§1. Параметры визуальной среды обучения

В условиях средней школы, где разные предметы ведутся разными учителями, инструментом ***продуктивного обучения*** может стать некоторая новая педагогическая система, или, как принято говорить в последнее время, новая технология. Мы полагаем, что одним из возможных вариантов может явиться **визуальная технология обучения**, которая основывается на комплексе учебных знаний и ***визуальных способах*** их предъявления, ***визуальных технических средств*** реализации передачи этих знаний, а также психолого-педагогических приемов ***использования и развития визуального мышления*** в процессе обучения.

Несмотря на то, что полное представление визуальной технологии выходит за рамки данного исследования, отметим следующее. Термин “визуальная технология обучения” вводится нами как один из альтернативных вариантов “педагогической технологии”, в основу которой мы положили понятие, предложенное В.М. Монаховым [113, с. 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” правомерность нашего выбора.

Знания передаются посредством речи и текста. Эти формы представления знаний предопределяет сложившийся принцип построения учебных программ, где представление информации выполняется в иерархической и линейной формах, всегда заранее определяющих конечные цели. Однако результаты научных исследований в области теории познания и неврологии, экспериментов в области искусственного интеллекта, а также наши собственные результаты по использованию *Визуальной Среды Обучения* указывают на то, что знания и, особенно, образ мышления ученика имеют более сложную и разветвленную структуру. Применение в учебном процессе нетрадиционных методов представления

знаний (например мультимедиа), показывают разницу между устоявшимися и вновь зарождающимися формами обучения.

Одно из главных направлений данного исследования напрямую связано с новыми способами передачи информации, т.е. с конструированием новой среды обучения (или обучающей среды). Из множества вопросов, связанных с формированием обучающей среды нового типа мы выделяем следующие:

* роль зрения, как инструмента отвечающего за восприятие и обработку поступающей информации;
* полиграфические приемы, обеспечивающие продуктивную работу зрения;
* методическое обеспечение этой среды;
* организация гипертекстовых связей и интерактивных режимов работы в такой среде.

Важность всех перечисленных условий объясняется, на наш взгляд, тем, что «... 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, лишающих его способности к самостоятельному творчеству, притом что помешать мозгу реализовать свою природную склонность и способность подходить к проблеме через ее структурную организацию – задача весьма непростая... Мы даем детям карманные калькуляторы, но при этом должны ясно понимать, что, сберегая их усилия и время, мы упускаем драгоценную возможность элементарной тренировки детского мозга... для его совершенствования» [4, с.162].

1.1. Основные проблемы

Перейдем непосредственно к первому параметру конструируемой нами *Визуальной Среды Обучения*, попутно раскрывая проблемы, возникающие

при первых опытах ее организации. Одна из таких проблем описана Р. Арнхеймом в книге «Новые очерки по психологии искусства»: «... 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.

