо обучение» [Г4, с. 223]. Обучение умению «правильно видеть», а значит и понимать содержание предметных абстрактных образов, становится актуальной задачей методик преподавания школьных дисциплин. Отметим словами того же Грегори: «... видеть вещи и явления можно лишь в ходе процесса, аналогичного решению задач. Все сенсорные факты – ощущения – суть вопросы, задаваемые мозгу рецепторами, а все восприятия – ответы, иногда верные, иногда неверные» [Г4, с. 7].

При изучении многих школьных предметов учащимся предъясняется достаточно трудный для усвоения, зачастую идеализированный материал. Естественно, что у них возникает настоя-

тельная потребность овестествить абстракцию. Объяснение этому можно изложить словами Шапоринского: «Дело заключается в том, и это особенно важно отметить, что ... мышление формирует для себя чувственную основу в виде схем, графиков, моделей и т. п. Именно поэтому усиление роли мыслительных компонентов может приводить и к усилению взаимодействия и взаимосвязи чувственных и собственно логических компонентов» [Ш2, с. 51]. К сожалению, как показывает практика, результаты преподавания в этом отношении обнаруживают значительный пробел: какие бы межпредметные связи мы ни приводили, как бы их ни интерпретировали, все равно в большинстве случаев для учеников формула это одно, а словесное описание какого-либо соответствующего (например, физического) закона – это нечто иное. По-видимому, этим объясняется то, что на уроках естественно-научного цикла учащиеся с трудом применяют известные правила преобразований (например, при составлении химических формул или решении физических задач).

На наш взгляд, это происходит потому, что элементы мышления и элементы восприятия еще не объединены сознанием в единую систему, хотя несомненно, что «восприятие и мышление нуждаются друг в друге; их функции взаимодополнительны» и более того: «восприятие без мышления было бы бесполезно, мышлению без восприятия не над чем было бы размышлять» [А5, с. 15]. Для превращения познания в единый непрерывный процесс необходимо, чтобы элементы мышления в восприятии и восприятия в мышлении дополняли друг друга, образовывали новую сторону (ступень) мышления, которую понятнее было бы назвать визуально-логической. Такая сторона мышления должна работать не только при изучении математики.

Учтем еще одно обстоятельство. Предметы естественно-научного цикла, а также ряд гуманитарных дисциплин имеют свой собственный язык – язык символов (знаки, графики, рисун-

ки и т. п.), и, соответственно, все визуальные формы имеют строгую логическую структуру организации по определенным правилам, которые также визуально обозримы. Все это с определенными оговорками можно легко применить к любой знаковой информации, которая является исходным толчком для начала мыслительной деятельности учащегося. «Информация – это ... система знаков или символов; переработка информации – различного рода преобразования этих знаков по определенным правилам ... информационная модель ... – сведения о задаче, представленные или накапливаемые (в виде нового описания) в памяти решающей системы» [Т2, с. 329].

Здесь мы ориентируемся на строго определенный вид информации – учебную знаковую информацию, предназначенную и направленную на усвоение содержания учебной теории и ее практических приложений. Итак, учащийся получил абстрактный (знаковый) материал, овеществленный в виде формул, графиков, картинок–иллюстраций. Даже если все это сопровождается словесными интерпретациями, то он, разумеется, не сразу начинает мыслить (вникать в содержание теории или решать задачу). На данном этапе у него активно работает зрение и зрительное восприятие. Любые объяснения, комментарии в этот момент будут несвоевременны – учащийся прежде всего должен рассмотреть то, о чем пойдет речь, обдумать – проанализировать, что он видит, воспринять (принять!) предлагаемый материал. Если учащемуся предложить материал неизвестного ему содержания и непривычного оформления, то он не воспримет, не увидит (в разбираемом смысле) ничего. Нельзя видеть не понимая, «... слово «видеть» имеет два значения: зрительно воспринимать что-либо и понимать что-либо» [Г4, с. 7].

Однако степени «понимания» могут быть весьма различны: от смутного ощущения до полной ясности. В большинстве случаев при любом новом «повороте» обучения – новой информа-

ции – глаз видит предъявляемое, но мозг не успевает (не умеет, не может) данную новизну обработать (составить достаточно точное и полное представление о ее содержании). Чтобы оптимизировать процесс усвоения материала, нам нужно суметь указать ученику, что именно и в каком порядке он может (должен) рассматривать для достижения хотя бы относительной ясности (воспринять материал так, чтобы использовать его при решении несложных стандартных задач) – « ... разумное восприятие представляется главным путем, по которому следует ребенок в поисках порядка в беспорядочном мире» [А5, с. 163].

Визуальный анализ

Как облегчить учащемуся проникновение в содержание, значение предъявляемых зрительных образов? Прежде всего, этому должно способствовать качество самих этих образов. Как нельзя научить понимать живопись, показывая бездарную мазию и убогие репродукции, так нельзя научить математике, физике, географии или химии, показывая безграмотные чертежи, неверные формулы, неправильно подобранные иллюстрации, непродуманно составленные (с точки зрения визуального восприятия) опыты или демонстрации. Весьма примечателен пример, приводимый Арнхеймом в книге «Новые очерки по психологии искусства» [А7, с. 169-171].

«... ко мне обратился за советом один ... студент ... Он работал над анализом визуальных аспектов демонстрации химических опытов ... и, обнаружив, что в гештальтпсихологии разработаны принципы визуальной организации, попросил разрешения прислать ... материалы ... у меня сложилось впечатление что ... демонстрация опытов ... рассматривается как достигающая своей цели, если химический процесс ... физически присутствует на занятиях. Форма и расстановка ... бутылок, горелок, трубок вместе

с их содержимым определяется тем, что технически требуется и что самое удобное и дешевое ... при этом мало внимания обращается на способ, которым визуально воспринимаемые формы ... доходят до глаз ..., а также на отношения между тем, что наблюдается, и тем, что понимается. Вот маленький пример.

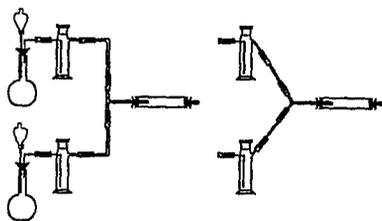


Рис. 109

На рис. 109 показано расположение ... аппаратуры для демонстрации синтеза аммония. Двухкомпонентные газы, азот и водород, ... соединяются в одной прямой трубке, от которой отходит короткое соединение к тонкой прямоугольной трубке, по которой газы идут в сосуд, где и происходит образование аммония. Единственная прямая вертикальная трубка, конечно самый простой и дешевый способ проведения реакции синтеза, но она обманывает визуальное мышление студентов. Она наводит ... на ложную мысль о непосредственной связи газов друг с другом, в результате чего они не замечают соединения газов для синтеза. Такая, казалось бы, мелочь, ... как соединение двух трубок в Y-образной форме, могла бы направить глаза, а вслед за ними и мышление ... в нужную сторону.

Итак, предъявляемая информация уже своей внешней формой должна направлять визуальное мышление ученика на анализ ее структуры: «... мышление осуществляется посредством структурных характеристик, встроенных в образ, и потому образ должен быть сформирован и организован разумно, чтобы наиболее важные его свойства были видимы» [А5, с. 168].

При переходе от устных объяснений к записям, печатному тексту происходит отвлечение, перестройка сознания на восприятие знаков как конкретных образов. Именно эта знаковая материализация учебных понятий и отношений между ними принимается нами как необходимый атрибут процесса приема и усвое-

ния математических знаний в условиях обучения. Момент необходимый, так как любую учебную знаковую информацию можно подразделить на отдельные относительно самостоятельные образования, среди которых встретятся знакомые, одинаковые или же неизвестные. Эти образования, в свою очередь, «... отличаются целостностью, но нерасчленимой целостностью». Их понимание и усвоение требует одновременно и абстрактного мышления и «картинного» воображения» [ШЗ, с. 45].

В посильном для изучения материале учащийся находит некоторые известные ему объекты, материализованные, к примеру, в виде символов обозначений элементарных функций (в математике), химических формул, функциональных обозначений гармонических последовательностей (в теории музыки) и т. д. Ученик выделяет их в структуре информационных сообщений. Дифференцирует их по степени сходства и однородности. Наконец, определяет известный ему структурный стандарт по отношению ко всему информационному сообщению или его отдельному блоку. Таким образом, анализ визуальной информации начинается с осознания общей структуры информационного сообщения и выделения его элементов. Поясним, что мы понимаем под словами «элемент учебной математической информации» и «структура учебной математической информации».

Под **элементами** учебной знаковой информации будем подразумевать не только сами символы (знаки), но и такие их сочетания, которые можно рассматривать как логически осмысленные «части» (взаимосвязанные блоки) этой информации.

Так, если a и b – элементы некоторого алгебраического выражения, то $a+b$, $a-b$, $a \cdot b$, a/b и т. д. в зависимости от условий также могут оказаться его элементами. Естественно, что и аналитическая форма задания функциональных зависимостей (\sqrt{x} , x^n , $|x|$, $\lg x$, $\sin x$, $\operatorname{tg} x$ и т. д.) выступает как некоторый самостоятельный неделимый элемент.

Определяя элементы информации, учащийся осуществляет «тот практический реальный анализ, который представляет первую ступень познавательной деятельности и в этом смысле предшествует умственному анализу и синтезу, совершающемуся в словесном плане» [Б7, с. 132].

К примеру, ученик неполной средней школы, знакомый с правилом сокращения дроби, но не имеющий представления о

логарифмах, может сообразить, что $\frac{(\ln x)^2}{\ln x} = \ln x$, оперируя с выражением $\ln x$ как с единым неделимым элементом.

Знаковая информация, задаваемая иллюстративным образом, также довольно четко подразделяется на элементы. При изображениях пространственных тел или плоских фигур в одних случаях к элементам относятся сами эти фигуры, в других – выделенные на чертежах их составляющие (высоты, углы, грани, вершины и т. д.). Графическая интерпретация функциональных зависимостей включает в качестве элементов оси координат, области определения и множества значений, конкретные значения переменных, участки кривых, оси симметрии и т. п.

Разумеется, подобная дифференциация знаков информации на элементы весьма условна. Так, при изучении частных значений функции к элементам относятся все мельчайшие подробности как формульного, так и геометрического способов их представления. При переходе же к оценке поведения функции на отрезке, мы укрупняем наблюдаемые элементы, нас интересуют уже не «частности», а поведение функции «в целом» – на определенном интервале.

Под **структурой** информационного сообщения мы подразумеваем относительно устойчивую систему связей элементов, образующих целое – исходную информацию. Одной из самых важных сторон осознания структуры информационного фрагмента является определение связей между его элементами.

При переписывании учениками условия задачи часто встречаются ошибки типа $\sqrt{a + \sqrt{b}}$ вместо $\sqrt{a + b}$, $a^3\sqrt{b}$ вместо $a\sqrt[3]{b}$ и т. п., что приводит к изменению смысла исходного условия. Здесь дело не только в незнании определенных математических законов, но и в «невоспитанности» математического зренья. Именно этим и можно объяснить огромное количество «опи-сок» при перенесении информации с доски или учебника в тетради учащихся. Они так увидели и так переписали, не подумав о возможности различных связей между отдельными элементами математической конструкции.

Тест	$e^x + C$	$\frac{e^x}{2} + C$	$2e^x + C$	$e^{2x} + C$	$\frac{e^{2x}}{2} + C$	$2e^{2x} + C$	$e^{4x} + C$	$\frac{e^{4x}}{2} + C$	$\frac{e^{4x}}{4} + C$
Найдите интеграл	Тест								
$2 \int e^x dx$	Упростите запись выражения	$\frac{\sin \alpha}{2}$	$\sin^2 \alpha$	$\sin \frac{\alpha}{2}$	$\sin \alpha^2$	$2 \sin \alpha$	$\sin 2\alpha$		
$\int e^{2x} dx$									
$2 \int e^{2x} dx$		$(\sin \alpha)^2$	Т р е н а ж е р	Восстановите скобки в задании сложной функции	1	$y = \lg^2 \ln x$			
$4 \int e^{2x} dx$		$\sin(2\alpha)$			2	$y = \ln \lg^2 x$			
$2 \int e^{4x} dx$		$\sin(\alpha^2)$			3	$y = \lg \ln x^2$			
	$(\sin \alpha)/2$	4			$y = \lg^2 \ln^2 x$				
	$\sin(\alpha/2)$	5			$y = \lg^2 \ln^2 x^2$				

Рис. 110

Осознание, визуальный анализ, «живое созерцание» структуры информации имеет громадное значение при использовании известной формулы, активное созерцание которой недостаточно прочно реализуется в учебной практике. И это при том, что подавляющее количество примеров и задач любого учебника для каждого класса школы посвящено отработке навыка – по известной формуле составить, преобразовать, вычислить значение. Практически нельзя найти раздел дисциплины естественно-математического цикла, где умение расчленять информацию на элементы и определять ее структуру оказалось бы «без работы» (рис. 110).

Решение проблемы, связанной с восприятием визуальной информации, активным анализом ее элементов и структуры можно решить при помощи специальной организации учебного материала.

Опишем одну из характерных ситуаций. После разбора положения о вынесении числа при задании вектора его координатами, предложен пример:

«Пусть $(3; 3; p) = \vec{a}$; $(1; m; 1) = \vec{b}$; $\vec{a} = 3\vec{b}$. Найти числа m и p ».

Если перед этим подобная задача не была решена в классе, то возникает ряд недоразумений. Оказывается, несмотря на всю простоту данных, учащиеся не воспринимают тот факт, что имеются одинаковые символы в соответствующих информационных сообщениях. Лишь немногие видят, что $(3; 3; p) = 3 \cdot (1; m; 1)$. Только что изложенное теоретическое положение остается для большинства вне поля их зрения. Им трудно сделать первый шаг: $(3; 3; p) = (3 \cdot 1; 3 \cdot m; 3 \cdot 1)$.

Выделим этот момент особо, поскольку для учащихся со слабо развитым математическим мышлением характерна «остановка» уже при начальном вводе в ситуацию. Более того «тормоз» того же типа препятствует их деятельности при каждом переходе от одного этапа преобразований к другому.

Даже зная свойства координатной формы задания векторов, многие ученики не могут ими воспользоваться.

Поэтому задачей первоочередной важности является

умение переоформлять и перестраивать символическую информацию. Подобный результат работы с нашим примером представлен в черно-белом варианте на рис. 111.

$$\begin{array}{l} (3; 3; p) = \vec{a}; \quad \vec{b} = (1; m; 1) \\ \vec{a} = 3 \cdot \vec{b} \end{array}$$

Рис. 111

Важным этапом анализа визуальной информации является нахождение одинаковых элементов. Формально такие элементы распознать легко. Особое значение имеет нацеленность на их обнаружение.

Выполняя задание на вычисление выражения

$$\frac{\sqrt{6,3 \cdot 1,7} \left(\sqrt{\frac{6,3}{1,7}} - \sqrt{\frac{1,7}{6,3}} \right)}{\sqrt{(6,3 + 1,7)^2 - 4 \cdot 6,3 \cdot 1,7}}$$

большинство учащихся, имеющих микрокалькуляторы, стремятся выполнить все операции с его помощью, вместо того, чтобы выделить всего два повторяющихся числа «6,3» и «1,7» и применить формулы сокращенного умножения (рис. 112).

$$\frac{\sqrt{6,3 \cdot 1,7} \cdot \left(\sqrt{\frac{6,3}{1,7}} - \sqrt{\frac{1,7}{6,3}} \right)}{\sqrt{(6,3 + 1,7)^2 - 4 \cdot 6,3 \cdot 1,7}}$$

$$\frac{\sqrt{\square \blacksquare} \cdot \left(\sqrt{\frac{\square}{\blacksquare}} - \sqrt{\frac{\blacksquare}{\square}} \right)}{\sqrt{(\square + \blacksquare)^2 - 4 \square \blacksquare}}$$

Рис. 112

Целенаправленное оформление информационных данных можно считать неотъемлемым звеном в организации «живого созерцания» на школьных уроках. Специальное распределение информационных элементов (блоков, фрагментов) на плоскости листа или дисплея позволяет осознать определенную установку:

- найди одинаковые элементы и приравнивай их,
- найди «родственные» по содержанию элементы и определи связь между ними.

Создание новых образов

Умение определять, «видеть» структуру формульных конструкций формируется долго и трудно. Следует всячески помогать учащимся в приобретении этого важного и полезного умения. Дифференциация знаковой информации на элементы и осознание ее структуры позволяют перейти к следующему важному этапу работы с ней.

Вопросы, предлагаемые самой информацией, учителем или возникшие в голове ученика, концентрируют внимание учащегося на определенном фрагменте текста, деталях формулы или

рисунка. Детали, привлёкшие внимание своей схожестью или различием, новизной или привычностью обозначения или оформления, могут побудить учащегося к преобразованию предъявленной информации. Зрительные ориентиры (визуальные стандарты) дают возможность осуществить второй этап визуального анализа – классифицировать характер разбираемого фрагмента учебной теории или конкретного практического задания, представленных знаковым образом, и на основе этого перейти к созданию новых визуальных образов и форм. Здесь полезно напомнить некоторые из операций мышления, с помощью которых осуществляется классификация понятий [С5, с. 43]:

- установление признаков объектов, подлежащих классификации;
- сравнение между собой объектов по общим и специальным признакам;
- разделение объектов на классы в соответствии с полученным основанием классификации.

Получение начальных, явным способом предлагаемых данных информации приводит к вычленению признаков объекта, которые являются основой для формирования его **первичного** образа. Поиск возобновляется и учащийся приступает к уточнению и детализации инвариантов. Он выстраивает их в системы, сравнивает визуальные комбинации с некоторым **обобщенным** образом (стандартом, эталоном).

Распознавание стандартной ситуации, стандарта происходит как по постановке задачи, так и по схеме «специализация – обобщение». Это может быть узнавание знакомой формулы в новых обозначениях, отождествление заданного числа со значением известной функции в некоторой точке или сопоставление нотного символа с функциональным значением его в соответствующей тональности, уяснение частного вида более общего знакомого понятия и т. д.

Вследствие проделанной работы учащийся получает (выявляет) новую дополнительную информацию. При этом он еще раз уточняет и проверяет инварианты, оценивает однородность и контрастность деталей, аномальности относительно первоначально исследованного эпизода и другие морфологические особенности. Учащийся все время должен решать: достаточна ли информация для достижения поставленной цели? Приходится сортировать, отбрасывать избыточную информацию, уточнять и корректировать необходимую. В случае, когда речь идет об определенном важном фрагменте учебной теории, в памяти учащегося происходит окончательное закрепление – образование содержательных (опорных) образов (сигналов).

Таким образом, вся деятельность визуального восприятия учащегося при работе со знаковым материалом может быть рассмотрена как произвольное самообучение, которое приводит к развитию навыков поиска – фиксации (классификации) своеобразия информационных визуальных сообщений. Главным здесь является отождествление ее отдельных фрагментов с известными ему достаточно простыми объектами и понятиями, которые мы называем **стандартами**. Для усиления целенаправленности этой работы необходимо разобраться в постановке задания, понять и сформулировать «на что» дана задача, т. е. к какому стандартному типу она может быть отнесена.

Основная часть работы по распознаванию стандарта происходит по схеме «специализация – обобщение». Разумеется, первый и второй этапы работы с визуальной информацией часто не разделяются во времени, а тесно переплетаются.

Например, увидев на доске выражение типа

$$A = 4^x + 3 \cdot 2^{2x-1} + \left(\frac{1}{2}\right)^{3-2x}, \text{ учащийся в каждом слагаемом}$$

должен опознать функцию вида $y = ka^x$, отметив для себя, какие основания показательной функции включены в условие.

Если выражение A входит в уравнение

$$4^x + 3 \cdot 2^{2x-1} + \left(\frac{1}{2}\right)^{3-2x} = 0, \text{ то визуальный анализ этой формулы}$$

может содержать следующие моменты:

1. Уравнение включает в себя показательные функции – это показательное уравнение – опознание стандартной постановки задачи.

2. В уравнение входят показательные функции с основаниями 2, 4 и $1/2$ – распознавание стандартного объекта.

3. Все слагаемые в левой части можно представить как показательные функции с одним и тем же основанием «2» – опознание одинаковых элементов.

4. Известны два типа показательных уравнений: $a^x = b$ и $a^{2x} + pa^x + q = 0$. Для их опознания надо сравнить показатели степеней, не обращая внимания на постоянные (отождествление a^{x+c} и ka^x) – целенаправленность дальнейшего анализа.

5. Все слагаемые имеют вид $k2^{2x}$, т. е. представляют собой одинаковые степени одного основания (теперь видно, что этим основанием можно взять как число 2, так и 4) с точностью до постоянного множителя – отождествление одинаковых элементов.

6. После выкладок мы получим в левой части три подобных слагаемых типа $k2^{2x}$ и, сложив их, приходим к стандартному уравнению вида $A \cdot 2^{2x} = 5$, для решения которого есть стандартная формула (свернут еще один шаг, при котором 2^x воспринимается как z без формальной замены $z=2^x$).

Теперь все готово к проведению заключительного этапа анализа – составлению мысленного плана работы, которого мы коснемся позже.

Принцип замены играет существенную роль в использовании стандарта. Заменяя «эталон» на определенный символ, мы как бы освобождаем от его влияния основную структуру выражения и помогаем увидеть (предвидеть) ответ, облегчая дальнейшую работу.

Например, уравнение $(\lg x)^{\sin^2 23^\circ} \cdot (\lg x)^{\cos^2 23^\circ} = 3$ может быть решено, если учащийся умеет производить мысленные замещения, которые здесь (на рис. 113) оформлены в рамках.

Таким образом, в практическом задании стандарт выступает как ориентир, позволяющий определить именно то учебное понятие, свойствам которого посвящено задание.

