

КОМПЬЮТЕР В ПРОДУКТИВНОМ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ ИЛИ как информационные технологии могут поддержать интеллектуальную свободу обучаемого



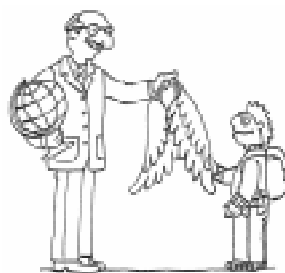
ВВЕДЕНИЕ

Информационно-финансовое давление фирм, производящих компьютеры и программное обеспечение, ведет к тому, что с каждым годом все отчетливее наблюдается уменьшение критичности к программным средствам, создание и распространение которых начинает приобретать массовый и коммерческий характер. Все направления использования компьютера в учебном процессе постепенно оказались объединенными одним термином «информатизация образования», а тщательное и постепенное изучение частных методик использования компьютерных программ постоянно подменяется тезисом, утверждающим, что «информатизация образования» способна решить все проблемы обучения.

Такое состояние дел с методикой использования компьютера в обучении чревато тем, что не получив быстрого эффекта от компьютерных программ, педагогическая общественность выработает отрицательное отношение к любым инициативам в этой области. Это может на многие годы затормозить исследования, которые еще не развились настолько, чтобы составить реальную конкуренцию традиционным методам.

В данной статье на примере преподавания математики нам хотелось бы сформулировать некоторые принципы, которые можно положить в основу методики использования компьютера в предметном обучении. Эти принципы определяют роль компьютера не столько как средства хранения

информации или быстрого тестирования, сколько как средства для реализации новых подходов к изучению предмета, новых способов обеспечения эффекта понимания учеником материала. Такой подход к обучению мы будем называть продуктивным обучением. Называя методы «новыми», надо оговориться, что новыми они являются только для массового обучения. Например, методология Д. Пойа [30], хорошо известная педагогической общественности, никогда не была реализована в массовой школе. Причина в том, что *методика исследовательского подхода к обучению оказалась нетехнологичной в рамках традиционной системы обучения*. А все нетехнологичное со временем имеет тенденцию отсеиваться.



ЧТО ТАКОЕ ПРОДУКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ?

Впервые термин «продуктивное мышление» ввел М. Вертгеймер [5],

который в книге с одноименным названием подробно исследовал элементарные творческие процессы, происходящие в голове ученика. Термин «продуктивное обучение» введен в работах М. Башмакова, Й. Шнайдера, И. Бём [1], в связи с изучением личностно-ориентированного подхода к обучению и социальной адаптацией выпускников школ.

Продуктивное обучение в данной статье будет рассматриваться как *обучение, направленное на достижение качественных*

сдвигов в понимании предмета, взаимообусловленное изменениями в структуре деятельности обучаемого. При этом рассматривается как учебная деятельность, так и деятельность, направленная на получение социально значимого результата (продукта).

СВОБОДА ОБУЧАЕМОГО



Концепция использования компьютерной поддержки продуктивного обучения строится нами на основе использования развитой информационной среды, обеспечивающей расширение познавательной свободы обучаемого.

Общепризнанно, что *понимание достигается, только если ученик самостоятельно адаптирует новую информацию к имеющейся системе знаний, причем делает это теми приемами, которые им «приняты»*, которым он доверяет. Эти приемы могут носить неформальный и даже неосознанный характер. Такой взгляд на обучение отражает концепцию конструктивизма, имеющую большое количество приверженцев среди психологов, занимающихся проблемами обучения [36].

Чем ограничивается свобода в традиционном обучении? Прежде всего, условиями, в которых происходит обучение. При групповом обучении свобода ученика возможна лишь в той степени, чтобы деятельность одного ученика не мешала деятельности другого. Эти внешние ограничения, конечно, не определяют непосредственно ограничения на интеллектуальную деятельность. Более того, опытные учителя могут использовать эти внешние ограничения для того, чтобы придать социальную значимость интеллектуальной деятельности, которая для отдельных детей может просто не существовать без внешней «подпитки» эмоциями.

Гораздо в большей степени *познавательная свобода ученика ограничивается квалификацией преподавателя*. Торжество

истины, которое должно быть основным критерием интеллектуальной свободы, по многим причинам зачастую не становится главным фактором, определяющим интеллектуальное взаимодействие учителя и ученика. Ученики стараются угадать, что надо ответить учителю, чтобы «было правильно». При этом часто оказывается, что эти условности выходят на первое место [8], а математика уходит на второй план. С таким «школярским» подходом к изучению математики многие годы борются сами математики. Они отстаивают очевидную на первый взгляд позицию, что материал школьной программы является лишь средством для того, чтобы ввести ученика в атмосферу, проблематику, эстетику математики, познакомиться их с плодотворными классическими идеями математики. Само же выучивание незначительного количества фактов, составляющих школьную программу, не имеет серьезного отношения к математике.