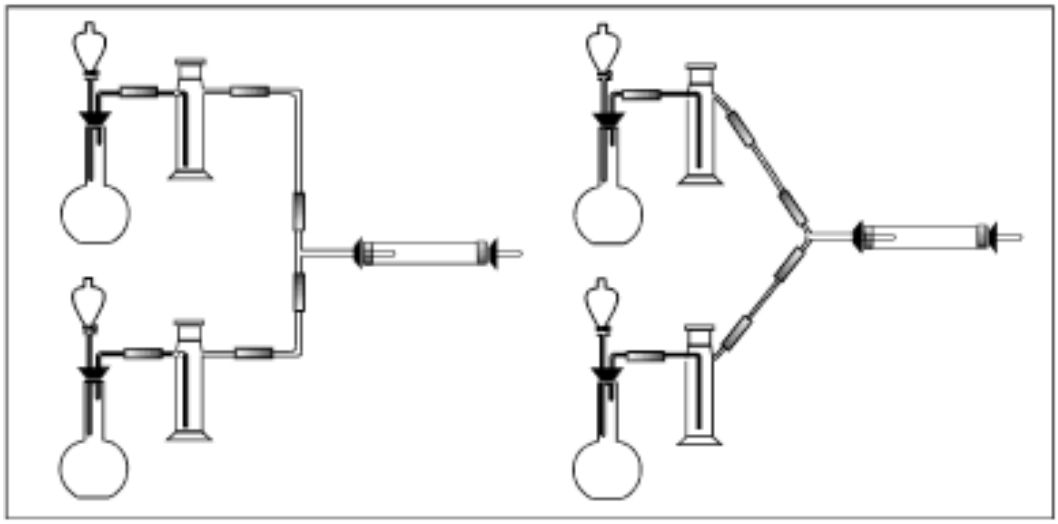

Рис. 18

На рис. 18 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 де-

шевый 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» [4, с.169-171].

Считаем необходимым обратить внимание 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... Необходима ни больше, ни меньше, как смена основных акцентов в обучении» [4, с. 170].

Смена акцента в обучении должна привести к новым образовательным технологиям, основанным на новых способах представления знаний, «максимально благоприятных условий для раскрытия и развития способностей ученика», учет его психофизиологических особенностей [86]. При этом необходимо ориентироваться «не только на усвоение знаний, но и на приемы этого усвоения, образцы и способы мышления и деятельности, развитие познавательных сил и творческих потенциалов учащегося», противостоять... монологичности и обезличенности словесного преподавания, пассивности учения школьников» [см. там же].

Специфика изложения учебного материала должна определять: содержание 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, решать разнообразные задачи. Однако обеспечить приобретение этих умений, знаний и навыков весьма проблематично по многим причинам. На некоторые из них мы ниже обращаем особое внимание.

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 ученика. Приведем один из таких текстов [132, с. 199].

«Пусть α и α' – параллельные плоскости и h – прямая, пересекающая эти плоскости. Пусть P – выпуклый плоский многоугольник в плоскости α и A_1, A_2, ... – его вершины. Проведем через каждую точку X многоугольника P прямую, параллельную прямой h, и обозначим через X' точку пересечения ее с плоскостью (рис. 18, вверху). Отрезки XX' заполняют некоторый многогранник. Этот многогранник называется **призмой**. Его граница состоит из многоугольника P, равного ему многоугольника P' в плоскости α' и параллелограммов $A_1A_2A'_2A'_1$, $A_2A_3A'_3A'_2$, ...

Многоугольники P и P' называются **основаниями призмы**, а параллелограммы – **боковыми гранями**. Отрезки $A_1A'_1$, $A_2A'_2$, ... называются **боковыми ребрами** призмы. **Высотой призмы** называется расстояние между плоскостями ее оснований. Отрезок, который соединяет две вершины, не принадлежащие одной грани, называется **диагональю призмы**. **Диагональным сечением** призмы называется сечение плоскостью, проходящей через два боковых ребра, не принадлежащих одной грани...».

Мы привели данный фрагмент целиком с целью проанализировать, что требуется от ученика при его чтении. При этом ситуация нами значительно смягчена, поскольку в учебнике сам рисунок отделен от данного текста задачей и ее решением, а рядом с сопутствующей иллюстрацией помещены еще две, к содержанию именно этого текста не имеющие непосредственного отношения.

Начнем с того, что до указания “рис. 19” читателю необходимо самому составить визуальные образы объектов: P, P', α, α', A_1, A_2, ..., X, X', h и обнаружить структуру связей между ними. Рисунок, предъявленный значительно позже, дает значительно более объемную информацию, чем та, которую может почерпнуть

читающий из предшествующего текста. В нем (в рисунке) нужно выделить уже описанное словами. Обилие обозначений, например, плоских многоугольников $A_1\ A_2\ A'_2\ A'_1$, $A_2\ A_3\ A'_3\ A'_2$, ... дробит образы, подменяя их громоздким перечнем букв, из-за чего неоднократно придется переключать внимание с текста на рисунок, чтобы догадаться, что речь идет об интуитивно ясном понятии – поверхности тела. К тому же с одной картинкой связан слишком большой круг новых объектов.