В процессе визуального анализа информационного сообщения формируется тактика переработки этой информации в соответствии с поставленными задачами. Это объясняется тем, что «... приспособливаясь к ... разнообразию видов структур, человеческий разум взял на вооружение две ... процедуры – интуитивное восприятие и интеллектуальный анализ» [А7, с. 41].

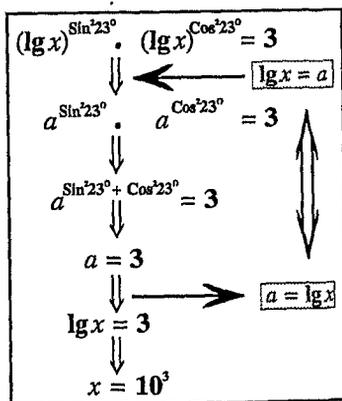


Рис. 113

Этап мысленного составления плана работы является самым важным в ходе визуального анализа предъявленных данных. Ученик должен определить порядок дальнейших действий, постараться в уме свернуть некоторые из хорошо знакомых ему операций, осуществить прогонку вариантов. Этот этап по своим целям и учебным возможностям следует отнести к поисковой деятельности. Мы считаем, что некоторые особые приемы и навыки такой деятельности явным или скрытым образом «диктуются» самой визуальной знаковой информацией. Любая формула, рисунок или текст подразумевают подсказку. Нужно лишь нацелить учащегося на поиск такой подсказки, дать инструмент к ее извлечению и применению. Путь к этому лежит через воспитание визуального мышления.

Организация описанных выше этапов «живого созерцания» знаковой информации приводит к тому, что становится возмож-

ным еще до оформления рассуждений (доказательств теорем, решений примеров и задач) наметить план работы и оценить возможные результаты. В этап составления плана работы обычно входят:

- определение порядка действий,
- свертывание отдельных операций,
- прогонка вариантов решения задачи.

План работы над примером или задачей может быть составлен при помощи перевода результатов визуального анализа данных в список конкретных команд. При этом отношение изолированности для каждого из моментов «живого созерцания» особенно активно преобразуется в отношение связи. Происходит, «динамический поиск наилучшей интерпретации имеющихся данных» [Г4, с. 15].

При прочно сформированных навыках визуального анализа

учебной информации, задания типа «Упростить $\frac{tg^4\alpha - tg^6\alpha}{\frac{1}{tg^4\alpha} - \frac{1}{tg^2\alpha}}$ »

легко переводятся учащимися в серию предписаний:

1. Заменить элемент « tg^2a ».
2. Вынести общие множители.
3. Осуществить действия над дробями.
4. Вынести общие множители и, если можно, сократить (перспектива сокращения на $(1-tg^2a)$ может быть обнаружена визуально).
5. Оформить результат.

Такая вербальная расшифровка исходного указания «Упростить» на деле является ответом на «немой» вопрос, неявным образом присутствующий в каждом практическом задании - какие знания требуются, чтобы можно было получить ответ?

Составляя план работы, учащийся одновременно отмечает именно те правила (формулы, теоремы), которые позволяют прийти к искомому результату. Как отмечал Эльконин, «в процессе

обучения невозможно игнорировать первую ступень познания – живое созерцание, так как только на его основе возможно развернуть в полной мере работу абстрактного мышления» [Э2, с. 254-264].

Завершающим моментом составления плана работы является прогонка вариантов – наиболее сложной части визуального анализа. Навыки мыслительной прогонки возможных вариантов вырабатываются путем долгой и кропотливой работы. Этот момент трудно контролируется, так как он сильно зависит от индивидуальных особенностей ученика. В то же время овладение данным навыком – надежный путь к усилению самостоятельности и творческой активности учащегося.

Рассмотрим пример.

«Упростить $\frac{9b^{4/3} - a^{3/2} \cdot b^{-2}}{\sqrt{a^{3/2} \cdot b^{-2} + 6a^{3/4} \cdot b^{-1/3} + 9b^{4/3}}} \cdot \frac{b^2}{a^{3/4} - 3b^{5/3}}$ » и

представим возможные рассуждения ученика при прогонке возможных вариантов ответа.

1. Вынесем общий множитель b^{-2} в числителе и знаменателе первой дроби. Тогда в числителе имеем произведение: $b^{-2} \cdot b^2 = 1$.

2. Остается: $\frac{9b^{10/3} - a^{3/2}}{\sqrt{b^{-2}(\)}} \cdot \frac{1}{a^{3/4} - 3b^{5/3}}$.

3. Возможно следующее:

а) под радикалом второй степени образуется полный квадрат, следовательно, получим модуль,

б) выражения « $9b^{10/3} - a^{3/2}$ » (в числителе первой дроби) и « $a^{3/4} - 3b^{5/3}$ » (в знаменателе второй дроби) сократятся по формуле сокращенного умножения.

4. По-видимому, полученный модуль должен сократиться с оставшимся выражением в числителе.

Здесь уместно вспомнить слова П.Я. Гальперина: «Речевое действие строится как отражение материального действия. Для этого последнее снова разворачивается и шаг за шагом переносится в речевой план» [Г1, с. 83-84]. Таким образом, последовательно организуя все изложенные операции «живого созерцания» учебной знаковой информации, мы не только используем природные свойства зрения ученика, но и формируем некоторые специальные особенности, которые у способных детей образуются часто произвольно, спонтанно. Можно сказать, что развиваемая нами теория призвана трансформировать визуальное восприятие в продуктивное мышление, как его понимает Грегори: «Нас привлекает взгляд на восприятие как на процесс, который реализуется в мозге и подобен логическим процессам. Например, таким, которые используются при получении и интерпретации научных данных, при формировании различных гипотез, проверяемых затем путем спланированных наблюдений» [Г5, с. 172].

3. 2. Формирование стандартного зрительного образа

Каждая учебная задача предполагает преобразование, свертывание данных к некоторому достаточно простому, хорошо известному объекту. Геометрическая или аналитическая интерпретация найденного стандарта позволяет возможно быстро и точно ответить на поставленный вопрос. С точки зрения определенных психологических свойств мышления это естественно. В предисловии к русскому изданию книги «Распознавание образов» Пинскер пишет: «... любое решение, любое действие, связанное с обработкой внешней информации, основано на узнавании и той конкретной ситуации, которой это действие отвечает, т. е. на распознавании образов» [П4, с. 5].

Решая определенную задачу, учащийся так или иначе вынужден изменять (преобразовывать) исходные данные, предварительно распознав тот визуальный стандарт, к которому можно свести ее содержание. На уроке русского языка таким стандартом может выступать определенная часть речи или хорошо известный член предложения. В физике им может оказаться закон Кулона, опираясь на который можно решать различные задачи, связанные с электростатикой и т. д.

Активное и целенаправленное использование визуального мышления в процессе обучения основано на выработке устойчивых стандартных образов основных учебных понятий. Первой встающей здесь задачей здесь является подготовка добротных геометрических изображений этих понятий, адекватно отображающих их основные черты, удобных в работе, пригодных для многократного использования.

Большинство этих изображений устоялось в практике преподавания математики. Перечислим важнейшие:

1. Число – точка числовой оси (рис. 114-а).
2. Вектор – направленный отрезок (рис. 114-б).
3. Функция – график (рис. 114-в).
4. Линейная функция – прямая (рис. 114-г).
5. Квадратичная функция – парабола (рис. 114-д).
6. Обратная пропорциональная зависимость – гипербола (рис. 114-е).
7. Колебательный процесс – синусоида (рис. 114-ж).
8. Производная – наклон касательной (рис. 114-з).
9. Экстремум – горб или впадина (рис. 114-и).
10. Интеграл – площадь (рис. 114-к).

Естественно, что объем содержания такого визуального образа не полностью совпадает с объемом содержания соответствующего понятия. Так, отношение «Экстремум – горб или впадина» (рис. 114-б) позволяет по графику определить важнейшие «параметры» поведения функции (точки максимума и минимума, изменение функции вблизи этих точек – возрастание с одной стороны и убывание с другой), «измерить» значение самого экстремума и т. д.

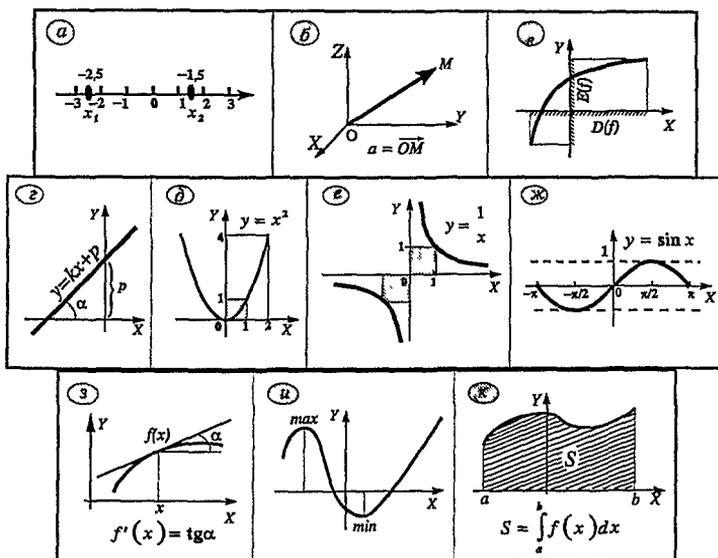


Рис. 114

Однако, чтобы осуществить дефиницию самого понятия, необходимо нечто большее. Нужна дисциплина зрительного восприятия, знание стандартных зрительных образов, понимание, что само слово «экстремум» нуждается в описательном расширении типа «экстремум функции в заданной точке» и т. д. Необходим грамотный, квалифицированный перевод с языка образов на язык слов и формул.

Обратим внимание на то, что новым в предлагаемом нами подходе является акцент на «первичность» образа, на немедленную и возможно более точную зрительную ассоциацию с абстрактным понятием, предшествующую словесному описанию. Насколько важна такая «первичность» писал еще Павлов: «При страшной сложности работы больших полушарий, по-видимому, имеется такой принцип: все то, что было образовано, не переделывается, по остается в том же виде, а новое лишь наслаивается» [15].

Для того, чтобы «базовый» рисунок–стандарт помогать решать конкретную учебную задачу, необходимо продумать его содержание и расставить все важнейшие акценты. По словам Вазари «рисунок ... имея свое начало в рассудке, извлекает общее понятие из многих вещей, ... отсюда следует, что он познает соразмерность целого с частями и частей между собой и с целым ... из этого познания рождается определенное понятие и суждение, ... и можно заключить, что рисунок этот не что иное, как видимое выражение и разъяснение понятия, которое создано в идее. И отсюда, возможно, и возникла греческая поговорка: «Поконгю льва» [В1, с. 214].

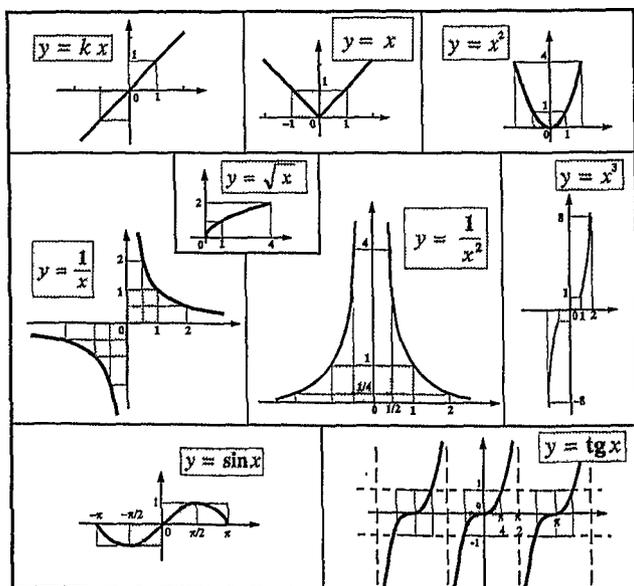


Рис. 115

Комплекс «график–уравнение» должен четко отмечать в своем геометрическом блоке все «точки опоры» – элементы, позволяющие прийти к необходимым обобщениям, предопределить свертывание мыслительных операций. В частности, для геометрического задания синуса (рис. 114-г) к таким элементам можно

отнести точки, обозначенные на оси абсцисс: $-\frac{\pi}{2}, 0, \frac{\pi}{2}$... пунктирные (или тонкие) линии, отмечающие область значений этой функции. При соблюдении упомянутых условий у учащихся довольно просто формируются формульные стандарты типа:

– нули синуса: $0, \pm\pi, \pm\frac{\pi}{2}, \dots$;

– область допустимых значений синуса: $x \in [-1; 1]$ и т. д.

Предлагаемое визуальное средство обозначено нами как «направляющие прямоугольники» (рис. 115). Оно обеспечивает точность исполнения и ясность восприятия важнейших математических объектов – графиков элементарных функций.

Например, тщательное выполнение графика показательной функции по основанию 2 может привести к полезным ассоциациям. «Точки опоры» в виде цифр (на оси абсцисс: $-1, 0, 1$; на оси ординат: $1/2, 1$ и 2) позволяют визуальное определить, предугадать соответствия для экспоненты с основанием 3 и 4 (рис. 116).

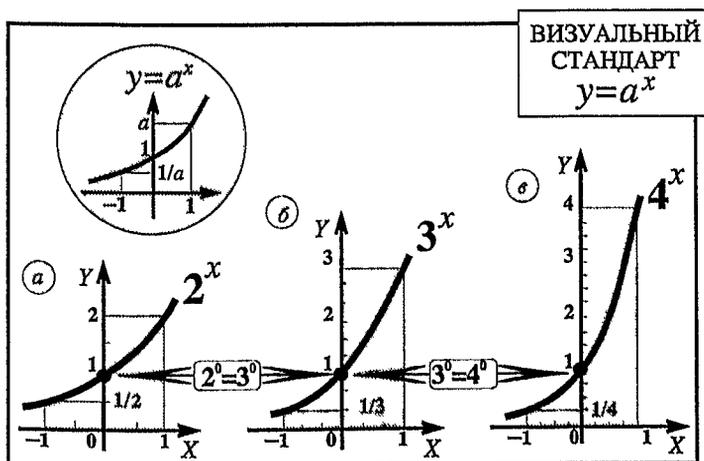


Рис. 116

Приведем пример возможного хода решения задачи, весьма показательной с точки зрения отработки навыка использования графических стандартов.

$$\text{Построить график функции } y = \begin{cases} x^2 - 1, & x \leq -1 \\ \sqrt{x+1}, & -1 < x \leq 2 \\ x - 2, & x > 2 \end{cases}$$

Для начала построим геометрические стандарты кривых: $y = x^2$, $y = \sqrt{x}$, $y = x$ (рис. 117, вверху слева). При этом мы в визуальной форме отвечаем на вопрос «Что задано?». Осуществим перемещение графиков в строгом соответствии с формулами условия, т. е. определим «Где задано?» (рис. 117, вверху справа). Выделим те участки кривых, которые удовлетворяют начальным ограничениям и тем самым ответим на вопрос «Когда, т. е. как развивается наша функция во времени?» (рис. 117, внизу слева), и, наконец, вносим корректировку, необходимую для сохранения закона функциональности, т. е. определяем поведение функции «на стыках» (рис. 117, внизу справа).

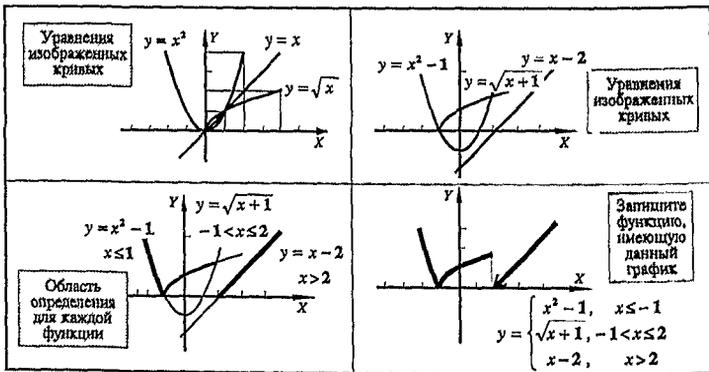


Рис. 117

Визуальные стандарты могут оказать громадную помощь в прикладке результата. Продемонстрируем их действие на примере.

Определить знак произведения:
 $A = \lg \sin 32^\circ \cdot \lg \sin 17^\circ \cdot \lg \sin 32^\circ \cdot \lg \sin 40^\circ \cdot \lg \sin 2^\circ$.
 Осуществляя визуальный анализ геометрического предьявления соответствующих «порций» информации, от опорного стандартного образа приходим к ответу: $A < 0$ (рис. 118).

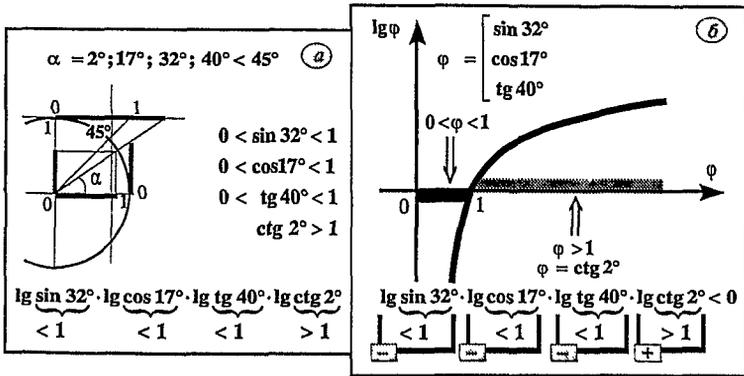


Рис. 118

Визуальные образы не должны быть чем-то застывшим, фотографически фиксирующим изучаемые объекты. Внедрение таких образов в учебный процесс предполагает не только последовательное восстановление их, но при необходимости расчленение, сборку отдельных деталей в единое целое – новое образование. Этому служит умение выделить на визуальных стандартах важнейшие свойства понятий, отразить определенные операции над ними.

Обратимся, для примера, к разделу «Векторы». Поскольку на соответствующие разделы программой (ее инвариантной частью) отводится минимум допустимого времени, то особенно важно быстро сформировать умение (мысленно или письменно) восстанавливать основные стандарты:

а) противоположно направленные и сонаправленные векторы;

- б) сумму двух векторов;
 в) разность двух векторов (рис. 119).

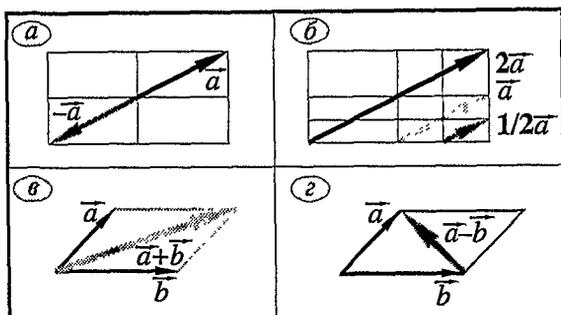


Рис. 119

Учащиеся хорошо знают, что диагональ векторного параллелограмма, соединяющая концы составляющих его векторов, есть вектор их разности, однако направление этого вектора они обычно определяют с трудом. Здесь может помочь визуальная подсказка – стрелка вектора разности двух заданных векторов \vec{a} и \vec{b} должна соприкасаться со стрелкой вектора–уменьшаемого (рис. 120).

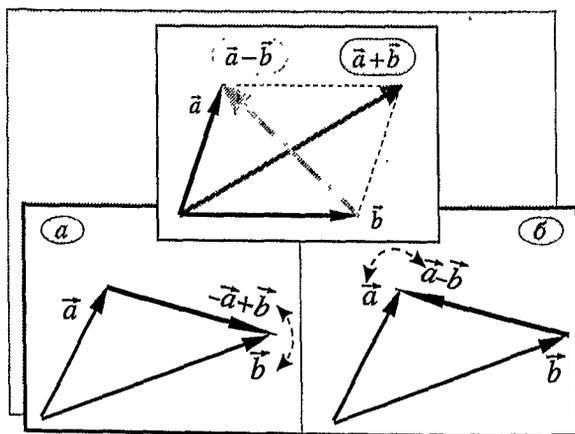


Рис. 120

Уже на первых порах изучения этой (как и любой другой) темы необходимо сосредоточить внимание на формировании свободного переключения с одного языка предъявления информации на другие, что полезно постоянно поддерживать разнообразными задачами (рис. 121-122). Все сведения о правилах изображений векторов и основных операций над ними можно сосредоточить в двух информационных схемах. Первая из них пред-

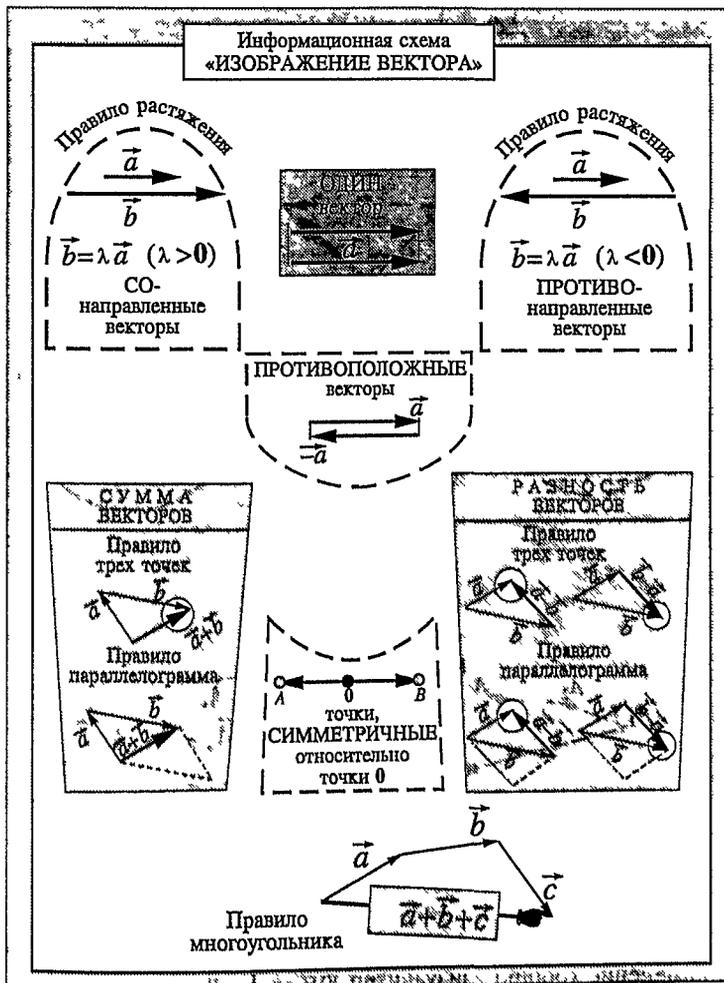


Рис. 121

ставляет блок визуальных образов, в каждом из которых акцент кладется на связь между словом и термином (рис. 121). Вторая схема (рис. 122) концентрирует внимание учащегося на трудном для усвоения соотношении между буквенными обозначениями и визуальными представлениями векторов с точными указаниями их начала и конца.