Заметим, что, вопреки этому, многие «новаторские» идеи изучения школьного курса математики сводятся именно к тому, как скорее выучить все перечисленные в программе теоремы и натренироваться в решении типовых задач. Поэтому так часто мы в качестве достижения слышим, что в такой-то школе у такого-то учителя всю программу по математике прошли за (два года, год, ..., два месяца и пр.).

Этот подход нашел отражение и в терминологии. Термин «успеваемость» означает, что важно выполнить задание *как можно быстрее*. Словом «стимул» древние называли палку, которой погоняли скот. А выражение «добиваться глубоких знаний» связывает обучение с военными действиями.

Такая система оценки результативности обучения математике неудивительна, ведь простых способов оценить «продуктивность» деятельности ученика пока нет. А каковы бы ни были способы оценки знаний по умению решать те или иные классы типовых задач или тестов, всегда найдется (до сих пор, по крайней мере, находился) способ «натаскать» ученика, заменив исходную многопараметрическую постановку целей обучения математике однопараметри-

ческой. Такой упрощенной целью может выступать цель «освоить материал программы», «подготовить к поступлению в вуз» или «подготовить к единому государственному экзамену».

На первый взгляд, выхода из этого замкнутого круга нет. Однако, если поставить во главу угла естественную потребность ребенка к интеллектуальной деятельности, то можно сосредоточиться на таких методах обучения математике, которые удовлетворяли бы эти потребности.

Потребности школьников к интеллектуальной деятельности проявляются, например, в самостоятельном составлении математических задач, причем не по заданию учителя, а по личной инициативе. Приведем несколько примеров из практики. Все они относятся к занятиям математического кружка.

Два третьеклассника, верно решивших задачу «выразите числа от 1 до 10 четырьмя «двойками», спрашивают, можно ли сделать то же самое четырьмя «тройками» и четырьмя «пятерками». При этом они добавляют, что у них некоторые числа не получились, и они хотели бы узнать, «не получилось, потому что мы не догадались, или потому что это невозможно». Помимо составления задачи с новыми числовыми данными, ребята поставили новый для себя вопрос о существовании решения.

Восьмиклассник решает задачу: впишите в угол треугольник наименьшего периметра, одна вершина которого совпадает с данной точкой, а две другие лежат на двух сторонах угла, по одной вершине на стороне. Он предполагает, что треугольник должен быть равносторонним, но доказать это пока не может. Тогда он начинает решать другую задачу – как вписать в угол равносторонний треугольник.

Эти случаи объединяет не только составление школьниками задач с новым условием по собственной инициативе, но и еще одно обстоятельство: ученики сознательно усложняют себе задачу, уже после того, как выполнили задание учителя, что говорит об их заинтересованности.

Какова же роль компьютера в решении этой проблемы?

Эта роль – объективизация указанной позиции. Иными словами, как-то надо *закрепить стандарт не только результатов обучения, но и самого процесса обучения*. Просто декларировать эту позицию мало,

так как держаться на ней учителям в сложившейся системе обучения объективно «невыгодно». Однако, если у учителя появится инструментарий, облегчающий ему достижение его целей (повторим, что речь идет о внутренне принятых учителем целях, которые могут быть нигде не декларированы, и даже не полностью осознаны) тем способом, который определен программной средой, учителю будет «выгодно» использовать компьютер. Характер же деятельности ученика будет определен характером компьютерной среды, которая поддается независимой экспертизе (отделенной во времени и пространстве, чего нельзя сказать об оценке деятельности самого учителя).

Каким же требованиям должна удовлетворять компьютерная среда, чтобы учитель мог достигать своих (принятых им как безусловных) целей?

Главное состоит в том, что *среда не должна навязывать учителю педагогических взглядов и методических вкусов*.

Заметим, что сейчас практически любая организация, создающая массовое учебное программное обеспечение убеждена, что владеет универсальной, уникальной и единственно правильной методикой обучения, которая, конечно же, намертво встраивается в программную среду.

Что же останется от программной среды, если не встраивать в нее модель обучения? Останется модель предмета. Останутся те закономерности, те объекты, те правила действий с объектами, которые характерны именно для этого предмета. Именно они и будут ограничителями интеллектуальной свободы учителя и ученика в процессе их взаимодействия.

Чем такая среда принципиально отличается от «информационного пространства» (термин, который активно эксплуатируется в связи с развитием интернета)? В случае информационного пространства речь идет о среде, которая моделирует наиболее общие механизмы обмена информацией (данными) и никак не претендует на адекватное моделирование сущностных понятий конкретного предмета. Предметная же среда «выращивается» из самого предмета, из

совокупности его фактов, идей, понятий, методов (можно предположить, что в перспективе средства, создаваемые для интернета, достигнут такого развития, что в их рамках будет легко создавать предметные среды, но пока этот процесс находится в самом начале [20]).