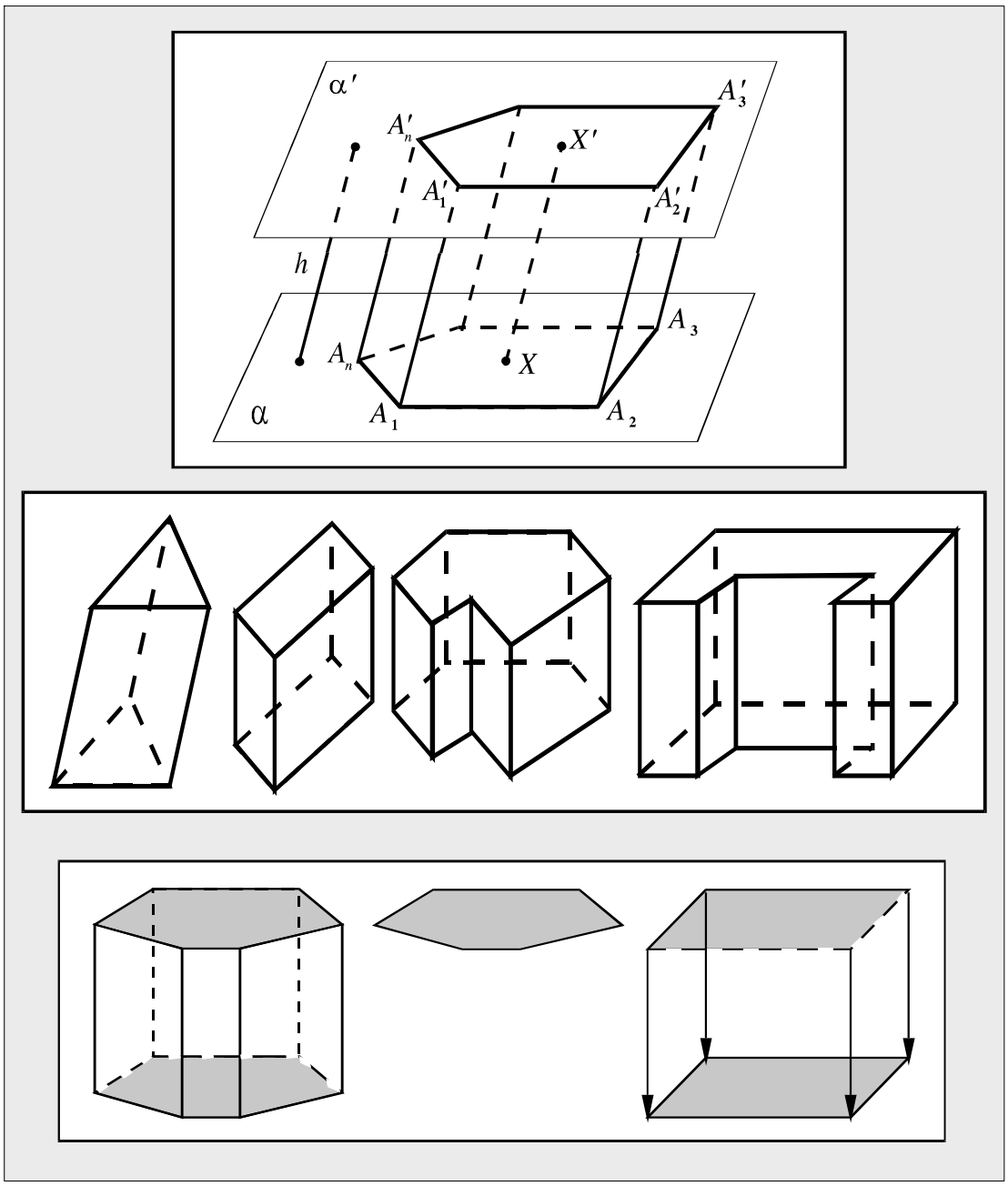

Рис. 19

В погоне за “математической чистотой” мы забываем весьма примечательные и поучительные факты из истории математики. Совсем не сразу возникли современные строгие математические дефиниции, воспроизведения которых мы так настойчиво добиваемся от наших учеников. Биркгофф рассказывает об Эйлере: «Эйлер наверное представлял себе действительное число наглядно, то как бесконечную десятичную дробь, то как точку на начерченной прямой с нанесенной на ней шкалой. Не давал он и общего определения слова “функция”. Он просто наглядно представлял себе различные задания функций: формулами, графиками, таблицами приближенных численных значений, и последовательностью коэффициентов степенного ряда, и особыми геометрическими или физическими условиями,... эти различные представления могут заменять друг друга в столь многих приложениях» [18, с. 80].