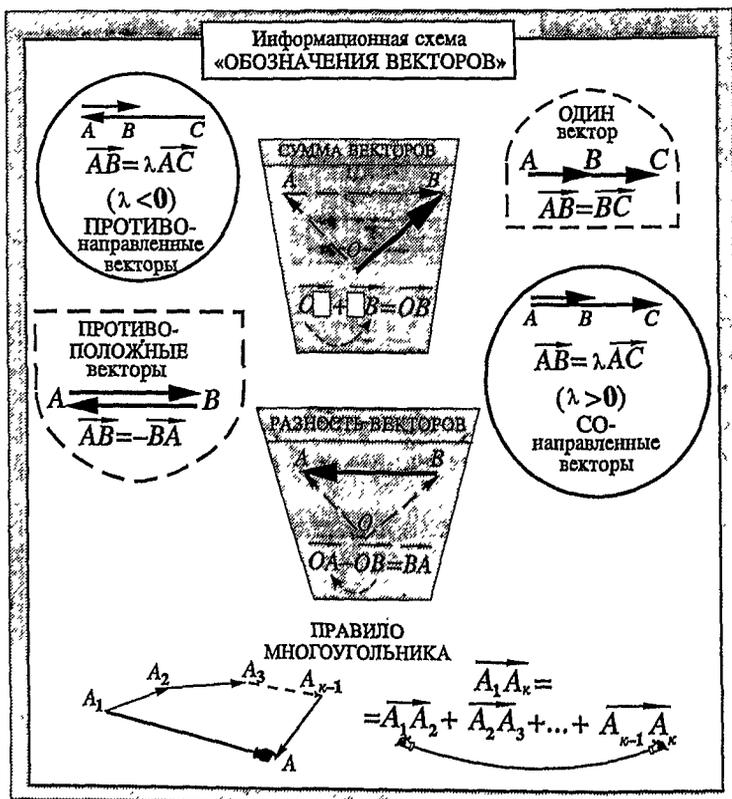


Рис. 122

В теме «Векторы» каждое теоретическое положение и его применение хорошо «визуализируются». Иллюстрируемые выше визуальные стандарты (рис. 123) помогут учащимся в решении

задач, подобных следующей: «Точка O является центром тяжести треугольника ABC . Доказать, что $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{AC} = \vec{0}$ ».

Анализ. Визуальный стандарт центра тяжести треугольника дан на рис. 123-а.

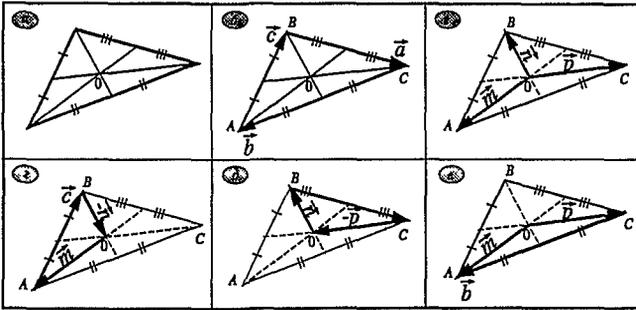


Рис. 123

Решение. Примем (рис. 123-б, -в):

$$\vec{AB} = c, \vec{BC} = a, \vec{CA} = b, \vec{OA} = m, \vec{OB} = n, \vec{OC} = p.$$

Используя стандарты, имеем: $\vec{m} = \vec{c} - \vec{n}$, $\vec{n} = \vec{a} - \vec{p}$, $\vec{p} = \vec{b} - \vec{m}$, (рис. 123-г, -д, -е). Произведя несложные вычисления, мы от известного образа (рис. 124-а) перейдем к визуальному обобщению – «векторному свойству» центра тяжести треугольника (рис. 124-б).

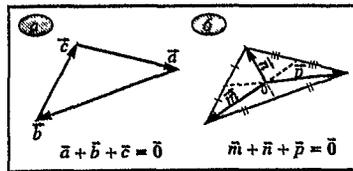


Рис. 124

Словами Шапоринского подведем итог. «Образ – это сплав зримого и известного. Последнее не только входит в содержание образа, но и определяет то, что извлекается из зримого. Наглядный образ – результат переработки того, что было запечатлено, было зримо» [Ш2, с. 53].

3. 3. Визуальный перевод

Остановимся на способах предъявления информационных данных – трех языках учебной знаковой информации. Доминирующим способом введения учебной информации является *вербальный*. Другим способом предъявления знаковой информации является так называемый *геометрический* (наглядный, визуальный) способ. Многие науки имеют еще один специфический способ записи своего содержания, который мы называем *формульным* (синонимы – символный, аналитический, знаковый). Дадим краткие характеристики всех трех способов предъявления информационных данных.

Три языка учебной знаковой информации

К **вербальному** (описательному) способу предъявления учебной знаковой информации относится раскрытие ее содержания на родном языке. При этом способе учащийся слушает или читает связано изложенное описание, включающее математические, химические, музыкальные или иные термины и их обозначения. Законченный фрагмент информации, предъявленной вербальным образом, мы для краткости будем называть **ТЕКСТОМ**. Сам способ такого введения данных здесь будет именоваться также словесным или описательным.

При **геометрическом** виде информационного сообщения его главная часть сосредоточена на рисунке, графике, наглядном пособии, экране. Это может быть и один кадр, и серия (последовательность изображений) или сложно организованная модель. Основной упор в обоих случаях делается на зрительно воспринимаемый образ. Для краткости фрагмент информации, предъявляемый визуально, будем называть **РИСУНКОМ** (изображением, картинкой, иллюстрацией).

Под **аналитическим** (формульным, символическим) заданием учебной информации понимается запись фрагмента ее содержания с помощью значков и букв. Он отличается от геометрического тем, что использует лишь стандартные обозначения из некоторого алфавита (списка) и имеет четкие правила организации. Ввиду важности различных формул для всех предметов естественно-научного цикла, а также для ряда гуманитарных дисциплин, мы выделим этот вид записи особо. Совокупность символов, фиксирующую связи между отдельными объектами предлагаемой знаковой информации с помощью общепринятых или специально введенных (например, стенографических) знаков, будем называть **ФОРМУЛОЙ**.

Представление знаковой информации вербальными средствами – задача чрезвычайно сложная. Требование детерминированности, однозначности понимания условия является в данном случае основным. Текст должен быть рассчитан на уровень восприятия ученика, его подготовку, запас терминов. Даже такая «элементарная вещь», как предлоги могут озадачить ученика, поэтому при малейшей возможности следует *показывать* «нюансы» терминов, различия и сходство в них (рис. 125).

Найдите глаголы, описывающие действия, которые

могут осуществлять

корабль
парус
мачта
корпус
флаг

Укажите стрелкой существительное, которым можно заменить местоимение

Он \square идет ему.
Он \square идет ему.
Он \square идет ему.
Он \square идет ему.

Она \square \square к нему.
Оно \square \square к нему.
Они \square \square к нему.
Он \square ... \square к нему.

Задание функции внутри и на всем промежутке

определена на открытом промежутке $(a;b)$

определена на замкнутом промежутке $[a;b]$

Рис. 125

Так как вербальный способ трудно поддается непосредственному зрительному восприятию, то здесь необходимы некоторые специфические приемы. К первому из них мы относим условие перевода фрагментов текста в формулу и рисунок. Ко второму – обогащение словарного запаса, введение понятных терминов, позволяющих воссоздать соответствующий зрительный образ, увидеть и запомнить отличительные, существенные особенности изучаемого понятия.

Умение читать формулу, составленную из знаковых конструкций, является одним из общеобразовательных умений, закладываемых в школе. При целенаправленном обучении умение видеть в символических образах содержание может дать инструмент к познанию. «Представляя собой условную знаковую систему, символическая наглядность по существу является своеобразным языком и, как всякий язык, должна специально изучаться, чтобы стать понятной. Только в таком случае символическая наглядность будет эффективным средством обучения» [С7, с. 72].

Действительно, чтобы объединить, осмыслить тождественность

обозначений типа $\lg^2 x$, $\log_{10}^2 x$, $(\lg x)^2$, $(\log_{10} x)^2$, $\frac{1}{(\log_{10} x)^{-2}}$,

$(\lg^{-1} x)^{-2}$, и т. д. необходима определенная математическая культура – знание различных форм записей одного и того же математического объекта, правил преобразования одной из них в другую, умение смотреть и видеть. Даже в более простых случаях наблюдается, что у учащихся отсутствует восприятие знаковых структур как некоторых зрительно воспринимаемых образований – визуальных образов, особенности которых поддаются активному зрительному анализу.

Обратимся к следующей задаче: выяснить взаимоотношения между различными способами работы с учебной знаковой информацией. Понятие «визуальный перевод» в наших рассуж-

дениях является центральным. Под **визуальным переводом** мы подразумеваем ту умственную деятельность учащегося, которая осуществляется в ходе визуального восприятия начальных или промежуточных данных путем расшифровки их с помощью запаса готовых, известных заранее визуальных форм, символических образований или терминов – наименований. Таким образом, визуальный перевод (или для краткости просто перевод), есть не что иное, как установление связей между рисунком, текстом и формулой.

Цикличность обуславливается возможностью (и необходимостью) сопровождения каждого из этапов приема, анализа и преобразования информации словесными, формульными или иллюстративными комментариями. Несомненно, что этот процесс должен рассматриваться двусторонне.

Учитель рассказывает, объясняет. Ученик смотрит и слушает, вникает и запоминает. Однако в этой схеме, как известно, возможны вариации. Учитель превосходно владеет материалом, доходчиво объясняет содержание. Но слушатель не готов воспринимать его интерпретацию – нет прочной базы, не владеет «языком», посредством которого излагается информация и т. п. И если, в силу каких-то обстоятельств, не учитываются возможности учащихся, то, как результат, следует «неудача обучения». То же можно сказать и об обратной стороне дела.

Нередки случаи, когда учащийся с хорошей слуховой памятью достаточно точно цитирует несложный вербальный фрагмент текста (определение или теорему), но затрудняется в применении его положений, не владеет инструментами к выявлению его содержательной стороны, основы. Один из путей решения проблемы мы видим в использовании различных языков предъявления информации и развитии навыков перевода с одного языка на другой.

Текст – рисунок

Перевод слова в образ может сопровождать все основные этапы изучения вербального фрагмента. При этом значительно возрастают требования к выполнению рисунка–иллюстрации. Хороший рисунок «*Tacet, sed loquitur*» (молчит, но говорит), помогая усвоению содержания текста. Действительно, геометрическая интерпретация данных позволяет охватить содержание информации «в целом», выделить стандартные визуальные образы, определить общие или особые (одинаковые или различные) элементы, с помощью которых можно выйти на правильное решение, обобщить на уровне зрительного восприятия многие теоретические положения. Этот момент мы полагаем чрезвычайно важным. Он создает необходимую основу для взаимобратного перевода с «языка слов» на «язык зрительных образов».

Задания типа: «Скажите, о чем говорится в задаче?», «Определите, что изображено на картинке?», «Уточните, чему посвящено содержание теоремы?» часто ставят учащихся в тупик. На вопрос: «Возникают ли в вашей учебной деятельности ситуации, когда преподаватель спрашивает, а вы даже не знаете, о чем нужно говорить?» ответ в различных группах однозначен – «почти всегда».

Данное явление объясняется тем, что учащиеся не умеют из информации, предъявленной им тем или иным образом, выявить понятие, являющееся центральным, т. е. осуществить хотя бы частичный перевод. Такой перевод станет возможен, если учащийся сумеет произвести «разбиение изучаемого материала на небольшие порции по смысловому содержанию с выделением опорных пунктов в форме тезисов, заголовков, вопросов» [С7, с. 79].

Разбор любой визуальной задачи можно начинать в рамках известной конструкции Пойя: Что? Где? Когда? [П11, с. 107]. Наибольшие затруднения вызывает ЧТО–вопрос. Учащийся не понимает, что на самом деле его спрашивают: «Какое из понятий здесь изображено?», и только потом возникает требование описания свойств этого понятия. А раз неясен сам изначальный вопрос, то отсюда, как следствие, и непонимание, в каком направлении проводить анализ данных. Здесь на наш взгляд, должно в первую очередь сработать начальное «звено цепочки», с неизменно заложенными в ней связями: картинка – наименование – формула. Таким образом, все сводится к умению учащихся понимать и выстраивать словесные, а затем (или же одновременно) и формульные описания визуальной информации. У Пойя эти рекомендации несколько расширены: «Ваши лучшие пять друзей: Что? Почему? Где? Когда и Как? Если вам нужен совет обратитесь к Что, обратитесь к Почему, обратитесь к Где, Когда и Как – и больше ни к кому не обращайтесь» [П11, с. 103]. Все это мы рассматривали как бы со стороны ученика. Теперь обсудим эту же проблему со стороны учителя.

При постановке вопросов полезно учитывать положение Белнапа: «По числу предоставляемых альтернатив вопросы можно разбить на два класса. В один класс попадают вопросы, которые задают небольшое или во всяком случае, ограниченное число альтернатив, а в другой – вопросы, которые задают бесконечное или по крайней мере большое число альтернатив ...» [БЗ, с. 29].

Итак, изучение картинки сопровождается серией вопросов. Однако, если вопрос содержит слишком большое число альтернатив, то он ставит ученика в тупик. Следовательно, необходимы вопросы, которые предусматривают определенные, достаточно четкие альтернативы. Такие вопросы могут формироваться принципами, изложенным Пойя: «характерные черты, общие для всех вопросов и ответов таковы: здравый смысл и общность. Будучи выведенными из простого здравого смысла ... они могут сами

собой прийти в голову ученику. Будучи общими, они оказывают ненавязчивую помощь, они просто дают общее направление, оставляя учащемуся обширное поле деятельности» [П11, с. 14].

Отвечая на первый вопрос задачи рис. 126, углы 1 и 2 можно охарактеризовать как равные, тупые, вертикальные и т. д. В школьной практике подобные альтернативны весьма полезны – каждый ученик может дать свой ответ и выслушать точку зрения другого. При этом учитель имеет возможность получить информацию о полноте и точности их представлений.

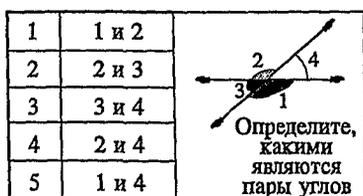


Рис. 126

Рисунок – формула.

Перейдем к следующей визуальной комбинации «рисунок – формула». Как показала практика, отказ от использования знаков теоретико–множественной символики большого облегчения в обучение не принес. Учащийся, живущий в современном мире, волей–неволей вынуждается к применению различных символов, аббревиатур в повседневной жизни. Лишая преподавание его важнейшего инструмента – символического способа предъявления, уменьшая поле его действия и значение, мы, по-видимому, противоречим возникающим новым способам общения. При целенаправленном обучении формирование умения видеть в символических образах содержание может дать инструмент к познанию. «Представляя собой условную знаковую систему, символическая на-

глядность по существу является своеобразным языком и, как всякий язык, должна специально изучаться, чтобы стать понятной. Только в таком случае символическая наглядность будет эффективным средством обучения» [С7, с. 72]

Геометрическая интерпретация данных с параллельной фиксацией их в виде цепочки символов позволяет составлять план описания рисунка (иллюстрации, чертежа).

Так, к примеру, действуя по принципу «вижу–пишу», можно обосновать все логические переходы в решении задачи: «Дать по рис. 127 определение возрастающей функции». Если ученик применит алгоритм «Что и Какая? Где? Когда и Как?», то он сможет фиксировать:

- а) $f(x) \uparrow$;
- б) $x_1, x_2 \in [a, b]$;
- в) $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$.

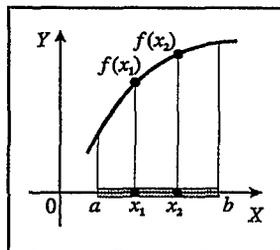


Рис. 127

Несмотря на то, что переход от рисунка к формуле наиболее прост, не всегда такой рисунок в тексте задан. Следовательно, нужно разработать такую методику, которая направляла бы ученика как можно чаще переводить формульную информацию в геометрический образ и уже от него переходить к формуле–результату.

Ярким примером такой методики является часто применяемый учителями способ получения общего решения тригонометрического уравнения.

Например, для решения уравнения

$\sin^2 x = \frac{1}{2}$ рекомендуется сначала изобразить соответствующие точки на тригонометрическом круге (рис. 128), а за-

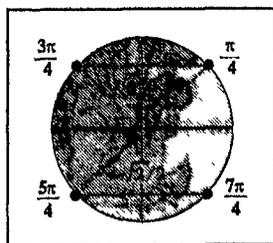


Рис. 128

тем записать решение в виде формулы: $x = \frac{\pi}{4}(2k+1)$ или

$$x = \pm \frac{\pi}{4} + \pi k \quad (k \in Z).$$

Текст – формула– рисунок

При переходе от текста к формуле активным образом работает абстрагирование.

Например, решая задачи международного конкурса «Кенгуру», его участники в каждой задаче должны, учитывая реальные или искусственные условия, положенные в ее сюжет, абстрагироваться от конкретной ситуации (рис. 129). Одной из главных направляющих здесь является дифференциация данных по степени существенности их вхождения в условие задачи.

Для полноты общей картины дадим краткое описание отношения «формула – рисунок». Как мы уже сказали, переход от рисунка к формуле осуществить достаточно легко. С переходом от формулы к рисунку дело обстоит значительно сложнее. Здесь совершенно необходимо абстрагирование от конкретных условий.

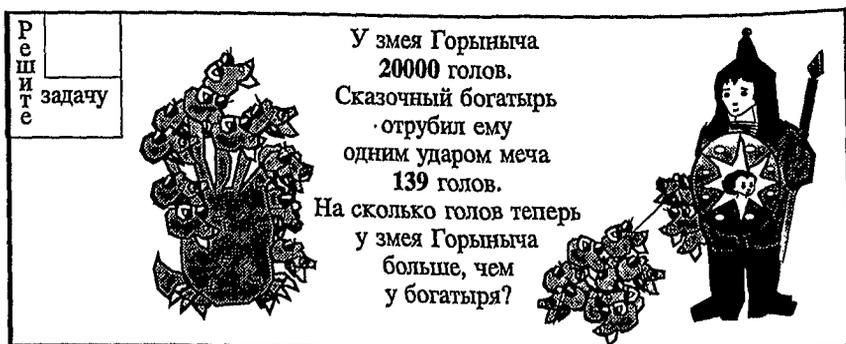


Рис. 129

Продемонстрируем этот процесс на примере следующей задачи: «Выяснить, какое из чисел больше: $3^{5/4}$, $3^{\sqrt{2}}$ или $3^{3/2}$?»

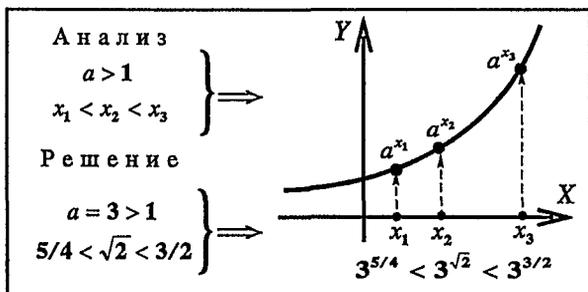


Рис. 130

Что может и должен увидеть ученик в ряду заданных чисел? Явным образом просматривается общее основание – число 3, все остальные знаки – показатели степеней этого числа. Требование выстроить данные числа по принципу сравнения, также вполне очевидно. Исходные данные распределяются в последовательности: $1,25 < \sqrt{2} < 1,5$ (рис. 130). Чтобы ответить на вопрос задачи, достаточно извлечения фрагмента теории, который позволит получить результат с помощью визуально – логических умозаключений, а не путем вычислений.

Абстрагирование в большинстве подобных случаев можно осуществить с помощью введения стандартного визуального образа, связи между элементами которого дадут необходимые для решения действия (рис. 131).

Поскольку «Абстрагирование не может осуществляться без обобщения, без выделения того общего, существенного, что подлежит абстрагированию» [С7, стр. 24], мы можем составить следующий план перехода формулы в картинку:

- а) определение общего (в большинстве случаев одинакового),
- б) отброс несущественного в этом общем (например, конкретных числовых значений),

в) переход к визуальному образу (т. е. выявление структурных связей),

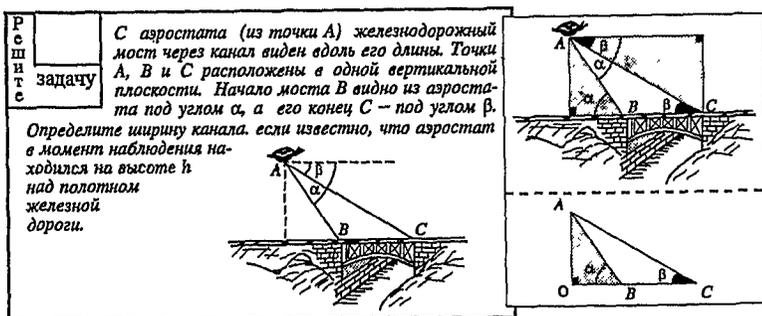


Рис. 131

г) подстановка изъятых данных (возвращение, внедрение несущественного, конкретного),
 д) получение ответа (рис. 132).

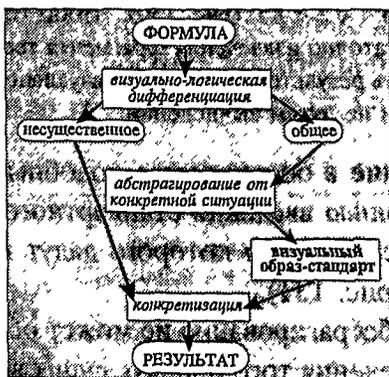


Рис. 132

Данный алгоритм позволяет активно использовать стандартные зрительные образы, образуя у ученика прочный навык извлечения их из памяти и применения при решении учебных за-

дач. Здесь мы явным образом применили принцип «геометрического познания» по терминологии Биркгоффа, автора книги «Математика и психология». По его мнению «блестящие достижения греческой математики зависели от сочетания логики с зрительным воображением, без предпочтения той или другой составляющей» [Бб, с. 39].

3. 4. Визуальный поиск решения учебной задачи

Процесс обучения в школе связан с передачей знаний, накопленных человечеством. Учитель предъявляет некоторую информацию, существенные моменты которой ученику полагается понять, усвоить и запомнить. Как правило, каждое объяснение сопровождается словесными описаниями, разнообразными примерами, строгими выкладками или наглядными иллюстрациями. Ученик заносит в тетрадь отдельные сведения, перерисовывает таблицы и диаграммы, записывает формулировки теорем, фиксирует цепочки формул. Результатом этих усилий учитель предполагает значительный рост любознательности ученика, стремления решать не только легкие, но и трудные задачи. К сожалению, у большинства так и не пробуждается интерес к поискам ответов на сложные вопросы, они не успели (не смогли) понять, как это делать.

Проблема организации поисковой деятельности в процессе обучения математике (и не только математике!) является одной из самых сложных и трудно осуществимых. «Над вопросом о том, возможна ли теория, предметом которой являются не математические доказательства, а способы догадываться о таких доказательствах, открывать математические истины и решать математические задачи, люди бьются еще со времен античной древности. Вопросы этого рода не могут не интересовать каждого математика, каждого преподавателя математики или обучающегося ей» [Я1, с. 13].

Основная трудность заключается в том, что поисковая деятельность сама по себе предполагает громадный запас эвристик. В целом, такая деятельность, по-видимому, не поддается алгоритмизации, подчинению определенным, четко сформулированным правилам. Тем не менее, в результате изучения научной литературы и в ходе наших исследований выяснилось, что в учебном процессе объективно существуют такие моменты, которые позволяют подготовить почву для движения мысли ученика по таким эвристическим «руслам». Причем, каждый из этих моментов мы полагаем в значительно большей мере зависящим от уровня визуального восприятия, его подготовленности и организованности, чем это считалось ранее или не предполагалось вообще.

«Интуиция и интеллект являются в равной мере важными и в равной мере необходимыми способностями. Ни одна из них не имеет преимущественного положения в какой-либо человеческой деятельности ... В основе механизма действия интуиции лежит способность воспринимать и понимать общую структуру конфигурации, тогда как интеллект направлен на выяснение особенностей отдельных элементов, явлений или событий ... Интуиция и интеллект действуют не порознь, а почти всегда кооперативно. Если в процессе обучения мы пренебрегаем одной способностью в пользу другой или сознательно держим их на расстоянии друг от друга, то мы попросту калечим головы тем ученикам, которых призваны учить и воспитывать» [А7, с. 41].

Обратимся к возможному решению следующих вопросов:

- что должен искать учащийся в предъявленной ему знаковой математической информации;
- где и как может учащийся отыскивать ориентиры и подсказки в ее содержании;
- каким образом учащийся может обнаружить в визуальной информации скрытые, недостающие данные;
- какие средства и приемы служат образованию навыков поиска.

Наблюдения, ориентиры и подсказки

Ученик начинает решать задачу. С заданием стандартного характера, оформленного знакомым образом, он обычно «справляется» вполне удовлетворительно. Если же условие чем-либо отличается от привычных, то следует остановка. Для того чтобы догадаться, как решать задачу, нужно уметь «хорошо видеть». Например, определять общее и различное, группировать объекты по определенным признакам, определять «стержневой» стандарт и т. д. В том случае, когда составить мысленный план решения задачи не удастся, «живое созерцание» как бы ограничивается этапами: анализ визуальной информации и распознавание стандарта. Далее следует поиск выхода из создавшегося тупика. Таким образом, решение достаточно сложной для ученика математической задачи мы можем рассматривать как бы в двух «плоскостях» – наблюдение и визуальный поиск.

Наблюдение – это результат взаимодействия двух первых этапов работы «живого созерцания» в процессе восприятия и переоформления данной информации. Оно позволяет обнаружить ориентир. Под **ориентиром** учебной знаковой информации мы понимаем то визуально наблюдаемое свойство – особенность объектов или структуры блоков информации, которые дают возможность осознать, понять и принять подсказку. Ориентирами могут быть одинаковые элементы, ярко выраженные формульные или геометрические стандарты, словесные комментарии, наименования, сама «архитектура» связей между фрагментами информационного сообщения.

Пример 1. Вычислить:
$$\frac{2^{19} \cdot 27^3 + 15 \cdot 4^9 \cdot 9^4}{6^9 \cdot 2^{10} + 12^{10}}.$$

Зрительно анализируя компоненты числовой конструкции, выявляем «общее» – степени с основаниями 2 и 3, что позволяют без труда придти к искомому ответу (рис. 133).

Для сопоставления обратимся к задаче геометрического характера.

Пример 2. На рис. 134 изображен параллелограмм. Определить величины отмеченных на нем углов.

	Решение
Сначала выделим число 2 в качестве основания степени	$\frac{2^{19} \cdot 27^3 + 15 \cdot (2^2)^9 \cdot 9^4}{(2 \cdot 3)^9 \cdot 2^{18} + (2^2 \cdot 3)^{10}} =$
Затем выделим число 3 в качестве основания степени	$= \frac{2^{19} \cdot (3^3)^3 + 3 \cdot 5 \cdot 2^{18} \cdot (3^2)^4}{(2 \cdot 3)^9 \cdot 2^{18} + 2^{20} \cdot 3^{10}} =$
Применим формулы преобразования степеней	$= \frac{2^{19} \cdot 3^9 + 5 \cdot 2^{18} \cdot 3^9}{2^{19} \cdot 3^9 + 2^{20} \cdot 3^{10}} =$
Приведем к нормальному виду	$= \frac{2^{18} \cdot 3^9 (2 + 5)}{2^{19} \cdot 3^9 (1 + 2 \cdot 3)} = \frac{1}{2}$

Рис. 133

На рис. 134-б) показаны главные ориентиры: противоположные углы параллелограмма (вверху), углы при основаниях равнобедренных треугольников (в центре) и накрест лежащие углы при двух параллельных прямых, пересеченных третьей (внизу). Рис.134-в) визуализует результат процесса свертывания.

Визуализация доказательных рассуждений

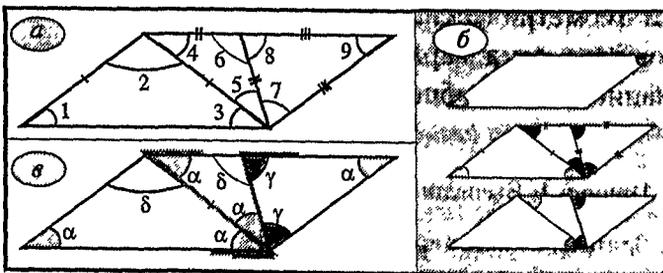


Рис. 134

Обратим внимание на важное обстоятельство, столь характерное для предметов математического цикла. Каждую новую теорему учебника обычно сопровождает «директива» учителя: «Выучить формулировку и доказательство теоремы №...». Ученик, занимаясь по одному из рекомендованных учебных пособий, усваивает не только само содержание, но и все особенности изложения (порядок слов, их соподчинение, обозначения и т. п.), принимая часто именно их за основу. Подобные тексты выступают как отдельные самостоятельные фрагменты учебной теории, психологически обуславливая дискретность восприятия текста в целом. Непрерывность в осознании идей и методов формируется в лучшем случае при обобщении, обзорном повторении.

Таким образом теоретическая часть курса выделяется из всей массы учебного материала в некоторую особую подсистему. Она изолируется от прочих видов учебной математической информации (задач, упражнений, вопросов и проблемных ситуаций) не только по своему способу предъявления, но и по целям, принципам их реализации.

Процесс познания при изучении теорем вынуждено строится по иному, нежели вся основная учебная деятельность. Тем самым как бы намеренно организуется разрыв между теорией и практикой. Требование думать, наблюдать, искать, проявлять самостоятельность ослабляется или вообще исчезает при введении теоретических положений курса. Теоремы предлагаются для принятия к сведению, без включения активного мыслительного действия, без поисков, ошибок, нахождения выходов из тупиковых ситуаций. Есть готовый текст и нужно лишь разобраться (если сможешь!) и выучить, что записано в учебниках или тетрадях. Перенесение содержания учебника на монитор (без учета работы визуального восприятия текста, рисунка и формулы) сохранит (и даже усугубит) все перечисленные здесь и выше трудности работы ученика.

Визуальные задачи, т. е. задачи, исходной посылкой которых является рисунок, содержат в себе громадный запас возможностей. Среди них мы особо выделяем возможность вводить теоретический материал курса в ситуации визуального поиска. Тем самым мы побудим учащихся участвовать в «открытии» нового.

«Докажите, глядя на рисунок, что ...» – это задача на доказательство утверждения или вывод формулы. Формирование навыков проведения доказательных рассуждений возможно с помощью серии таких заданий, выстроенных в порядке возрастания сложности (рис. 135).

Рисунок (формула или текст) в данных задачах дает все необходимые подсказки для успешной поисковой деятельности

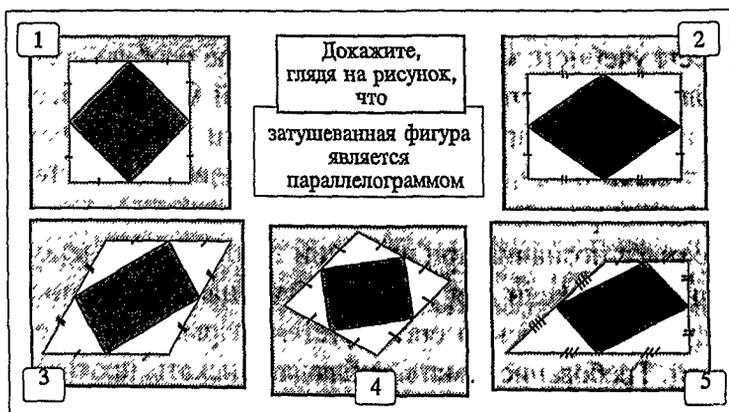


Рис. 135

ученика. Такой рисунок лучше перенести в тетрадь и преобразовать его так, чтобы ход рассуждений стал *очевиден* ход рассуждений.

Отыскать ориентир в условии задачи «с изюминкой» иногда довольно непросто. Нужна соответствующая техника и привычка к таким поискам. В условиях, записанных в виде формул, ориентирами могут быть закономерности, связывающие числовые данные, формулы сокращенного умножения, символы элементар-

ных функций и т. д. В геометрических задачах ими чаще всего оказываются наиболее известные геометрические фигуры (рис. 136).

Ученик может решать такую задачу самостоятельно, принимать участие в коллективных поисках, обдумывать различные

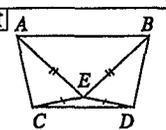
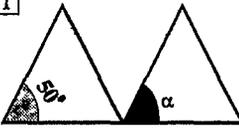
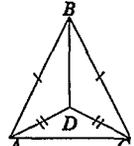
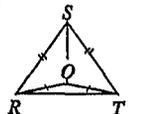
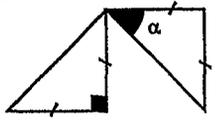
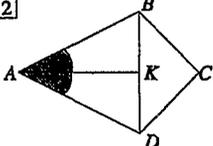
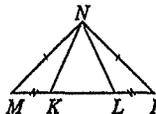
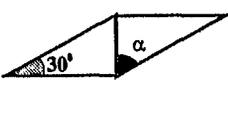
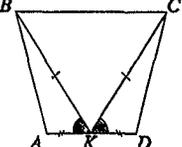
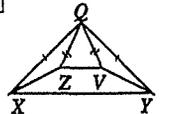
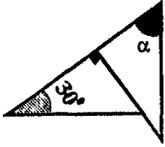
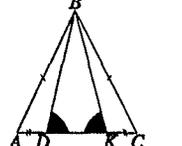
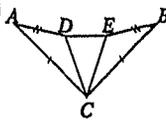
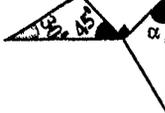
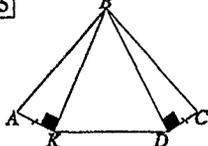
Серии	Определите угол α в одном из треугольников по известному углу другого, равного ему, треугольника	Определите равные треугольники и докажите их равенство
<p>Найдите равные треугольники</p> <p>1</p> 	<p>1</p> 	<p>1</p> 
<p>2</p> 	<p>2</p> 	<p>2</p> 
<p>3</p> 	<p>3</p> 	<p>3</p> 
<p>4</p> 	<p>4</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> 	<p>5</p> 	<p>5</p> 

Рис. 136

предлагаемые варианты преобразований рисунка (текста или формулы). Каждое подобное преобразование полезно пояснять формулами (формулой или текстом).

В случае затруднений можно обратиться к соответствующей информационной схеме или определенной странице информационной тетради, получить помощь в разделе «HELP» программы.

Задания очередной иллюстрации (рис. 137) оформлены так, чтобы учащиеся восприняли алгоритм:

- осуществить перевод текста в формулу или картинку;
- составить соответствующую визуальную задачу;
- решить эту задачу.

Покажем на примере урока 8-го класса, как можно организовать наблюдения учащихся в ходе построения определенного теоретического положения.

Цель урока «Основное тригонометрическое тождество» – ученики должны самостоятельно сформулировать и доказать одно из важнейших положений тригонометрии.

Урок состоит из трех этапов. На первом из них ученики вспоминают и обобщают известные им определения $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ и

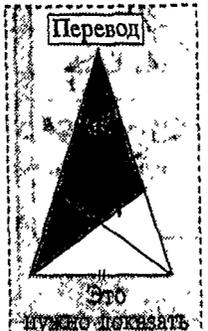
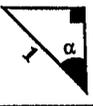
	Докажите, глядя на рисунок, что	
если	угол при вершине равнобедренного треугольника равен 36° ,	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> Перевод  </div>
то	биссектриса угла при основании, продолженная до пересечения с противоположной стороной, делит этот треугольник на два равнобедренных треугольника	

Рис. 137

находят значения выражений с синусом и косинусом для треугольников различного вида (рис. 138, серии 1-4)

Серия 1	Для каждого треугольника найдите значение выражения	Серия 2
		
1	$\sin \alpha + \cos \alpha$	1
2	$\cos \alpha - \sin \alpha$	2
3	$\sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha$	3
4	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha$	4
5	$\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha$	5

Серия 3	Для каждого треугольника найдите значение выражения	Серия 4
		
1	$\sin^2 \alpha / \cos^2 \alpha$	1
2	$\sin \alpha - \cos \alpha$	2
3	$\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha$	3
4	$\sin^2(90^\circ - \alpha) + \cos^2(90^\circ - \alpha)$	4
5	$\sin \alpha + \cos(90^\circ - \alpha)$	5

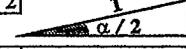
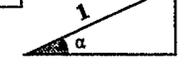
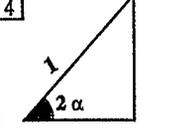
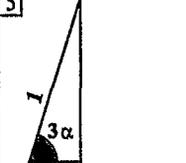
5	Т р е н а ж с р
Проверьте, что сумма квадратов синуса и косинуса острого угла прямоугольного треугольника равна 1	
1	
2	
3	
4	
5	

Рис. 138

Кроме этого устанавливается связь между синусом и косинусом одного и того же угла. Таким образом, происходит переход к главному вопросу урока – основному тригонометрическому тождеству.

ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Обычно учитель доказывает у доски, ученики повторяют готовое доказательство на местах в своих тетрадах. Здесь же учебный процесс формируется нетрадиционно. Работа с тренажером позволяет учащимся самостоятельно доказать, что $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ и убедиться, что это равенство справедливо для любого угла α .

Отсюда естественным образом возникает вопрос: «Справедливо ли это равенство для углов произвольного треугольника?». Далее предлагается тест (рис. 139, вверху) который позволяет быстро проверить усвоение полученных знаний.

Тест 6		30°	45°	60°	Любой острый угол	Уравнение имеет
	По заданному уравнению определите острый угол α					
	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 2$					
	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1/4$					
	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$					
	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 3/16$					
	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1/16$					

Серия 7		α
1	Упростите выражение $1 - \cos^2 \alpha$	
2	$\sin^2 \alpha - 1$	
3	$1 - \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha$	
4	$\operatorname{tg}^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ $\cos^2 \alpha - 1$	
5	$2 \sin^2 \alpha - 1$ $\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha$	

Серия 8		Составьте тригонометрические выражения для острого угла α			
α	выберите через	$\sin^2 \alpha$	$\cos^2 \alpha$	$\operatorname{tg}^2 \alpha$	$\operatorname{ctg}^2 \alpha$
		$\sin^2 \alpha$			
		$\cos^2 \alpha$			
		$\operatorname{tg}^2 \alpha$			
		$\operatorname{ctg}^2 \alpha$			

Рис. 139

Третий этап урока позволяет подчеркнуть значение тригонометрического тождества. Серия 7 «показывает» возможность применения тождества для упрощения выражений (рис. 139, в центре). Материал серии 8 нацелен на будущее – он позволит продолжить начатую работу на следующих уроках при изучении дальнейшего материала (рис. 139, внизу).

Формирование догадки

Ориентир позволяет перейти к формированию догадки. Под догадкой мы понимаем «сообразительность, способность улавливать существо дела» [П4, с. 145]. Догадка есть необходимая, но, к сожалению, почти неразвитая у подавляющего большинства учащихся сторона мышления. Догадываться ученик может в ходе поиска или конструирования одинакового, преобразования отдельных блоков информации к знакомым стандартам. Чтобы помочь ученику догадаться, преподаватель должен постоянно «наводить» его на размышления: «Что особенного есть в данном выражении, рисунке, тексте? Из-за чего я не могу решить эту задачу?».

Приведем пример из практики автора. При решении задачи «Вычислить $\sqrt{a} \cdot \sqrt[4]{a} \cdot \sqrt[9]{a} \cdot \sqrt[16]{a} \cdot \dots \cdot \sqrt[52]{a}$ »

большинство учеников оказалось в затруднении. Выяснилось, что их сбивало с толку количество радикалов. Как только это обстоятельство было выведено наружу (высказано) словами, сразу кто-то догадался: подсказка в последовательном удвоении показателей степеней. Однако дальше опять последовала остановка. Тогда был применен прием сужения диапазона поиска.

Начали с расшифровки « $\sqrt{a} = a^{1/2}$ ». Постепенно наращивая массив данных, составили серию, которая позволила угадать ответ (рис. 140).

$$\begin{aligned}
 \sqrt{a} \cdot \sqrt[4]{a} &= a^{3/4} \\
 \sqrt{a} \cdot \sqrt[4]{a} \cdot \sqrt[8]{a} &= a^{7/8} \\
 \sqrt{a} \cdot \sqrt[4]{a} \cdot \sqrt[8]{a} \cdot \sqrt[16]{a} &= a^{15/16} \\
 &\dots\dots\dots \\
 \sqrt{a} \cdot \sqrt[4]{a} \cdot \sqrt[8]{a} \cdot \sqrt[16]{a} \cdot \dots \cdot \sqrt[512]{a} &= a^{511/512} = \sqrt[512]{a^{511}}
 \end{aligned}$$

Рис. 140

Таким образом, мы приходим к выводу: ориентиры и подсказки образуют одинаковые элементы и знакомые стандарты, а догадку следует искать в том особенном, что существенно отличает предъявляемую информацию от всех прочих. Причем, когда данных слишком много, догадку можно наметить уменьшением объема информации, т. е. преобразованием ее исходной структуры к визуально воспринимаемому объекту.

«Паузы» на уроке в ожидании догадки учащихся неизбежны. Но в целом реакция может быть столь значительной, что вполне окупит «потерю времени». Подобные групповые поиски, несмотря на сложность их осуществления и большое напряжение, увлекают учеников. Их активность и интерес заметно повышаются от урока к уроку. Более того, при отдельных сходных (даже не всегда явно определяемых на первый взгляд) моментах, в классе найдется ученик, который, вспомнив аналог, задает направление поиска. Яркий необычный пример, специальное, визуально ясное оформление его решения всплывут в памяти, помогут учащемуся в нужный момент ввести такой аналог при решении достаточно сложной задачи.

Приведем еще один пример. Предлагается вычислить значение выражения $\lg \operatorname{tg} 1^\circ + \lg \operatorname{tg} 2^\circ + \lg \operatorname{tg} 3^\circ + \dots + \lg \operatorname{tg} 89^\circ$.

Предварительно вспомним «секрет» известной задачи: «Вычислить устно сумму чисел от единицы до ста» (рис. 141, вверху).