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, по-видимому, в человеческой психике со сроком действия более значительным, чем мы его учитываем. У нас же сначала описание – затем изображение, и по “объему” описания значительно превосходят визуальную информацию, тем самым еще увеличивая разрыв в восприятии.

Перевод вербального текста на “язык образов” сильно зависит от самого текста, его организации и качества. Учащийся часто не успевает усвоить вербальную информацию, соотнести ее со зрительным образом, а мы уже требуем от него самостоятельных действий, оперирования такими образами при решении задач. “Порции” описательной информации зачастую бывают настолько велики, что, достигнув конца фрагмента текста, учащийся нередко забывает, о чем говорилось выше, теряет нить рассуждений, не может связать, соединить отдельные высказывания. Нет единой конструкции (образа), которая позволила бы удерживать внимание, “цементировала” в сознании все блоки информации. Недос-

тающим связующим звеном может быть, по нашему мнению, изготовление рисунка, иллюстрирующего текст, самим учеником. В случае работы с компьютером ученик может из “батареи” рисунков выбрать тот, который поможет ему в чтении и понимании. В качестве примера и контрпримера к текстам, предложенным ранее, приведем один из фрагментов современного учебника [12, с. 60]. Обсуждаемый ниже текст начинается с рисунка: (рис. 19, в центре).

«С призмами вы, конечно, уже знакомы. На рис. 19 изображен ряд призм. Какими же свойствами можно описать этот вид многогранников? У призмы выделяются две грани, которые представляют собой равные многоугольники, лежащие в параллельных плоскостях. Их называют основаниями призмы. Остальные грани являются параллелограммами. Они называются боковыми гранями. Призмы не получится, если вы в параллельных плоскостях произвольно расположите два равных многоугольника. Их надо расположить так, чтобы они получались друг из друга параллельным переносом» (рис. 19, внизу).

Обратим внимание на то, что здесь термин “призма” вводится до полного строгого математического описания соответствующего понятия. Сначала представляются визуальные образы призм, затем следует перечисление ее основных составляющих (основания, боковые грани). В качестве определения понятия дается не словесное описание, а визуальный способ образования, перечисляются некоторые основные, более мелкие детали, предлагаются иллюстрации перечисляемых компонентов. При появлении нового понятия учащийся имеет возможность немедленно соотнести его наименование с общим образом, выделить необходимый элемент, поскольку иллюстрации не загромождены. Этот момент мы полагаем чрезвычайно важным. Он создает необходимую основу для взаимно обратного перевода с “языка слов” на “язык символов” и “язык зрительных образов”.

1.2. Полиграфические приемы

Постоянно действующим инструментом ученика и учителя является текст учебника, в котором предполагаются выполнение определенных требований:

четкость и точность, полнота и доступность, непротиворечивость и т.д. Словесное выражение образной информации момент очень важный, но трудный не только с точки зрения восприятия ее данных учащимися. Он сложен и для составителей соответствующих текстов (учебников, учебных пособий, справок на экране компьютера и т.д.). Это еще раз усиливает актуальность того, что соотнесение текста со зрительным образом является одной из центральных проблем нашего исследования. Насущность данной проблемы диктуется современными условиями. Разнообразные телевизионные программы, широкая и красочная реклама, всевозможные компьютерные игры (хотим мы этого или нет) формируют “акцент в мышлении” школьника – работа зрения становится все более и более определяющей.