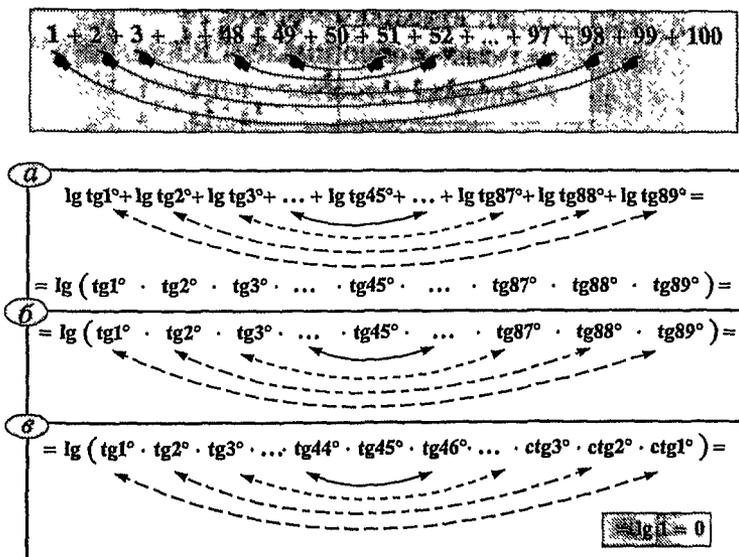


Рис. 141

Теперь применим эту модель для реализации предшествующего задания. Для начала учтем явно заданное преобразование (рис. 141-а). Затем приступим к определению ориентира – поиск одинакового и соответствующих стандартов (рис. 141-б). Чтобы «получить» одинаковые элементы, нужно перевести $\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha)$ в $\operatorname{ctg} \alpha$ (рис. 141-в). На этом процесс практически завершен.

В знаковой информации подсказкой может являться специальная раскраска или штриховка рисунка, выделение жирным шрифтом или специальное расположение элементов формулы. В тексте подсказкой может оказаться слово, выступающее в роли эпитета или синонима (рис. 142).

Серия		Найдите сумму чисел x и y	
1	$x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5$ $y = 9 + 8 + 7 + 6$	4	$x = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}$ $y = \frac{3}{2} + \frac{5}{3} + \frac{7}{4}$
2	$x = 1 - 2 + 3 - 4 + 5$ $y = 5 + 4 - 3 + 2 - 1$	5	$x = 1\frac{1}{2} + 2\frac{1}{3} + 3\frac{1}{4}$ $y = -\frac{1}{4} - \frac{1}{3} - \frac{1}{2}$
3	$x = 1 + 3 + 5 + 7 + 9$ $y = -2 - 4 - 6 - 8 - 10$		

Решите задачу	Умный продавец получил для продажи несколько пачек конвертов по 100 конвертов в пачке. 10 конвертов он отсчитывает за 10 секунд.	
	За сколько секунд он отсчитает 60 конвертов? А 90 конвертов?	95 конвертов он отсчитывает быстрее, чем 25 конвертов. Как он считает?

Полезно как можно чаще применять «принцип умного продавца»

Рис. 142

Поиск скрытой информации

Вербальные и формульные фрагменты, описывающие какое-либо условие учебной задачи, не всегда облегчают понимание ее содержания. Затруднения обычно связаны с «недосказанностью», с недостаточной полнотой (для учащегося!) ее данных. Такие задачи предусматривают извлечение дополнительных сведений, основанных на знании соответствующих фрагментов теории. Тупик можно преодолеть, если в процесс решения задачи вводить зрительные образы и формульные стандарты, которые предусмотрены ее условием, но не выведены наружу. Для внесения ясности начнем с примера.

Визуальный поиск (или для краткости просто поиск) – это процесс порождения новых образов, новых визуальных форм, несущих конкретную визуальную – логическую нагрузку и делающих видимым значение искомого объекта или его свойства. Отправными моментами и точками опоры такого процесса являются запас готовых, известных учащемуся визуальных образов, структура и элементы информации, визуально обозримые связи между ними. Для полной ясности начнем с примера.

Задача. В прямоугольном треугольнике гипотенуза равна a , периметр равен p . Найти площадь треугольника.

Допустим, что учащийся осуществил визуальный перевод (рис. 143). Он рассуждает: треугольник прямоугольный, следовательно, по теореме Пифагора имеем: $x^2 + y^2 = a^2$. Периметр p равен $x + y + a$. Площадь данного треугольника вычисляется

по формуле $S_{\Delta} = \frac{1}{2} x \cdot y$.

Таким образом, ученик записал задачу в виде формулы

$$\left. \begin{array}{l} x^2 + y^2 = a^2 \\ x + y + a = p \\ S_{\Delta} = \frac{1}{2} x \cdot y \end{array} \right\} \Rightarrow S_{\Delta} = ?$$



Рис. 143

Ясно, что неизвестными на самом деле являются x и y . Как их найти? «Живое созерцание» не помогает, задача что-то «прячет», скрывает от ученика. В подобных случаях нужно «призвать на помощь» неявно заданную информацию. Объединим элементы, содержащие неизвестные x и y , и посмотрим, где они могут встретиться одновременно (т. е. отыщем подходящий формульный стандарт). Выражения $x^2 + y^2$, $x + y$, $x \cdot y$ входят в формулу квадрата суммы. Это и есть та скрытая информация, которая позволит получить ответ на вопрос.

Перейдем к непосредственному обсуждению данной проблемы. Начнем с вопроса: какие явные и какие скрытые сведения может извлечь учащийся из недостаточно полной для него информации. То, что ученик видит, понимает и может перевести в картинку или формулу – это явная для него информация. Таким образом, под **явно заданной информацией** будем понимать такие данные исходного информационного сообщения, которые непосредственно воспринимаются (извлекаются зрением – «*Durch das Augen in den Sinn*» – через глаз в смысл). Сюда же относятся те результаты переоформления, которые либо заложены в соответствующих *известных ученику* основных визуальных или формульных образах, либо содержатся в четко установленных *хорошо знакомых ему* отношениях между ними. Распознавание явно заданной информации может быть осуществлено мысленным либо письменным представлением и оформлением данных.

К **неявно заданным информационным сообщениям** (фрагментам исходной информации) отнесем те, которые непосредственно зрением не воспринимаются. Они требуют расчленения информации на блоки, обсуждения следствий из определений объектов, их свойств или связей между ними. Последние чаще всего входят в список обязательных знаний и с помощью различных информационных схем могут восстанавливаться достаточно быстро.

Разумеется для подготовленных учащихся подобные условия сразу выступают как явные. Дело учителя заранее или в ходе урока зарегистрировать «круг» скрытого для большинства учеников, направить их на поиск известных, но не выведенных в нужный момент сознанием необходимых отношений, организовать извлечение стандартов из памяти подходящими вопросами. Деление информационных сообщений на явно и неявно заданные весьма условно. Если учащийся хорошо усвоил перевод, например, текстовой информации в формулу, то все данные для

него «открыты» – выступают как явные. Если нет – требуется поиск необходимых сведений, недоступных непосредственному восприятию.

Задача. На расстоянии 3 см от центра шара проведено сечение площадью 16π см². Найти объем шара.

Построим схематический чертеж (рис. 144-а) и проведем анализ имеющейся вербальной информации. Искомое – объем

шара, который вычисляется по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ см³. Следова-

тельно, задача сводится к отысканию радиуса шара R . Это явная информация (рис. 144-б). Следующая информация «проведено сечение» означает, что построенная на чертеже фигура есть окружность с площадью $S = \pi r^2$. Эта окружность имеет свой радиус r , который мы также внесем в нашу визуальную модель (рис. 144-в).

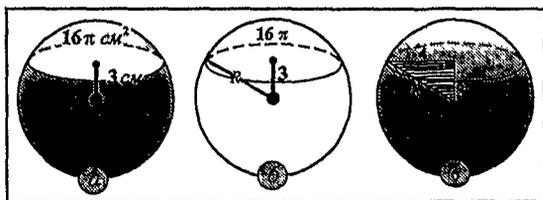


Рис. 144

Теперь решение очевидно: обнаруживается замечательный стандартный образ – прямоугольный треугольник со сторонами 3 и 4, гипотенуза которого (т. е. радиус шара) равна 5. Отсюда

$$V = \frac{4}{3}\pi 5^3 \text{ см}^3.$$

Чрезвычайно полезны текстовые альтернативные задачи, которых, к сожалению, недостаточно «в арсенале» учителя математики (рис. 145).

«Задача о тросе и мачте» – это математический парафраз знаменитого указа одной из русских императриц: «Казнить нельзя помиловать». Пропущенная запятая создает альтернативу, разрешить которую можно только если вдуматься в смысл вопроса задачи. Ясно, что подобные примеры редки, но тем более высока их ценность.

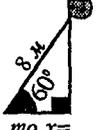
Решите задачу	Трос, крепящий мачту длиной 8 м составляет с горизонтом угол в 60° . На каком расстоянии от основания мачты укреплен на земле трос?	
	Если 8 м-длина мачты,	Если 8 м-длина троса,
Какова длина троса и какова длина мачты?		
 <div style="display: inline-block; border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> На самом деле измерения у троса - а </div> 		
то $x =$		

Рис. 145

Перевод информации с одного языка на другой как бы заново формирует очередную задачу, вытекающую из исходной. Факты, о которых «умалчивает» первоначальный текст или формула, выведены наружу и дальнейшие действия определяются использованием явной и поиском неявно заданной информации уже на новом, более обозримом материале. Мы как бы начинаем решать новую задачу. Благодаря последовательному анализу и соответствующим преобразованиям часто удается сузить диапазон поиска, свести процесс к обнаружению «элементарного основания» искомого вопроса.

Извлечение скрытой информации имеет особое значение для решения геометрических задач. Вербальная информация, обычно описывающая их условия, не всегда способствует обнаружению ориентиров, а иногда даже тормозит восприятие подсказки. При решении таких задач часто приходится осуществлять дополнительные построения, чтобы необходимые сведения оказались визуально обозримы.

Важность формирования навыков извлечения дополнительных данных информационных сообщений диктуется не только потребностями получения математического образования. Умения расшифровывать, раскрывать, дополнять вербальные, формуль-

ные или геометрические структуры могут стать инструментом при изучении других общеобразовательных дисциплин. Нетривиальные примеры этому будут приведены ниже.

Визуальный план решения задачи

Приступим к описанию очередной «параллели» между «живым созерцанием» и визуальным поиском. Мысленному составлению плана работы мы соотнесем визуальный (письменный или устный) план решения задачи. Подобный план рождается также в ходе наблюдений, экспериментов, определяющих отдельные этапы визуального поиска. Главной ценностью данного этапа является отделение существенного от несущественного. Визуальный план решения задачи в данной работе демонстрировался много раз. В предлагаемых нами иллюстрациях он выступает как «Анализ», благодаря которому определяются основные стандарты и намечается ход решения.

Выявление существенного в условии задачи в большинстве случаев строится на определении зависимости между переменными и параметрами. Имеется две возможности: либо числовые значения параметров вообще не влияют на структуру связей, либо определенное числовое значение какого-либо параметра является решающим фактором. В первом случае существенной является сама структура зависимости между отдельными блоками информационного сообщения. Подобная структура визуально и логически воспринимаема (обозрима). Во втором – структура ограничена действием параметра, причем последний обычно влечет за собой неявно заданные дополнения. Рассмотрим примеры.

На рис. 146 представлена текстовая задача, к условиям которой приложен рисунок–подсказка, «обнажающий» структуру заложенной в тексте информации. Обозримость подобной структуры помогает найти ответ на искомые вопросы. Если же подоб-

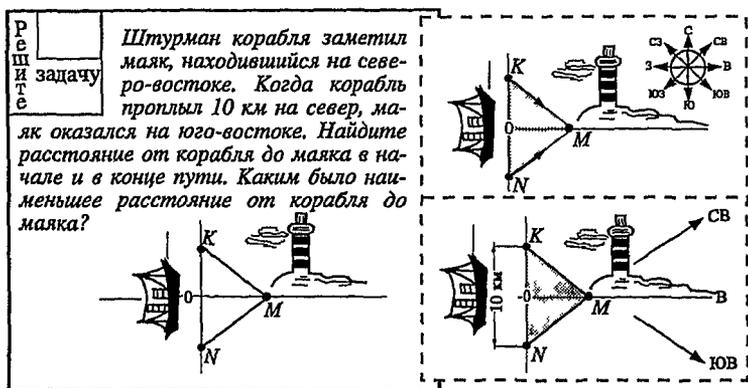


Рис. 146

ные подсказки отсутствуют, то информация, сосредоточенная в них, является для большинства учеников скрытой, неявной. От того, насколько прочно сформирован навык перевода таких задач в рисунок или формулу и зависит успешность их решения. Рассмотрим несложный пример.

Задача. Дана прямая $by - ax - c = 0$. Определить угловой коэффициент другой прямой, если известно, что:

- а) прямые параллельны;
- б) прямые перпендикулярны.

Что существенно, например, для решения вопроса а)?

Представив параллельные прямые, приходим к выводу: угловые коэффициенты таких прямых должны совпадать. Для численных значений их следует учесть лишь одно требование: $b \neq 0$. Во втором случае б) структура связей между прямыми гораздо сложнее, в уме ее представить трудно, поэтому придется прибегнуть к наблюдениям.

Проследим решение данной задачи в ситуации поиска так, как если бы учащийся забыл многое из того, что ему полагается знать по данному материалу (рис. 147).

Учащиеся осуществляют перевод (рис. 147-а и -б)

Они начинают думать.

– Что требуется найти? (Угловые коэффициенты неизвестных прямых).

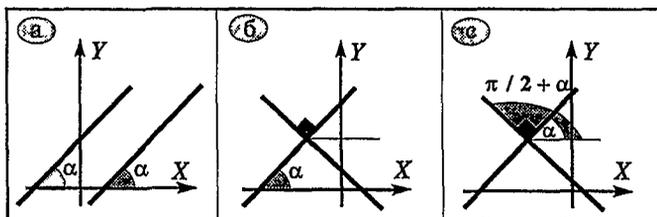


Рис. 147

– Где их можно найти? (В формуле прямой с угловым коэффициентом).

– Когда мы сумеем вычислить нужные « k »? (Когда определим, как отражается характер связей между прямыми на значениях этого параметра). Следовательно, необходимо разобраться в этом характере связей между прямыми в каждом отдельном случае).

Таким образом, мы выявляем существенное – главным являются не конкретные значения параметров, а связи между теми объектами, которые порождают их.

Далее следует второй «виток цикла».

– Что характеризует связи между парами прямых? (Углы их наклона). Отсюда сразу ответ на первый вопрос задачи: $k_1 = k_2$ (рис. 147-а).

Ученики продолжают поиск. На рис. 147-б) структура связи между прямыми принципиально иная. Необходимо найти дополнительные сведения – скрытые от глаз условия. Следовательно, рис. 147-б, в придется преобразовать, дополнить так, чтобы эти условия оказались выведенными наружу.

– Когда мы сможем разгадать «секрет» задачи? (Когда найдем ориентир).

– Где искать его? (Как обычно, в одинаковом или стандартах).

Поиск «одинакового» приводит к рис. 147-с, позволяющему перевести результаты наблюдений в формулу:

$$k_2 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\operatorname{ctg}\alpha = -\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha} = -\frac{1}{k_1}.$$

Теперь продемонстрируем этот процесс на конкретном примере.

Задача. Записать уравнение прямой с угловым коэффициентом, если эта прямая проходит через точки $(1; 2)$ и $(3; 6)$.

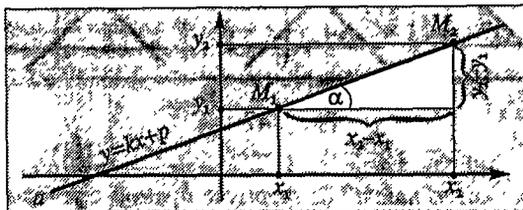


Рис. 148

Проведем рассуждения, опираясь на «живое созерцание» учащихся. Визуальный перевод текста дает рис. 148.

Восстановив формульный стандарт – уравнение прямой с угловым коэффициентом, приходим к выводу, что значения абсцисс и ординат точек, через которые проходит прямая, несущественны. Ими могли оказаться любые другие точки данной прямой.

Все основополагающие моменты условия обозначены на чертеже. Теперь «рассортируем» совокупность данных так, как показано на рис. 149 (внизу). (Кружочками обведены символы объектов, получение значений которых и есть цель решения).

Объект поиска	Существенные данные ситуации	Конкретные данные задачи
$a: y = \textcircled{k}x + \textcircled{p}$	$M_1, M_2 \in a$	$M_1 (1; 2)$ $M_2 (3; 6)$
$\textcircled{k} = ?$	$\textcircled{k} = \text{tg } \alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$	$\textcircled{k} = \frac{6 - 2}{3 - 1} = 2$
$\textcircled{p} = ?$	$y = kx + \textcircled{p}$ $M_1 \in a \implies y_1 = kx_1 + \textcircled{p}$ $\textcircled{p} = y_1 - kx_1$	$\textcircled{p} = 2 - 2 \cdot 1 = 0$
$a: y = \textcircled{k}x + \textcircled{p}$	\implies	$a: y = 2x$

Рис. 149

Остановимся еще на одном случае и *покажем на иллюстрации*, как можно организовать наблюдения, отыскивая ориентиры и подсказки в материале формульной информации.

Задача. Разложить на множители:

$$x - 3\sqrt{xy} + 2y \quad (x, y \geq 0).$$

Данная задача относится к разряду сложных – путь ее решения совсем не очевиден. Здесь подсказка кроется в самом условии задачи – разложение выражения на множители подразумевает наличие одинаковых элементов, объединив которые, можно получить искомым результат (рис. 150).

$$\begin{aligned}
 &x - 3\sqrt{xy} + 2y = \\
 &= (\sqrt{x})^2 - 3\sqrt{x} \cdot \sqrt{y} + 2(\sqrt{y})^2 = \\
 &= (\sqrt{x})^2 - 2\sqrt{x} \cdot \sqrt{y} + (\sqrt{y})^2 - \sqrt{x} \cdot \sqrt{y} = \\
 &= (\sqrt{x} - \sqrt{y})^2 - \sqrt{y} \cdot (\sqrt{x} - \sqrt{y}) = \\
 &= (\sqrt{x} - \sqrt{y}) \cdot (\sqrt{x} - 2\sqrt{y})
 \end{aligned}$$

Рис. 150

Такие поиски позволяют ученику понять, что он может самостоятельно разобраться в трудной или непривычной для него задаче, если будет ставить (сам себе) вопросы и искать на них ответы.

Выше уже неоднократно акцентировалось: во многих случаях помогает прием отыскания одинаковых элементов. При этом становится возможным выявить в качестве подсказок некоторые формульные или геометрические стандарты. Практика показывает, что демонстрация не только собственно решения задачи, но и возможного «подхода к ней» весьма интересует учащихся. Каждому интересно и полезно понять, каким образом мыслит преподаватель, откуда он берет «подсказки», как строит модель для аналогичных мыслительных действий.

Поисковые задачи

Задания для индивидуальной работы в виде «Оформите серию» начинаются с элементарных шагов – действий по образцу – и подводят учащихся к самостоятельным обобщениям. Приведем пример, позволяющий учащимся накапливать опыт в ходе индивидуальных «экспериментов» (рис. 151).

**«СТЕПЕНИ
МНИМОЙ ЕДИНИЦЫ»**

Прочитайте
результат первой таблицы,
заполните
вторую и третью таблицы.
Обсудите
структуру этих закономерности
и опишите
ее при заполнении последней таблицы.

В XVIII веке
один из крупнейших математиков
Л. Эйлер
предложил ввести необычное число,
квадрат которого равен «-1»:

$i^2 = -1$

(*i* – первая буква французского слова
imaginaire (мнимый).
С тех пор число «*i*»
часто называют
«мнимой единицей»)

1 Ответ

	<i>i</i>	-1	- <i>i</i>	1
Задание				
i^1	+			
i^2		+		
i^3			+	
i^4				+

2 Ответ

	<i>i</i>	-1	- <i>i</i>	1
Задание				
i^5				
i^6				
i^7				
i^8				

4 Ответ

	<i>i</i>	-1	- <i>i</i>	1
Задание				
i^{16}				
i^{19}				
i^{21}				
i^{26}				

3 Ответ

	<i>i</i>	-1	- <i>i</i>	1
Задание				
i^{11}				
i^{12}				
i^{13}				
i^{14}				

5 Ответ

	<i>i</i>	-1	- <i>i</i>	1
Задание				
i^{4k}				
i^{4k+2}				
i^{4k+1}				
i^{4k+3}				

k –
целое
число

Рис. 151

Первая таблица позволяет сопоставить собственные вычисления с готовыми результатами, вторая – предлагает продолжение подобных вычислений строго по порядку возрастания степеней. Третье задание несколько «сбивает» этот порядок и заставляет сделать первые наблюдения и сопоставления с результатами предыдущих таблиц. Таблица № 4 требует определенных выводов, в противном случае вычисления займут слишком много времени. Завершающая фаза данных экспериментов со степенями мнимой единицы реализуется при решении примеров пятой таблицы, в которой налицо обобщения и соответствующий алгоритм.

Заполняя таблицы данной серии, учащийся может вполне самостоятельно вывести соответствующий закон, а учитель определить моменты «неудачи обучения». Помимо этого представляется возможным определить:

- формально или нет относится учащийся к выполнению заданий,
- насколько высока утомляемость учащегося при осуществлении однотипных, но постепенно усложняющихся операций,
- любит ли учащийся «докапываться» до результатов, осуществлять свои маленькие открытия.

Роль поисковой серии может выполнять и один пример. Например, получение результата в задании «Решить уравнение

$\log_4(2 \log_3(1 + \log_2(1 + 3 \log_2 x))) = \frac{1}{2}$ » связано с серией преобразований, основанных на едином визуальном действии (рис. 152).

$$\begin{aligned} \log_4(2 \cdot \log_3(1 + \log_2(1 + 3 \cdot \log_2 x))) &= 1/2 \\ \hline 2 \cdot \log_3(1 + \log_2(1 + 3 \cdot \log_2 x)) &= 4^{1/2} \\ \hline \log_3(1 + \log_2(1 + 3 \cdot \log_2 x)) &= 1 \\ \hline 1 + \log_2(1 + 3 \cdot \log_2 x) &= 3^1 \\ \hline \log_2(1 + 3 \cdot \log_2 x) &= 2 \\ \hline 1 + 3 \cdot \log_2 x &= 2^2 \\ \hline 3 \cdot \log_2 x &= 3 \\ \hline \log_2 x &= 1 \\ \hline x &= 2^1 \end{aligned}$$

Пример

Рис. 152

$$\begin{aligned} -\log_2 \log_2 \sqrt{\sqrt{\sqrt{2}}} &= \\ = -\log_2 \sqrt[4]{2} &= \\ = -\log_2 \frac{1}{8} &= \\ = -\log_2 2^{-3} &= \\ = -(-3) &= 3 \end{aligned}$$

Рис. 153

В результате ученик, узнав (увидев), как и на что нужно смотреть, что и как можно делать, в силах устно решить несложный пример типа «Найти решение уравнения $\log_4 \log_2 \log_2 x = 0$ ». Это объясняется тем, что обычно процесс абстрагирования связан не только с опознанием некоторого формульного стандарта, являющегося ключом к решению задачи – столь же активно работает сопоставление.

Наблюдения позволяют установить необходимые параллели. Например, серии, подобные приведенной выше, помогают процессу свертывания. Получив необходимый визуальный опыт, учащийся может приступить к самостоятельному решению задач

типа: «Доказать $3 = -\log_2 \log_2 \sqrt{\sqrt{2}}$ ». Решение представлено на рис. 153.

Трансформация визуального образа (рисунка или формулы), по нашему мнению, является одной из самых сложных мыслительных операций. Для того, чтобы умения и навыки таких преобразований формировались более или менее естественным образом, необходимо постоянно «поддерживать» такой процесс.

Визуальные задачи представляют собой богатейший материал для образования групповых поисковых ситуаций. При усвоении навыков визуального поиска учебным группам под силу не только использование готовых информационных схем, но и их составление, что позволяет активизировать самостоятельность учащихся, «разбудить» их зрение и мозг, увлечь процессом познания.

Мы глубоко убеждены, что точка зрения, утверждающая, что «открывать» новое в математике для ученика труднее, чем заучивать готовое, ошибочна. Разрабатывая различные приемы визуализации доказательных рассуждений, демонстрируя с их помощью возможный ход мысли в поиске ответа на вопрос, мы «раздвигаем рамки» интеллектуальных возможностей ученика, готовим его активно искать ответы на вопросы, которые могут возникнуть в его профессиональной дальнейшей деятельности.

3. 5. Организация поисковой деятельности учащихся

Желание искать и способность находить решение учебной задачи у многих учащихся отсутствует вовсе не потому, что это свойственно только способным (или даже самым способным из них). Процесс обучения в школе по многим причинам гасит желание попробовать свои силы в решении трудных примеров и задач. Они не только не под силу многим учащимся, но, что гораздо хуже, неинтересны им. По нашему глубокому убеждению, в первую очередь мы должны восстановить дар, данный человеку от природы – здоровую любознательность и веру в свои познавательные силы (при том, что восстановление утраченного идет значительно труднее, чем первоначальное формирование). Первоначальная потеря времени окупится приобретением ценных качеств: желанием разбираться в трудных ситуациях и умением выходить из тупика. Мы не должны полагаться только на интеллект ученика, следует активизировать его визуальное мышление, которое (в совокупности с логикой) и может дать желаемый результат.

Ситуации группового поиска

Ситуации визуального поиска можно организовать не только при анализе локального факта теории или решения конкретной учебной задачи. Доступные учащимся логические и визуальные умозаключения могут привести к конструированию информационной схемы.

В качестве иллюстрации мы избрали тему «Преобразования графиков функций». Излагаемая ниже схема действий достаточно проста:

1. В формулах типа $Af(x)$, $f(kx)$, $f(x+p)$, $f(x)+B$ анализируется положение параметра в их структуре.

2. В ситуациях визуального поиска моделируются возможные случаи изменения графика функции $f(x)$ и строится определенная гипотеза о характере таких изменений.

3. Осуществляется проверка высказанного утверждения и устанавливается вывод.

В качестве примера возьмем построение графика функции $f(x + p)$. Для других случаев ограничимся лишь необходимыми замечаниями и полезными указаниями, позволяющими (с учетом результатов разрабатываемого образца) строить и разрешать аналогичные проблемные ситуации.

а) *Постановка задачи и анализ ее условия*

Задача. По исходному графику $f(x)$ построить график $f(x + p)$.

Мы не просто должны решить традиционную учебную задачу, а осуществить поиск общего алгоритма решения всего класса задач определенного типа. Поскольку в формуле $f(x + p)$ число p соединяется знаком «плюс» с переменной x , то изменяться должна именно эта переменная. При этом следует учесть две возможности для p : $p > 0$ или $p < 0$ (так как при $p = 0$: $f(x + 0) = f(x)$).

б) *Построение гипотезы*

Ясно, что при переходе от графика функции $f(x)$ к графику $f(x + p)$ обязательны изменения. На первый взгляд возможен параллельный перенос стандарта по оси X вправо на заданное число p . Отметим, что данное предположение в настоящий момент не проверяется, а лишь высказывается как некоторая интуитивная догадка.

в) *Моделирование ситуации*

Продемонстрируем «ход событий» на примере одной из самых известных учащимся функций $y = x^2$. Для этого стандарта может быть составлена индивидуальная задача: «По графику функции $y = x^2$ построить график функции $y = (x + 2)^2$. Примем как гипотезу, что график функции $y = (x + 2)^2$ может быть построен переносом параболы вдоль оси абсцисс на две единицы *вправо*. Осуществим проверку. Составив таблицу значений функций $y = x^2$ и $y = (x + 2)^2$ в нескольких точках, построим чертеж (рис. 154).

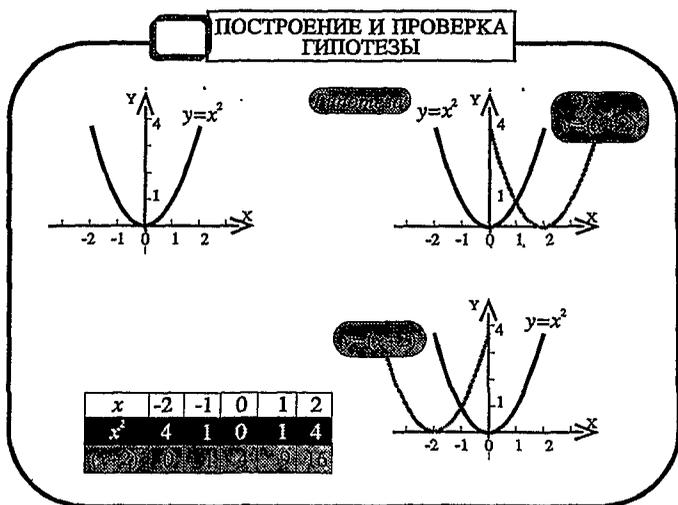


Рис. 154

Гипотеза неверна – сдвиг графика исходной функции произошел в обратном направлении. Остается принять – параметр p в задании $f(x + p)$ означает параллельный перенос стандарта $f(x)$ вдоль оси аргумента на p единиц *влево*. Полезно предложить учащимся построить графики функций типа 2^{x+1} ,

$\cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right)$, предоставив им самим убедиться в правильности общего вывода.

Учащиеся должны как можно больше «открывать, а не принимать на веру то, что им сообщает учитель или написано в учебнике. Учебные эксперименты (маленькие научные опыты) более необходимы, чем конкретные готовые знания (рис. 155).

По мнению Серве: «Математика является меньше знанием, чем умением» [СЗ, с. 24]. Такие умения приобретаются в ходе опыта, наблюдений и анализа их результатов. Важно «развивать свойства ума и характера, связанные с навыками к ... строгой целеустремленной дисциплине, к выражению на различных язы-

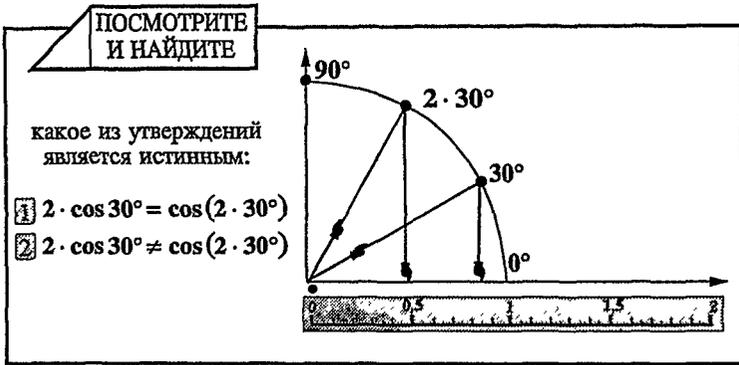


Рис. 155

ках (языке общения, фигур, формул и графиков), со схематической мыслью, сжатой и четкой».

Разумеется, предлагаемый подход к продемонстрированной выше проблеме строгим не назовешь. Но он достаточно образен и вполне приемлем для усвоения учащимися с различными уровнями подготовки и восприятия. Такой способ анализа учебной знаковой информации позволяет ученикам проявлять необходимую самостоятельность. Тем более, что образованию каждой из команд формируемого алгоритма предшествуют догадки и гипотезы, сопутствуют проверка на истинность. Все это обеспечивает необходимую мыслительную активность обучения, вырабатывает уверенность в собственных возможностях.

г) *Обобщение и свертывание*

После составления предписаний для каждого из случаев $(Af(x), f(kx), f(x+p), f(x)+B)$ естественно перейти к оформлению общего алгоритма в виде информационной схемы, которая представлена на рис. 156. Эта схема сочетает необходимую словесную интерпретацию каждого из параметров с указаниями-ориентирами: влево, вправо, вверх, растяжение и т. д. Итак, поставив проблему – нахождение алгоритма преобразования графиков функций, мы сначала уменьшили диапазон поиска, рас-

смотрим случай преобразования графика $f(x)$ в график $f(x+1)$.
Получив нужный результат и проведя аналогичные «испытания»,
мы пришли к информационной схеме, описывающей геометри-
ческий смысл всех параметров функции $Af(kx+p)+B$.



Рис. 156

Следующим этапом развития данного алгоритма может стать свертывание операций параллельного переноса вдоль осей OX и OY . Эти действия теперь объединены в одно: центр $(0; 0)$ пере-

несем в точку $\left(-\frac{p}{k}; B\right)$. В результате все сводится к несложному перечню визуально обозримых операций:

1. Приведи формулу функции к виду $Af(kx+p)+B$.
2. Перенеси начало координат в точку $\left(-\frac{p}{k}; B\right)$ и продолжай все остальные построения в новой системе координат.
3. Восстанови график стандарта с его «направляющими прямоугольниками».

4. По заданию функции $y = Af(kx)$ произведи деформацию направляющих прямоугольников и построй график искомой функции (рис. 157).

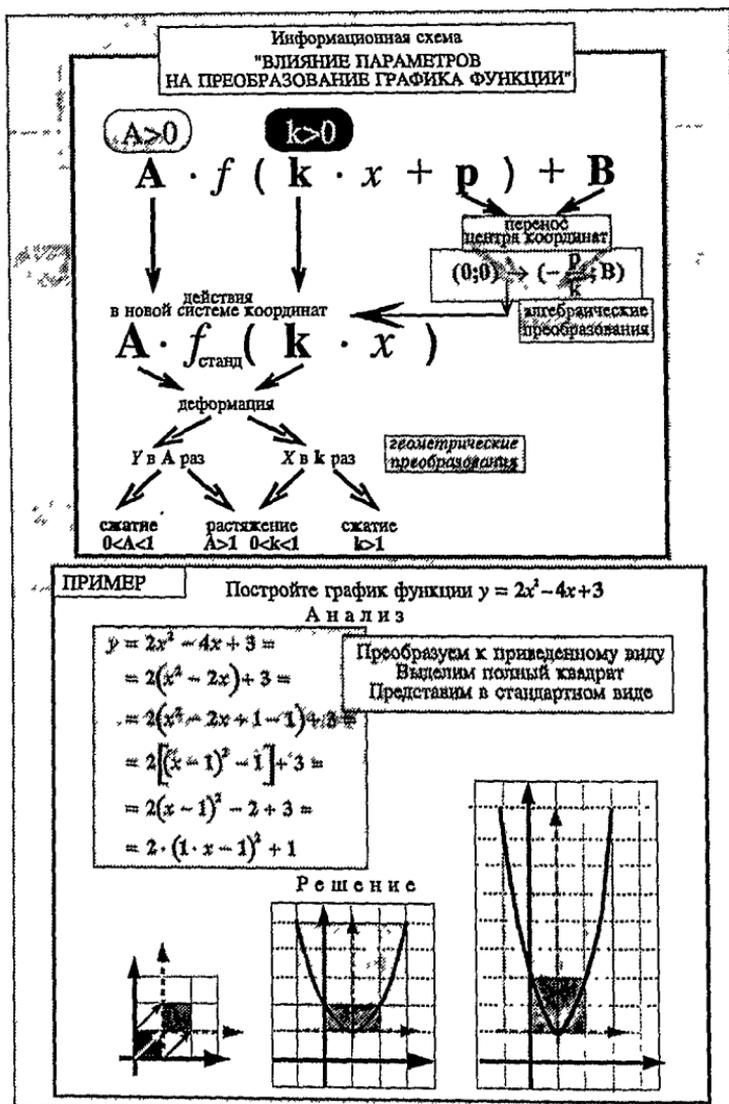


Рис. 157

В таком случае информационная схема «Влияние параметров на преобразование графика функции при $A > 0$ и $k > 0$ » приобретает иную структуру. Новый справочник самым явным образом отражает свертывание общего алгоритма.

Самым ценным, на наш взгляд, является то, что в результате подобных исследований, учащиеся приобретают способность ориентироваться в новых для нас данных опыта. Подчеркнем, однако, что подобную свободу восприятия можно сформировать только при *постоянном, длительном, тщательном* воспитании живого созерцания, сопровождая визуальный поиск переводами. Хорошие идеи имеют своим источником прошлый опыт и ранее приобретенные знания. В противном случае описываемые приемы окажут вред, а не пользу – из-за непонимания, слишком быстрого темпа, необычности подхода учащегося может постигнуть очередная неудача обучения.

Распространение метода

Довольно часто очередная «порция» учебного материала воспринимается учащимися как нечто абсолютно новое, не связанное с предыдущим материалом. Знакомыми в таком случае являются общие термины (понятия), незнакомыми – способ оперирования ими в непривычных ситуациях. Процесс «выведения наружу» в их сознании общих закономерностей растягивается, а иногда так и остается незавершенным к окончанию школы. Мы полагаем, что специальное внимание к таким закономерностям может значительно повысить продуктивность школьного урока.

Обратимся к алгоритму построения графика дробно-линейной

функции $y = \frac{ax+b}{cx+d}$. Для того, чтобы использовать общую инструкцию построения графика функции с параметрами, необхо-

димом привести формулу $y = \frac{ax+b}{cx+d}$ к виду $Af(kx+p)+B$. Тем самым мы заменим громоздкие и длительные геометрические построения быстрыми преобразованиями формулы.

Для начала произведем деление числителя на знаменатель (рис. 158-а) и осуществим необходимые преобразования так, чтобы получить формулу исследуемой функции в виде $Af(kx+p)+B$ (рис. 158-б).

(а)
$$\frac{-ax + b}{ax + c} \cdot \frac{cx + d}{cx + d} = \frac{a}{c} + \frac{b - \frac{ad}{c}}{cx + d}$$

(б)
$$y = \frac{bc - ad}{c} \cdot \frac{1}{cx + d} + \frac{a}{c}$$

(в)
$$y = \frac{bc - ad}{c^2} \cdot \frac{1}{(x + \frac{d}{c})} + \frac{a}{c} = A \cdot f(kx + p) + B$$

Рис. 158

Теперь можно использовать первую из рассмотренных выше схем (рис. 157), или схему рис. 158. Однако для гиперболы операции растяжения (сжатия) по обеим осям представляют весьма трудный процесс. Преобразуя формулу к стандартному виду, максимально сокращаем число геометрических преобразований.

Итак, при данном виде формулы дробно-линейной функции необходимыми являются лишь три операции:

- в старой системе – перенос центра координат;
- в новой системе – построение графика-стандарта;
- деформация по оси Y.

Проиллюстрируем решение на примере построения графика

функции $y = \frac{2x - 1}{x - 2}$.

Решение:

1. Преобразование формулы (рис. 159-а).
2. Анализ формулы (рис. 159-б).
3. Построение графика (рис. 159-в).

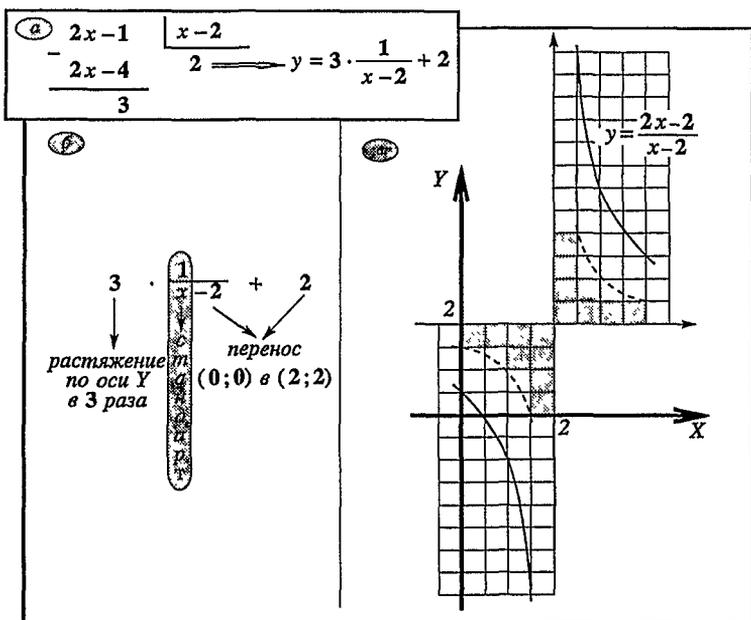


Рис. 159

Подведем итоги. Поставив обширную проблему – нахождение алгоритма преобразования графиков функций, мы сначала уменьшили диапазон поиска, рассмотрев случай преобразования графика $f(x)$ в график $f(x+p)$. Получив нужный результат и проведя аналогичные «испытания», мы пришли к информационной схеме, описывающей геометрический смысл всех параметров функции $A f(kx+p) + B$. Для свертывания этой схемы в более компактный вариант мы сначала рассмотрели ее упрощенную модификацию, которую обеспечили переносом центра координат

из точки $(0;0)$ в точку $\left(-\frac{p}{k}; B\right)$. Задавшись целью еще более упростить построение графика дробно-линейной функции

$y = \frac{ax+b}{cx+d}$, мы ввели операцию «выделение целой части» и полу-

чили схему, по которой весь цикл преобразований этой функции можно реализовать в три этапа:

а) перенос центра координат;

б) построение стандарта типа $y = \pm \frac{1}{x}$ в новой системе координат;

в) растяжение полученного графика вдоль оси ординат в новой системе.

Все это мы осуществили в ситуации поиска, основными этапами которого были: сужение диапазона исследования, распространение полученных закономерностей на всю область поиска, и, наконец, конструирование новых, более удобных вариантов для реализации осваиваемого действия. При усвоении навыков визуального поиска учебным группам под силу не только использование готовых информационных схем по окончании определенной темы, но и конструирование их по ходу изучения. Таким образом, мы еще раз подчеркнули: текст, рисунок и формула тесно связаны между собой. Рациональное использование принципа разумного равноправия всех трех языков представления учебной математической информации позволяет упростить трудные преобразования, свернуть громоздкие операции, увидеть общее и различное в применении единого алгоритма в различных ситуациях.

3. 6. Перенос полученных знаний и умений в новую ситуацию

Желание искать и способность находить решение учебной задачи у многих учащихся отсутствует вовсе не потому, что они свойственны только способным (или даже очень способным) из них. Процесс обучения в школе по многим причинам «гасит» желание попробовать свои силы в решении трудных примеров и задач. Они не только не под силу многим учащимся, но, что

гораздо хуже, неинтересны им. В сентябре 1994 года Мировой Банк опубликовал проект доклада «Российское образование в переходный период». Эксперты Банка проанализировали результаты тестирования по математике тринадцатилетних школьников из семи стран. Оценка производилась по трем категориям: общее знание фактической информации (А), применение этой информации для решения проблем (Б), использование для новых и непредвиденных задач (В). По первому параметру показатели школьников из бывшего Советского Союза, Венгрии и Словении лучше, чем в других странах. Но советские школьники намного хуже используют свои знания в аналитических ситуациях, чем их английские, французские, канадские и израильские сверстники. По нашему глубокому убеждению, в первую очередь мы должны восстановить дар, данный человеку от природы – здоровую любознательность и веру в свои познавательные силы. Мы не должны полагаться только на интеллект ученика, следует активизировать его визуальное мышление, которое (в совокупности с логикой) и может дать желаемый результат.

Описание процесса роста уровня поисковой деятельности учащихся представляется нам весьма сложной и трудно осуществимой задачей. Это связано с длительностью самого процесса, разнообразием реакций отдельных учеников, неадекватностью проявления результатов в учебных группах с различными уровнями математической подготовки и общего интеллектуального развития. Этими же трудностями было обусловлено и проведение экспериментов, которые растягивались во времени и слабо поддавались точной экспертной оценке. Чтобы подтвердить соответствующее положение нашей работы, мы предлагаем описание более или менее целостного фрагмента нашей экспериментальной работы, объединенного одним общим сюжетом и представляющим возможность фиксировать определенные приращения умений и навыков учащихся в визуальном поиске решения учебной поисковой задачи.