С появлением компьютера существенно меняется характер информационной обучающей среды. При объяснении того или иного явления (положения, правила, закона) объем текстовой информации уменьшается, тщательные и подробные выкладки заменяются образами. Новый подход к передаче знаний влечет за собой изменение взгляда на сами принципы изложения учебной информации – подача учебного материала должна быть осуществлена так, чтобы стал возможен активный зрительный анализ его структуры.

Отметим три основных случая:

1. Представление информации.
2. Расшифровка ее аналитического или геометрического фрагмента.
3. Описание преобразований информационных блоков.

Важным средством организации восприятия информационного материала, его элементов и структуры является цветовое оформление. «Математикам очень часто помогает... цвет... Раскраска может стать методом решения задач» [17, с. 30-32]. Помощь цвета визуальному восприятию (даже в оттенках серого) для студентов полезна, для школьников – незаменима (см. приложение, с. 396, рис. 146, внизу; с. 357, рис. 107). Цвет как бы руководит “живым созерцанием” информации. Решая “цветные” примеры, учащиеся незаметно для себя вынуж-

дены отмечать ту или иную особенность сообщения, которая таким образом (внешне непроизвольно) доходит до их сознания. Однако “раскрашивание” должно быть экономным, строго продуманным и целесообразным. К примеру, при “раскрашивании” математического 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.

Следующим мощным средством организации учебной математической информации является обязательный заголовок ***к каждой*** “порции” ее отдельного теоретического (или практического) сообщения (задания). 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. Например:

- “Нули и точки нулей функции”;
- “Ассоциативность сложения векторов ”;
- “Азимут земного предмета” (см. приложение, с. 381-382, рис. 131-132, внизу; с. 387, рис. 137, слева).

Заголовок к отдельной “порции” информационного сообщения играет чрезвычайно важную роль. Он не только “предупреждает” о содержании, он позволяет отыскать формулу или рисунок. Заголовок – это элемент “меню”, “настраивающий на нужную волну” внимание ученика и ориентирующий его мышление. Примечательно, как отмечает Колерс, следующее: заголовки – наименования «... несомненно влияют на нашу способность видеть предметы, т.е. отдельные стороны некоего перцептивного комплекса... в то же время восприятие должно некоторым образом влиять на нашу способность к наименованиям» [82, с. 79].

Заголовок предлагает содержание информации и направляет ее перевод с одного языка предъявления на другие, предопределяя важный момент; любое знако-

вое сообщение должно сопровождаться (предваряться) письменным или устным оформлением (интерпретацией). Применительно к задаче, поставленной в данном пункте исследования, положение – обосновать и осуществить объединение трех способов предъявления учебной знаковой информации будет трактоваться как основа для перевода (см. приложение, с. 381-384, рис. 131-134, вверху).

Мы полагаем, что не только для запоминания, но и для понимания содержания учебной задачи, полезно сформировать у учеников умение разбивать предлагаемую информацию на порции, для того чтобы выделить объект, определить “радиус его действия” и затем уже описать сопутствующие явления. При перечисленных условиях, которые автор «Педагогики математики» сформулировал как основу для запоминания (а мы принимаем и как руководство к пониманию), должны более успешно протекать процессы осмысления и освоения учащимся учебного знакового материала.

Одним из существенных недостатков сложившейся системы обучения математике (по-видимому, и не только в математике) является формализация предметных знаний, отрыв ее от реальных приложений, невнимание к источникам и движущим силам развития как самой науки, так и мышления каждого конкретного ученика. На каждом этапе изложения учебного материала полезно подчеркивать связь слова, образа и формулы, учитывать трудности семантики как разговорного, так и профессионального (предметного) языков (см. приложение, с. 437, рис. 187, вверху, с. 462, рис. 212). Не следует опасаться самостоятельно вводить “понятные” термины, которые могут придать строгому тексту эмоциональную окраску, породить соответствующий визуальный образ или помочь ученику запомнить существо дела. Так, использование слов “горб”, “впадина”, “перегиб”, “клюв”, “пологий” и т.п., может обогатить запас средств описания при исследовании свойств функций. В то же время необходимо следить за правильностью, адекватностью связей между предметным содержанием и обыденной семантикой используемых слов. Потеря чувства меры и вкуса не менее опасна, чем излишняя ригористичность профессиональной речи.