Предлагаем описание нескольких опытов внедрения идей визуальной методики преподавания математики в сферу профессиональной деятельности учащихся. Поисковые эксперименты в этом направлении велись автором в Мурманском музыкальном училище с 1975 по 1986 гг. Не затрагивая эмоциональных и чисто исполнительских вопросов музыкальной теории и практики, мы старались там, где это возможно и насколько возможно, повысить логическую культуру мышления учащихся на доступных им параллелях между музыкальным и математическим материалами. Для того, чтобы сложилось более целостное представление о наших поисках в данном направлении, выбран единый, постоянно действующий элемент учебной практики всех отделений музыкального училища – технический зачет по фортепиано. В него входят: чтение нот с листа, игра гамм, исполнение виртуозного произведения и транспонирование. Эти испытания являются обязательными, проводятся каждый семестр в течение первых трех лет и представляют особую трудность для первокурсников, не имеющих полной специальной подготовки.

Формирование информационной схемы

Для начала мы обратились к гаммам. Достаточно большой перечень их, состоящий из 48 наименований, затрудняет восприятие и запоминание аппликатурных правил. Поэтому было предложено найти некий принцип разделения всего множества данных объектов на группы, подчиняющиеся общим законам усвоения и исполнения.

В основе понятия «гамма» лежит принцип периодичности – семь ступеней располагаются в определенном порядке в зависимости от рода тональности (мажор или минор) и повторяются, начиная с восьмой. Последовательности этих семи ступеней противопоставляется определенный аппликатурный «стандарт», также действующий периодически, но не синхронно с первым.

Прием сужения диапазона поиска привел нас к мысли начинать все исследования с наиболее простых, хорошо всем известных гамм – до, ре, ми, соль и ля мажор. Покажем более подробно, как был найден ориентир.

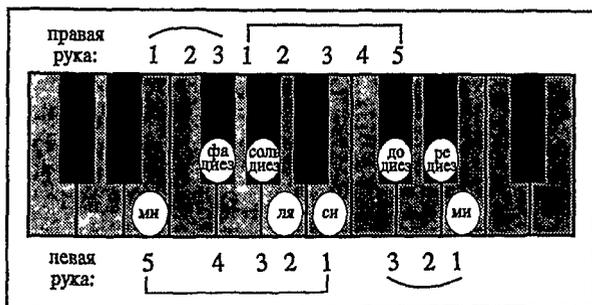


Рис. 160

Каждый ученик знает, что самой удобной для игры является гамма ми мажор – аппликатурная «серия» для этой гаммы организуется самой структурой фортепианной октавы (рис. 160). 4-й палец в этой гамме используется в октаве лишь один раз, поэтому его местоположение и было взято в качестве ориентира (рис. 161, вверху).

Мы исследовали остальные тональности и обнаружили: в любой из перечисленных гамм 4-й палец каждый раз попадает на VII ступень в правой руке и на II ступень в левой. Причем эта закономерность сохраняется и в одноименных минорных гаммах.

Таким образом, от игры на клавиатуре мы перешли к переводу (переносу) полученных данных на нотный стан. В результате было выведено правило игры десяти гамм (рис. 161, внизу).

Оформили полезное умозаключение: аппликатурный принцип обязательно содержит ориентир, причем это не только конкретный палец, но и его место в общей структуре (здесь – номер ступени).

В результате многочисленных экспериментов (на клавиатуре и нотной бумаге мы пришли к информационным блокам и для остальных групп гамм (рис. 162).

Итоги отразили в единой информационной схеме (рис. 163).

АПЛИКАТУРНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИСПОЛНЕНИЯ ГАММ НА ФОРТЕПИАНО			
ОРИЕНТИР	Правая рука	Левая рука	Г А М М Ы
4-й палец	VII	II	[штрихованная область]
	там, где на клавиатуре три черные клавиши		
	последнем	первом	

Рис. 163

После этого осталось приобрести навык использования элементов и блоков схемы и заучивать не каждую гамму в отдельности (как это обычно реализуется в учебной фортепианной практике), а сразу по 10, 8 и 6 гамм. Таким образом, мы показали, как разрозненные практические сведения можно свести к строго организованной совокупности правил, опираясь на визуальное мышление в ходе визуального поиска.

На примере гамм учащиеся поняли, что методы анализа информации, использование приемов визуального поиска, создание вспомогательных информационных схем возможно и в их профессиональной деятельности. Мы распространили эту идею для отыскания аналогий и построения разнообразных ассоциаций между музыкальными и математическими понятиями.

Приведем еще один пример, относящийся к ликвидации трудностей технического зачета.

Transporo (лат.) – переносу, перемещаю. Термин «транспонирование» по смыслу и назначению совпадает с математическим понятием вектора, по исполнению и реализации – с его

геометрическим представителем (направленным отрезком). Следовательно, чтобы транспонировать из одной тональности в другую, нужно мысленно перенести нотный рисунок в нужном направлении на заданное расстояние (вверх или вниз на заданный интервал).

Учащиеся отразили на нотных станах этот первый момент 164-а. и -б) и самостоятельно сделали заключение: необходимо уточнить «область определения» – тональность, внести некоторую корректировку, выставив ключевые знаки (рис. 164-в), и транспонирование завершено.

Мы предложили учащимся решить следующую задачу: в чем может заключаться транспонирование музыкальных отрывков на полтона вверх или вниз?

Сначала кто-то сказал, что «это сыграть трудно». Но потом нашли подсказку: «диез» – это знак повышения на полтона, а «бемоль» – понижения. Следовательно, нужно лишь мысленно выставить знаки альтерации у всех нот музыкального эпизода и играть с учетом этой поправки так, как показывает исходный текст.

Учащиеся способны придумывать неожиданные и необычные аналоги математических понятий. Приведем сокращенный перечень аналогов понятия «вектор», сочиненных ими: секвенция в музыке, канон, правильно написанные нотные диктанты, гаммы на несколько октав, репродукции картины художника, книги одного и то же автора и одного года издания, передвижение транспорта по прямой, работа лебедки, коллекционные модели автомобиля одной марки и серии, тиражирование, переиздание книги, повторение телепередачи в разное время и в разных местах и т.д.

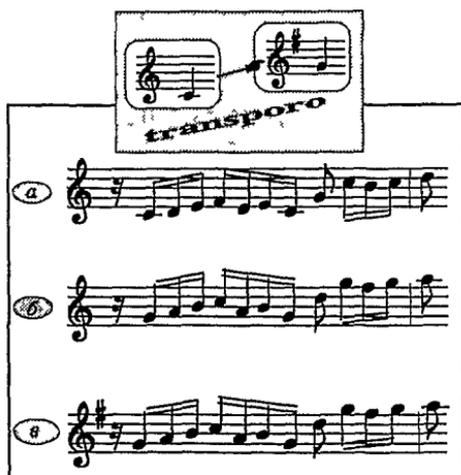


Рис. 164

Анализ информационных сообщений

Приведем второй пример из практики автора, покажем, как формирование техники перевода вербальной информации может стать инструментом к анализу информационного сообщения гуманитарного характера.

На одном уроке математики было предложено: «Не пользуясь справочной литературой, составить историческую справку о хазарах». Процесс обсуждения начался с вопроса учащихся – что такое историческая справка? Ответ: под исторической справкой здесь будем понимать сведения типа: а) когда жили, б) где жили, в) какова численность, г) каков уровень развития, д) чем занимались.

Поиск необходимой информации не составил труда. Все помнили, что слово «хазары» встречается в «Песне о вещем Олеге» А. С. Пушкина. В результате нужные данные были представлены первым четверостишием.

Ответы давались с обязательными обоснованиями (отмечены в скобках):

- а) тысячу лет назад (время княжения Олега),
- б) южное Приднепровье (Киевская Русь),
- в) многочисленные (набеги буйные, значит воевали не умением, а числом),
- г) полудикие племена (неразумные хазары),
- д) скотоводство и земледелие (села и нивы, набеги – значит были кони).

Таким образом, выяснилось, что учащиеся приобрели и даже закрепили навык анализа и обнаружения неявно заданных сведений в специальных информационных блоках.

Процесс перевода вербальной информации в формулу или картинку, анализ структуры и элементов формальных или визуальных конструкций дает богатые перспективы для побуждения учащихся к активной мыслительной деятельности не только в процессе решения задачи, но уже при предъявлении ее условия.

В цикле «Картинки с выставки» М.П. Мусоргского есть пьеса «Старый замок». В одном из изданий этого цикла к ней прилагается постскрипtum: «Перед старым обветшалым замком тру-

бадур поет свою песню». Учащиеся должны были поставить вопросы к данному примечанию так, чтобы ответы на них могли дать представление о характере музыки этого произведения (предвидение формы и структуры). Были сформулированы следующие вопросы:

1. В каких странах имеется много старых замков?
2. Кто такие трубадуры?
3. Какие инструменты применялись для сопровождения пения?
4. О чем пели трубадуры?

Получив ответы на некоторые из них от наиболее эрудированных участников (вопросы 2 и 3), учащиеся смогли достаточно толково и правильно описать характер данного программного произведения, прокомментировать свои догадки при его прослушивании.

Поиск гуманитарных аналогий математических понятий самым положительным образом влияет на отношение учащихся к предмету «Математика» и к обучению вообще. Выполнение таких упражнений способствует росту их общекультурного уровня, умению выражать мысли вслух, вдумываться в скрытый смысл сказанного или написанного, приводить необходимые образные сравнения, выстраивать доказательные рассуждения, обогащая их разнообразными ассоциациями.

Визуальный анализ знаковой конструкции

В заключение покажем, как анализ структуры блоков и элементов знаковой информации, «живое созерцание» ее конструктивных особенностей, отыскание «общего» и «различного» помогает в решении профессиональных задач.

Одна из них излагалась учащимися Мурманского музыкального училища так: «Давайте применим математику, чтобы хорошо читать с листа, быстро и правильно разбирать и запоминать нотный текст».

Основная идея заключалась в следующем. Нотный текст представляет собой определенную знаковую информацию. Следовательно, анализируя его структуру, находя общие и различные «формулы» (пассажи, аккорды и т.д.), можно обнаружить некоторые закономерности, позволяющие выявить основные трудности и составить достаточно четкую программу действий для их ликвидации при изучении нотного текста.

Предварительно были рассмотрены различные задачи, один из примеров которых представлен на рис. 165.

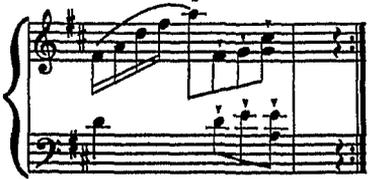
<p>ПОСМОТРИТЕ И ОПРЕДЕЛИТЕ</p> <p>по нотной записи двух последних тактов первой части одной из фортепианных сонат Иосифа Гайдна</p> 	А	размер этой части	три четверти
	Б	отсутствующую в первом такте паузу	восьмая
	В	тональность сонаты	ре мажор
	Г	ноты заключительного аккорда	
	Д	длительность заключительного аккорда	

Рис. 165

Выбрали несложный этюд Лемуана (ор. 37 № 20) и договорились, что к очередному занятию каждый принесет свой экземпляр сборника, содержащего это произведение.

Другой пример. Было предложено рассмотреть, а затем записать по памяти алгебраическое выражение (рис. 166-а).

Это оказалось по силам лишь тем, кто заметил два основных

момента: а) общий элемент $\frac{a+b}{a-b}$ и б) основную структуру:

$\frac{*m+*n}{*m-*n}$. Тем самым учащиеся были «настроены» на то, что прежде, чем начинать работать с какой-нибудь формулой, необходимо разобраться в ее конструкции, обнаружить одинаковое и различное, определить главные связи между элементами—блоками, т. е. структуру.

Следующие задачи: «Рассмотрите и воспроизведите по памяти графики» (рис. 166-б и -в). Обсуждение результатов дало такие ориентиры для запоминания: графические стандарты, симметрия и периодичность. Вспомнили, что симметрия и периодичность часто встречаются как в этюдах, так и в произведениях полифонического стиля.

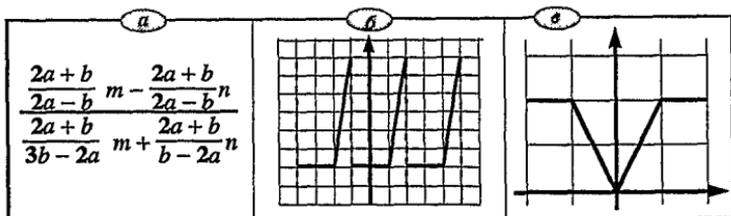


Рис. 166

Провели аналог: прежде чем разбирать этюды, играя их на инструменте, нужно предварительно проанализировать нотный текст.

Главной отличительной особенностью технических этюдов является ориентирование их текста на усвоение одного из видов фортепианной (инструментальной) техники.

Следовательно, в каждом из них есть своя основная «формула», повторяя которую в предлагаемых нотах вариантах, добиваются нужного результата.

Углубились в созерцание нотного текста (рис. 167).

Определили, на сколько частей по своим техническим задачам можно разделить данный этюд. На это указали пассажи, в первой части предназначенные для исполнения правой рукой, во второй – левой.

Обсуждение и поиск начали с «формулы», определяющей основную техническую задачу:

– Изучению каких навыков игры на рояле посвящен этот этюд? (Гаммаобразным пассажирам).

– Какова основная особенность этих пассажей? (Четыре ноты идут поступенно вниз, затем опять, но начиная уже от нового звука, (рис. 168-а).

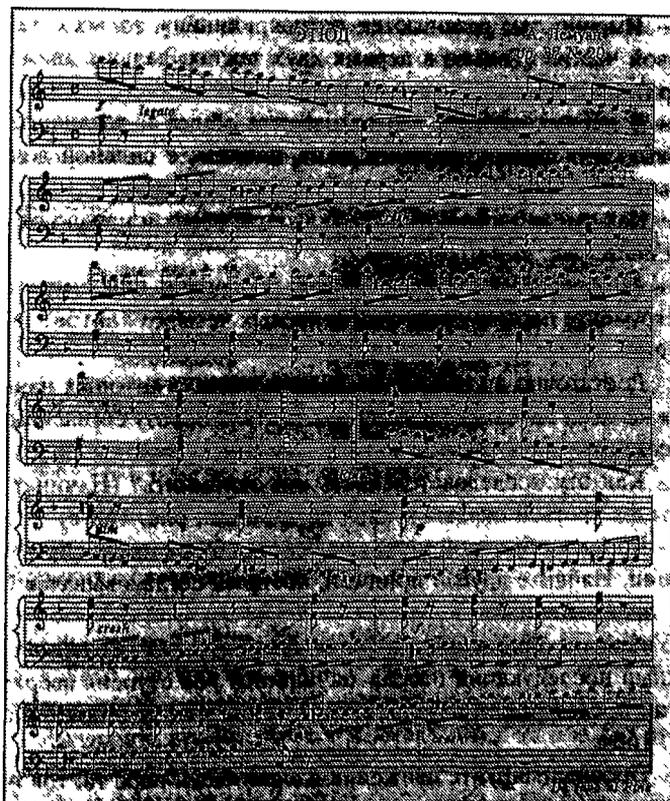


Рис. 167

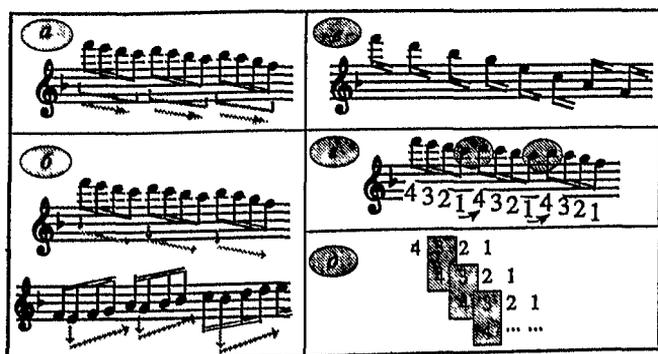


Рис. 168

– Именно так развивается нотная «линия» во всех тактах первой части? (Только в первых двух тактах, дальше движение вверх).

– В первых четырех тактах найдите общее и различное. (В первых двух тактах движение вниз, начиная с сильной доли, а дальше – наоборот).

– Как именно «наоборот»? (Движение вверх и начало от слабой доли, рис. 168-б).

– Можете ли вы сразу записать по памяти или сыграть на инструменте партию правой руки первых четырех тактов? (Молчание).

– Достаточно ли запомнить первые ноты, с которых начинается каждый пассаж в первых двух тактах? (Сразу согласились и запели: фа – ре – си – соль – ми – до – ля – фа) .

– Как эту последовательность нот запомнить? (Начинать от ноты фа третьей октавы и вниз по терциям, рис. 168-в).

– Во время быстрой игры вам некогда будет «вычислять» эти терции. Найдите другой принцип, который согласовывался бы с уже предложенным.

Учащиеся принялись «играть» на столах. Обнаружили, что каждый последующий пассаж начинается «на ступень вверх» от конца предыдущего. Изобразили они это так, как показано на рис. 168-г.

– Проанализируйте движение в следующей паре тактов и обратите внимание на ключевые и случайные знаки.

– Обратите внимание на окончания третьего и четвертого тактов, разберите мысленно партию левой руки и, закрыв ноты, запишите первые четыре такта по памяти.

Большинство быстро и точно справилось с этой работой. Причем, пока шло письменное оформление, многие успели продемонстрировать игру на инструменте «на память». Характерно, что каждый сначала «примерялся», беззвучно проигрывая над клавиатурой пассажи и по несколько раз повторяя манипуляции левой руки (накопление визуального и тактильного опыта).

Дальнейший текст анализировался аналогичным образом, но гораздо быстрее. Без напоминания обратили внимание на сходство и различие обеих частей, на закономерности в партиях правой и левой рук.

В заключение была предложена задача: «Дается партия правой руки пьесы Бартока «Зеркальное отражение».

Ориентируясь на название произведения, определите, с какой ноты должна начинаться партия левой руки так, чтобы учитывался «принцип зеркала» при игре на фортепиано» (рис. 169).

**ПОСМОТРИТЕ
И НАЙДИТЕ**

нотную запись
партии левой руки
пьесы для
фортепиано
венгерского композитора
Белы Бартока
«Зеркальное отражение»
(из сборника «Микрокосмос»)




Рис. 169

Варианты ответов учащихся представлены на рис. 169 (справа).

Общие выводы были оформлены в следующие тезисы:

В начале работы над нотным текстом, в том числе и при «чтении с листа», надо сделать следующее.

1. Разделить его на части и выбрать одну из них для непосредственного анализа.
2. Этот фрагмент исследовать с позиций «общего», т. е. выявить основную конструктивную «формулу».
3. Определить последовательность таких «формул».
4. Найти ее модификации.

Выводы

Учащийся, получив в свое распоряжение некоторую знаковую информацию, воспринимает средства ее выражения (символы и рисунки) как некоторые материальные образы. Он начинает образовывать визуальные понятия и может оперировать ими как визуально определяемыми объектами. В связи с этим мы выделили три этапа восприятия и переработки визуальной информации.

Первый из них мы обозначили как анализ ее структуры. Ему должны соответствовать два важнейших параметра – нацеленность учащихся на действенное, активное восприятие и специальная организация учебного материала. Большую роль при этом играют специальные способы организации, оформления и подачи учебного материала, которые могут стать опорой в процессе решения учебных задач.

Второй этап связан с созданием новых образов на материале уже имеющейся информации. В связи с этим мы определили необходимость перейти от наивного использования наглядности как средства повышения эффективности урока, к формированию визуальных знаковых (математических) понятий, которые по своему объему, степени обобщенности могут не уступать привычным вербальным понятиям.

Третий этап по своим целям и учебным возможностям мы относим к поисковой деятельности. Любая формула, рисунок или законченный фрагмент текста подразумевают подсказку, помогают составить план работы с ними. Нужно лишь нацелить ученика на обнаружение подсказки, дать инструменты к ее извлечению и применению. Опора мышления на визуальные модели, развитие техники зрительного восприятия могут оказать существенное влияние на деятельность учеников.

Решая учебную задачу, учащийся тем или иным образом изменяет, преобразовывает исходные данные. Для правильных действий ему необходимо распознать тот визуальный знаковый стандарт, к которому можно свести задачу. В связи с этим (на основе математического материала) мы выделили три основные стандартные модели, организующие мысль ученика в нужном направлении: изображение основных понятий, визуализация свойств этих понятий и операций над ними и иллюстрации связей между понятиями. Первую (и важнейшую) из моделей мы представили достаточно полно и подробно.

Каждая школьная дисциплина имеет не только определенное содержание, но предполагает и соответствующим образом организованное движение мысли, постигающей это содержание. Реализация – представление, оформление и последовательное изложение – такое «управление» движением мысли осуществляется с помощью трех различных способов – средств ее выражения: геометрического, символьного и вербального.

Геометрический или визуальный способ предъявления учебной информации сам по себе обладает свойством наглядности. Благодаря этому роль рисунка при изучении учебной теории и решении практических задач можно значительно повысить. Формульный способ также содержит в себе некоторый запас наглядности. Мы предлагаем расширить, обогатить список символов за счет знаков, в которых налицо слияние «имени и образа» (слова-термины и минирисунки). Вербальный способ трудно поддается непосредственному зрительному восприятию. Поэтому здесь необходимы некоторые специфические приемы. К первому из них мы относим условие перевода фрагментов текста в формулу и рисунок. Ко второму – обогащение словарного запаса, введение понятных терминов, позволяющих воссоздать соответствующий зрительный образ, увидеть и запомнить отличительные, существенные особенности изучаемого понятия.