Свободное переключение с одного термина на другой поможет ученику в дальнейшем. Разумеется, это надо делать тогда, когда в учебную задачу не входит вопрос о различении близких понятий, обозначенных разными терминами. Например, в математическом анализе при рассмотрении числовых промежутков бывает важно указание на то, включаются в него концы (оба или какой-нибудь один) или нет. Это привело к появлению ряда терминов. В то же время при обучении началам анализа в средней школе возможно, как правило, не обращать внимания на замкнутость промежутка. Поэтому допустимо свободное применение таких равнозначных терминов, как промежуток, отрезок, интервал, сегмент. При необходимости подчеркнуть необычность или важность нового понятия можно “отступить от правил”, предлагая нестандартную формулировку и сопутствующий зрительный образ (см. приложение, с. 381, рис. 131; с. 388, рис. 138). Однако и здесь, также как и в цвете, следует сохранять чувство меры.

Учебная информационная среда должна решать проблемы адаптации школьника, учитывать его индивидуальные особенности, выходящие 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 однообразием. Среда может содержать специальные компенсаторные операции и подстраиваться под обучаемого» [15].

Еще раз обратимся к школьной практике. В учебнике экологии для 9-го класса представление «Закона оптимума» связано не только с чисто описательными моментами, но и с графическим образом его действия (цитируем дословно): «Кривая, характеризующая скорость того или иного процесса в зависимости от одного из факторов внешней среды,... почти всегда будет иметь форму перевернутого колокола» [92]. Учебный текст, излагающий основы данного закона, окажется недостаточным, если его не поддержать соответствующей

красочной визуальной интерпретацией (см. приложение, с. 494 , рис. 244). Примечательно, что, разрабатывая подобную иллюстрацию, можно реализовать межпредметную связь, акцентировать внимание учащихся на полезность математических моделей в исследовании законов природы.

Визуальное представление данных должно быть простым, лаконичным, и, главное, очевидным. 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» [4, с. 168].

Приведем пример из практики учителя-экспериментатора одной из школ Мурманской области С.И. Литвиненко, цитируя выдержку из ее отчета о работе со слабыми учениками.

Решается задача

«Докажите, глядя на рисунок, что, если острые углы α_1 *и* $\alpha_2 : \alpha_2 > \alpha_1$, *то* $\cos\alpha_2 < \cos\alpha_1$ » (рис. 20).

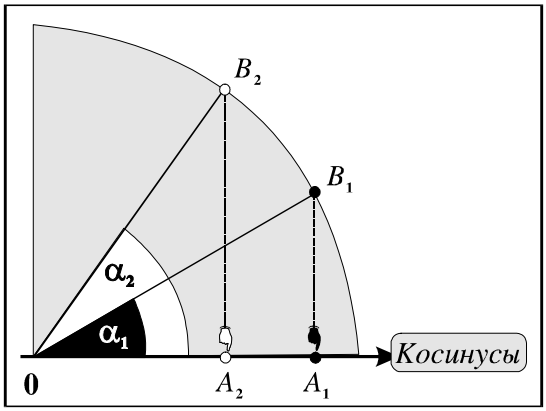

Рис. 20

Ученик: “Я ничего не понимаю!”

Учитель: “Расскажи только то, что видишь на рисунке”.

Ученик рассказывает.

Затем: “Ой! Как все просто получилось!”.А ведь это была доказана теорема 7.5 по учебнику А.В. Погорелова… Слабый ученик с небольшой помощью учителя сделал для себя открытие теоремы.

По мере качественного усложнения информации, конкретный графический образ перестает быть адекватным объекту. 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» [56, стр. 385].

Краткие итоги

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.

В силу этого к основным параметрам *Визуальной Среды Обучения* мы относим:

лаконичность представления информации,

точность воспроизведения ее структуры и элементов,

акцент на главные, существенные детали образов,

использование трех языков представления учебных знаний,

учет возможностей обучаемого в восприятии визуальной информации.