Одно из центральных положений данного параграфа занимает проблема визуального перевода. Под таким переводом мы понимаем ту умственную деятельность учащегося, которая осуществляется в ходе восприятия начальных или промежуточных данных информационного сообщения путем расшифровки их с помощью готовых, заранее известных визуальных форм, символических образований или терминов-наименований.

Три языка знаковой учебной информации могут стать «проводником» мысли ученика. Тем не менее взаимозаменяемость вербального, геометрического и формульного способов задания информации с точки зрения визуального восприятия принято нами

как относительное, а не безоговорочно абсолютное. Поэтому необходимо учитывать возможные отношения между ними и расставить акценты, которые порождаются такими связями.

Отрабатывая навыки учащихся в решении тех или иных математических или физических задач, выполнении упражнений по русскому языку или биологии и т. д., мы часто не достигаем успеха. Одни успевают в отведенное время усвоить этот навык, другие – нет. Следовательно, нужны такие средства обучения, которые позволили бы каждому учащемуся сформировать необходимое умение. Организация навыков визуального поиска требует специальных средств обучения. На данном этапе из всего массива визуальных задач мы выделяем особую группу – поисковые визуальные задачи, более полную характеристику которых попытались представить в данном параграфе. Напомним, что визуальной мы считаем задачу, исходной посылкой которой является некоторый образ. В ходе решения такой задачи образ развивается, приобретает новые формы, направляющие мысленную деятельность ученика так, что из данных визуальной информации он может извлечь ориентиры и подсказки, построить догадку, приводящую к нахождению правильного ответа.

Визуальное представление математических понятий, зрительное восприятие их свойств, связей и отношений между ними позволяют достаточно быстро и наглядно развернуть перед учащимися отдельные фрагменты теории, акцентировать внимание на узловых моментах решения учебной задачи, сформировать и распространить важный алгоритм практических действий, вовлечь полученные знания и приобретенные умения в обсуждение очередных проблем.

Основа любого умения есть понимание. Чтобы понять, нужно знать, что искать, где искать и как искать. Догадка – это «драгоценный камень» в мыслительных сооружениях ученика. Весьма немногие могут самостоятельно ее извлечь из условия задачи. Планомерный, постоянный и настойчивый процесс фор-

мирования визуального мышления, навыков наблюдений, умения искать подсказку и ориентир, может привести к полезным результатам обучения – продуктивной мыслительной деятельности учащегося на школьных уроках.

Учебные задачи различаются по степени сложности решения, возможности проникновения учащегося в существенные моменты их содержания. Простая учебная задача обычно решается в ходе «живого созерцания». Анализируя структуру, сопоставляя отдельные блоки, выявляя общее и различное, учащийся может мысленно составить план работы. Задача «с изюминкой» требует от ученика умения отыскать «ориентир», увидеть подсказку, которая непременно присутствует в ней, но не всегда выведена наружу.

Задачи более сложной структуры – с недостаточно полным описанием или слишком большим объемом условий – требуют извлечения дополнительной информации, скрытой от решающего, или определения стандарта, позволяющего «обнажить» существенное для ее решения. Для выхода из тупика ученик должен «раскрыть секрет» либо обнаружением неявно заданной информации, либо ее преобразованием, либо сужением диапазона поиска с последующим распространением полученных результатов на весь массив данных. В ходе этих операций происходит формирование догадки – важнейшего параметра активной творческой мыслительной деятельности.

Поиск решения математической задачи начинается с наблюдения, в результате которого становятся возможны первые этапы восприятия и переоформления данных. Такое переоформление может осуществляться с помощью перевода, благодаря которому удается обнаружить ориентир. В качестве ориентира мы принимаем тот привычный результат анализа данных, который позволяет выявить существенно общее, присущее отдельным блокам или элементам информационного сообщения. К этой

группе следует отнести стандарты формульного или геометрического характера, структуру информационных (логически основополагающих) связей.

Догадка кроется в своеобразии предъявленного информационного сообщения, в том, что отличает его от стандартных, привычных задач. Для того, чтобы догадка пришла как можно скорее, информацию или ее блоки следует представить визуально так, чтобы наружу было выведены все существенные моменты (элементы) текста, рисунка и формулы, составляющих ее содержание.

На любом этапе решения задачи имеющуюся информацию можно рассматривать как исходную – явно заданную. Дополнительные условия приводят данные «в состояние готовности» к преобразованиям. Осуществив их, мы получим набор некоторых новых объектов, которые позволяют перейти к очередному этапу. И весь процесс либо начинается заново, если ответ не получен, либо заканчивается, если результат достигнут.

Процесс перевода вербальной информации в формулу или картинку, анализ структуры и элементов формульных, вербальных и визуальных конструкций дает богатые перспективы для побуждения учащихся к активной мыслительной деятельности не только в процессе решения задачи, но уже при предъявлении ее условия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Это заключение пишется в июне 1997 года, перед самым выходом книги и, следовательно, через пять лет после того, как сформировались основные ее цели. Как же отразились на позиции авторов эти годы, насыщенные не только интенсивной экспериментальной работой, но и резкой активизацией инновационных процессов в образовании?

Авторы укрепились в мысли о том, что конструирование богатых, содержательных информационных сред предметного обучения является центральной задачей теории и методики обучения. Не так важна материализация информационной среды (развитие соответствующей материальной базы отстает от педагогической мысли), сколько важны ее целостность и интегративность, богатство и содержательность. Учитель теперь предпочитает иметь дело не с разрозненными, хотя возможно и качественными дидактическими материалами, а с некоторой педагогической системой, оценивая такие ее качества как наличие достаточного арсенала средств для реализации многозначных целей обучения, как гибкость и вариативность, обеспечивающие несложную адаптацию к конкретным условиям обучения, как возможность сотворчества, активного участия в развитии и обогащении этой системы.

Разрабатываемая авторами концепция информационной среды дает технологический подход к оснащению педагогической системы необходимыми инструментами и информационной базой.

Любопытно отметить, что среди многочисленных печатных пособий, изданных Институтом продуктивного обучения за последние пять лет, наибольшим спросом у учителей пользуются материалы, лежащие «в системе», а не отдельные, хотя может быть и блестящие, разработки.

Проблема определения результативности обучения, о которой лишь немного сказано в этой книге, встала за последние годы во весь рост. Пока нет иного способа описания стандарта образования (как только мы захотим перейти от деклараций к содержательному аспекту проблемы) как фиксирование промежуточных результатов на пути школьного обучения. Это неизбежно влечет за собой если не жесткую регламентацию этого пути, то по крайней мере сильно ограничивает возможность выбора образовательного материала, что является краеугольным камнем идеи продуктивного обучения и базирующихся на этих идеях образовательных технологий.

Наконец, надо отметить, что не произошло ожидаемого существенного притока новых педагогических идей, идущих от быстрого развития информатизации общества. Возможно, это ждет нас на следующем этапе, и мы надеемся, что наша книга поможет читателям осознать происходящие изменения в школьном обучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- A1 Адамар Жак. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. – М.: Советское радио, 1970.
- A2 Александров А.Д. О геометрии //ж. «Математика в школе». – 1980. – №3.
- A3 Алпатов В.М., Вентцель А.Д., Бородецкий Б.Ю. и др. Лингвистические задачи. Пособие для учащихся старших классов. – М.: Просвещение, 1983.
- A4 Арнольд В.И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук. Серия «Современная математика для студентов». – М.: Наука, 1989.
- A5 Арнхейм Р. В защиту визуального мышления //Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства /Пер. с англ. – М.: Прометей, 1994.
- A6 Арнхейм Р. Визуальное мышление //Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления /Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В. В. Петухова. – М.: Изд-во МГУ, 1981.
- A7 Арнхейм Р. Двойственная природа разума: интуиция и интеллект //Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства /Пер. с англ, М.: Прометей, 1994.
- A8 Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие /Сокр. пер. с англ. В.Н. Самохина; Общ. ред. В.П. Шестакова. – М.: Прогресс, 1974.
- A9 Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства /Пер. с англ. – М.: Прометей, 1994.

- Б1 Башмаков М.И. Алгебра и начала анализа: Учебник для 10-11 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1991.
- Б2 Башмаков М.И. Математика – М.: Высшая школа, 1987. – 464 с.
- Б3 Белнап Н., Стил Т. Логика вопросов и ответов /Пер. с англ. Г.Е. Крейдина; Общ. ред. В.А. Смирнова, В.К. Финна. – М.: Прогресс, 1961.– 288 с.
- Б4 Белый С. Разноцветная математика //Квант. – 1980. – №6.
- Б5 Беспалько В.П. Теория учебника: Дидактический аспект.- М.: Педагогика, 1988.-160 с.
- Б6 Биркгофф Г. Математика и психология /Пер. с англ. Г.Н. Пивоварова. – М.: Советское радио, 1977. – 96 с.
- Б7 Богоявленский Д.Н., Менчинская Н.А. Психология усвоения знаний в школе. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1950.– 347 с.
- Б8 Бутиков Е.И. Маятник Капицы: эксперимент, теория, компьютерная модель //II Всероссийская конференция «Компьютеры в образовании» 12-14 апр. 1994 г.; тезисы докладов; С.-Пб., 1994.
- В1 Вазари Д. Жизнеописание наиболее знаменитых живописцев, ваятелей и зодчих. Введение к трем искусствам рисунка. О живописи //Мастера искусства об искусстве. Т.2. – М.: Искусство, 1960.
- В2 Выготский Л. С. Орудие и знак в развитии ребенка //Собр. соч. т. 6. М.: Педагогика, 1984.
- В3 Выготский Л. С. Собр. соч. т. 3. М.: Педагогика, 1984.
- Г1 Гальперин П.Я. Формирование умственных действий //Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухова. – М.: Изд-во МГУ, 1981.

- Г2 Герасимова Т.П. Физическая география: Нач. курс: Учеб. для 6 кл. сред. шк. /Т.П. Герасимова, Г.Ю. Грюнберг, Н.П. Неклюкова. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1990. – 192 с.
- Г3 Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия /Пер. с нем. С.А. Каменецкого – 3-е изд. – М.: Наука, 1081. – 44 с.
- Г4 Грегори Р.Л. Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия /Пер. с англ. /Предисл. и общ. ред. А.Р. Лурия и В.П. Зинченко. – М.: Прогресс. 1970.-271 с.
- Г5 Грегори Р.Л. Разумный глаз /Пер. с англ. А.И. Когана. – М.: Мир, 1972. – 209 с.
- Д1 Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении. – М.: Педагогика, 1972.
- Д2 Джейкобсен. Микрокомпьютеры в преподавании естественно-математических дисциплин //«Prospects», N 3, 1987.
- Д3 Джеймс У. Мышление //Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления /Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухова. – М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Д4 Дистервег А. Об учебнике //Избр. соч. – М.,1956.
- Д5 Дьедонне Ж. Линейная алгебра и элементарная геометрия. – М.: «Наука», 1972.
- З1 Зельдович Я.Б., Яглом И.М. Высшая математика для начинающих физиков и техников. – М.: Наука, 1982.
- З2 Зинченко В.П. Современные проблемы образования и воспитания //Вопр. философии. – 1973. – N11.
- И1 Иден М. Другие задачи распознавания образов и некоторые обобщения //Распознавание образов. Исследование живых и автоматических распознающих систем/ Пер. с англ. канд. техн. наук Л.И. Титомира. Пред. к русск. изд. д-ра техн. наук И.Л. Пинскера. – М.: Мир, 1970.

- И2 Ительсон Л.Б. Лекции по современным проблемам психологии обучения. – Владимир, 1972.
- К1 Каптерев П.Ф. Дидактические очерки. Теория образования //Избр. пед. соч. – М., 1982.
- К2 Колерс П. Некоторые психологические аспекты распознавания образов //Распознавание образов. Исследование живых и автоматических распознающих систем/ Пер. с англ. канд. техн. наук Л.И. Титомира. Пред. к русск. изд. д-ра техн. наук И.Л. Пинскера. – М.: Мир, 1970.
- К3 Колерс П., Иден М. Предисловие редакторов англ. изд. к сб. «Распознавание образов» //Распознавание образов. Исследование живых и автоматических распознающих систем/ Пер. с англ. канд. техн. наук Л.И. Титомира. Пред. к русск. изд. д-ра техн. наук И.Л. Пинскера. – М.: Мир, 1970.
- К4 Крылов А.Н. Значение математики для кораблестроителя. В кн. «Воспоминания и очерки». – Изд-во АН СССР, М.: 1956 г.
- К5 Кудрявцев Т.В. Развитие технического мышления учащихся. М.: Высшая школа, 1964.
- К6 Кун Т. Структура научных революций. М.: Изд-во «Прогресс», 1975.
- Л1 Лайна П.И. Результативность обучения математике в школе.: Дисс. канд. пед. наук. – Л., 1991.
- Л2 Лаутербах Р., Фрей К. Программное обеспечение процесса обучения //«Prospects», N 3, 1987.
- Л3 Лесневский А.С. Педагогические программные средства для практической работы школьников по курсу основ информатики и ВТ: Автореф. дис. к. пед. н. – М., 1988.
- М1 Макаренко А.С. Лекции о воспитании детей //Соч. в 7 т. – М., 1957, т.IV.

- М2 Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе. Книга для учителей. – М.: Просвещение, 1977.
- М3 Минский М. Структура для представления знания /В кн. Психология машинного зрения. – М.: Мир, 1978.
- М4 Монахов В.М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. – Волгоград – Перемена, 1995.
- М5 Монтессори М. Метод научной педагогики, применяемый к детскому воспитанию в домах ребенка //История дошкольной зарубежной педагогики. Хрестоматия. – М.: Просвещение, 1974.
- Н1 Назаров М.М., Поздняков С.Н. Компьютерное моделирование физических явлений на уроках физики и информатики. Метод. рек. – Ош. 1991. – 64с.
- Н2 Натансон Г.И., Рябов В.М., Поздняков С.Н., Храбрый И.С. Методические рекомендации по использованию ПМК в учебном процессе профтехучилищ (в 5 частях). – М.: Изд. ЦИУУ РСФСР, 1989. – 202с.
- Н3 Нивергельт Ю. Прагматическое введение в разработку учебных материалов, предназначенных для обучения с помощью ЭВМ //В ж. «Компьютер», Нью-Йорк, сент. 1980 (на англ. яз.).
- Н4 Никольский С.М., Потапов М.К. Алгебра: пособие для самообразования: – М.: Наука, 1984.
- Н5 Нуракова Л.С., Поздняков С.Н. Использование компьютерных программ при изучении дифференциального исчисления: Метод. рек. – Акмола: Изд. АГПИ, 1992.
- О1 Ожегов С.И. Словарь русского языка /Под общ. ред. акад. С.П. Обнорского. – 3-е изд. – М.: Гос. изд-во иностр. и нац. словарей. 1953. – 848 с.

- П1 Пангина Н.С. Исследование строения детской деятельности // Психология и педагогика игры дошкольника. М., 1966.
- П2 Пейперт С. Переворот в сознании. Дети, компьютеры и плодотворные идеи: Пер. с англ. – М.: Педагогика, 1989.
- П3 Пидкасистый П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении. – М., 1980.
- П4 Пинскер И. Предисловие к русскому изданию книги // Распознавание образов. Исследование живых и автоматических распознающих систем/ Пер. с англ. канд. техн. наук Л.И. Титомира; пред. к русск. изд. д-ра техн. наук И.Л. Пинскера. – М.: Мир, 1970.
- П5 Платонов К.К. Занимательная психология / Серия «Эврика» – М.: Молодая Гвардия, 1986. – 224 с.
- П6 Погорелов А.В. Геометрия: Пробный учебник для 6–10 кл. сред. шк. Материалы для ознакомления. – М.: Просвещение, 1981. – 272 с. – (Б-ка учителя мат.).
- П7 Поздняков С.Н. Геометрия в движении (с компьютерной поддержкой) – С.-Пб.: ЦПО “Информатизация образования”, 1995.
- П8 Поздняков С.Н. Методические рекомендации по подбору и решению задач экспериментального тура математических олимпиад в средних ПТУ. – М.: ГК РСФСР ПТО, 1988.– 77с.
- П9 Поздняков С.Н., Шустров Е.Б. Геометрические измерения (с компьютерной поддержкой). – С.-Пб.: ЦПО “Информатизация образования”, 1996.
- П10 Пойа Д. Математическое открытие. – М.: Наука, 1970.
- П11 Пойа Д. Как решать задачу: Пособие для учителей / Пер. с англ. В. Г. Звонаревой, Д.Н. Белла. Под. ред. Ю.М. Гайдюка. – 2-е изд. – М.: ГИЗ МП РСФСР, 1961. – 208 с.
- П12 Полиа Г., Сеге Г. Задачи и теоремы из анализа. Ч.1. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1978.

- П13 Постовалова Г.А. Особенности использования диалоговых обучающих программ в обучении алгебре: Автореф. к. пед. н. - М.: 1992.
- П14 Проблемы школьного учебника //Сборник статей. Вып. 7, 1979.
- П15 Пуанкаре А. О науке /Пер. с фр. - 2-е изд., стер. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.
- Р1 Резник Н.А. Тригонометрия. Экспериментальные материалы для учителя и ученика: Учеб. пособие для учащихся 8-9 кл. морского лицея и ср. школ. - В 2 ч. - Мурманск, 1994. - Ч. I - 96 с. - (Ком. Рос. Федерации по рыболовству. МГАРФ).
- Р2 Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Химия: Неорганическая химия: Учеб. для 8 кл. сред. шк. - М.: Просвещение, 1989.- 159 с.
- С1 Серве В. Преподавание математики в средних школах // Математическое просвещение. Математика, ее преподавание, приложения и история. /Под ред. Я.С. Дубнова, А.А. Ляпунова, А.И. Маркушевича. - М., 1957. - Вып. 1.
- С2 Скибинский С.Я. Педагогические возможности компьютерной среды в преодолении психологической депривации у детей, лишенных попечения родителей //III Всероссийская конференция «Компьютеры в образовании» 12-14 апр. 1994 г.; тезисы докладов. - С.-Пб., 1994.
- С3 Слепкань З.И. Психолого-педагогические основы обучения математике. - Киев: Рад. шк., 1983. - 192 с.
- С4 Спиваковский А. Педагогические программные средства: объектно-ориентированный подход //Информатика и образование. - 1990. - N 2.
- С5 Столяр А.А. Педагогика математики: Курс лекций. - 2-е изд. перераб. и доп. - Минск: Высшейш. шк., 1974. - 383 с.

- Т1 Терский Н.Л. «Педагогический анализ урока». – Красноярск, 1984.
- Т2 Тихомиров А.К. Информационные и психологические теории мышления //Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления /Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухова. – М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Т3 Тихомиров А.К. О видах познавательной деятельности и процессе познания //Хрестоматия по возрастной и психологической психологии. Работы советских психологов периода 1946-1980 гг. /Под. ред. И.И. Ильева, В.А. Ляудис.– М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Ф1 Фейнман Р. Характер физических законов /Пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – (Б-чка «Квант». Вып. 62).
- Ф2 Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике /Пер. с англ. – М.: Мир, 1977.
- Ф3 Фридман Л.М. Анализируем поиски, находки учителей // Вопросы психологии. – 1981. – № 3.
- Ф4 Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987.
- Х1 Харгли Роджерс. Физика и математика /Математика завтра. Шпрингер, Верлаг, 1981 (на англ. яз.).
- Х2 Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии. Работы советских психологов периода 1946-1980 г.г. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.
- Ш1 Шапиро С.И. От алгоритмов – к суждениям: Эксперименты по обучению элементам математического мышления. – М.: Сов. радио, 1973. – 288 с.
- Ш2 Шапоринский С.А. Обучение и научное познание. М.: Педагогика, 1981. – 208 с.

- ШЗ Шехтер М.С. Психологические проблемы узнавания. – М.: Просвещение, 1967. – 220 с.
- Э1 Эльконин Д.Б. Психология игры. – М., 1978.
- Э2 Эльконин Д.Б. Развитие устной и письменной речи учащихся //Хрестоматия по возрастной и психологической психологии. Работы советских психологов периода 1946-1980 гг. /Под ред. И.И. Ильёсова, В.А. Ляудис. – Изд-во МГУ, 1981.
- Я1 Яновская С.А. Предисловие редактора перевода // Пойя Д. Математика и правдоподобные рассуждения /Пер. с англ. И.А. Вайнштейна. – 2-е изд., испр. – М.: Наука, 1975.
- +1 Böhm Ingrid, Jens Schneider: Productive Learning - An Educational Opportunity for Young People in Europe. In collaboration with Joseph Alsina, Mark Bashmakov... Institute for Productive Learning in Europe.- Milow: Schibri-Verl., 1996.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
----------------	---

Глава I

ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ	10
Введение	10
§ 1. Различные формы представления знания как основа моделирования предметной среды	18
§ 2. Функции информационных сред	46
§ 3. Классификация обучающих сред	76

Глава II

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД ...	105
Введение	105
§ 1. Компьютер и конструирование среды обучения	106
§ 2. Конструирование визуальной среды обучения	157

Глава III

ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ	213
§ 1. Взаимодействие ученика с информационной средой ...	213
§ 2. Планирование учителем своей деятельности	278
§ 3. Развитие визуального мышления в информационной среде	295
Заключение	389
Список литературы	391

*Марк Иванович Башмаков
Сергей Николаевич Поздняков
Наталья Александровна Резник*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ОБУЧЕНИЯ
Монография

*Утверждено к печати
редакционно-издательским советом
Института Продуктивного Обучения
Российской Академии Образования*

Иллюстрации и набор: Т.Мянд, Н. Резник
Верстка: Т.Мянд
Обложка на основе рисунка М.Эшера: А.Ярков

Сдано в набор 15.02.97. Подписано к печати 16.06.97
Формат 60x90 1/16. Усл.печ.л. 22,4 Тираж 500.
отпечатано в тип. АО "СВЕТЛАНА", Санкт-Петербург,
пр. Энгельса, 27.