КАК УПРАВЛЯТЬ СВОБОДОЙ?

Как же управлять той свободой,



которую может предоставить предметная среда, но которая может оказаться пустой возможностью без методики использования этой свободы для управления учебным процессом?

Рассмотрим различные уровни такого управления.

Первый уровень – это *выбор и создание среды*. Несмотря на то, что моделируется один предмет, может существовать множество различных интерфейсов, то есть способов общения с этой моделью. Правильная разработка такого интерфейса – первая задача создания предметной среды. На самом деле, здесь приходится решать те же проблемы, что и при создании учебника:

- посредством каких инструментов (аналог обычного учебника – определений, теорем) структурировать предметную область;

- что нужно «закамуфлировать» – отдать на откуп вычислительным возможностям компьютера (аналог обычного учебника – спрятать в аксиоматику и определения);

- какие средства визуализации будут использоваться (аналог обычного учебника – рисунки),

- какие виды деятельности будут сопровождать работу с предметной средой (аналог обычного учебника – задачи и упражнения).

Заметим, что, несмотря на некоторую аналогию с созданием учебников, создание среды требует совсем других приемов [4]:

создание среды больше похоже на разработку правил игры, средств этой игры, внешних представлений объектов игры. Среда не подразумевает последовательного вербального изложения моделируемого ею предмета, но позволяет обнаружить те «аксиомы» и «теоремы», которые были бы написаны в соответствующем учебнике. Так же как учебник не гарантирует овладение учеником знаниями, в нем содержащимися, так и среда не гарантирует извлечение закономерностей, моделируемых этой средой, а только создает необходимые условия для этого.

Следующий уровень управления свободой – это управление ею в рамках имеющейся предметной среды. Управление здесь осуществляется через организацию деятельности ученика. Как можно управлять этой деятельностью?

Созданием манипуляторов – инструментов, произвольная деятельность с которыми концентрирует внимание на конкретных идеях (методах, понятиях) предмета. Если инструменты исходной среды только создают возможности для выявления закономерностей, *манипуляторы эти закономерности превращают в обязательную составляющую деятельности ученика и, некоторым образом, создают достаточные условия для овладения этой закономерностью [2].*

Если деятельности по созданию среды можно сопоставить написание учебников, то деятельности по созданию манипуляторов можно сопоставить создание дидактических материалов к учебнику.

Рассмотрим другую аналогию в создании и использовании манипуляторов.

Изложение математики может идти в двух направлениях. Первый путь – от базовых элементов к более сложным объектам (часто реализуемый подход). Другой путь – от сложно устроенных объектов к их структуре (такой подход реализуется, например, при изложении аксиоматического метода). Соответственно этому, кроме создания манипуляторов на основе базовых инструментов среды (что соответствует первому пути), можно изучать сами эти инструменты. На-

пример, можно попытаться разными способами избавиться от их избыточности (что, как правило, присуще любой среде), запретив использование тех или иных из них [19].

Наконец, третий уровень управления свободой – это *постановка перед учеником значимых для него учебных целей, то есть мотивирование его к целенаправленной деятельности в среде*. Аналогом этому можно считать систему упражнений к обычному учебнику.

Здесь можно рассмотреть тоже несколько уровней свободы ученика.

Первый, когда предоставляемая свобода максимальна. Это достигается, например, в проектной деятельности, когда сама *постановка цели осуществляется с участием учащегося*.

Второй, когда цель задана, но средства достижения не конкретизированы. Примером может служить задание на *конструирование объектов с заданными свойствами*.

Заметим, что такой деятельности трудно сопоставить какую-либо традиционную (можно вспомнить, например, задачи на построение «циркулем и линейкой», которые по разным причинам постепенно выпали из школьной программы, можно упомянуть и комбинаторику, которая за исключением типовых задач, тоже никак не вписывается в сложившуюся систему обучения математике).

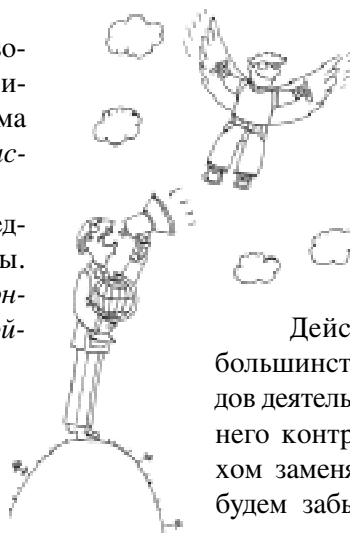
Третий, когда задана цель и средства ее достижения. В качестве примера рассмотрим *исследование заданных объектов по предложенному плану* [25].

Четвертый, когда задана цель, а средства достижения цели – инструментальная составляющая среды – сконструированы так, чтобы произвольные действия с ними вели к достижению цели. Например, *задания по манипуляторам, еще более сужающие возможную деятельность ученика*, и опирающиеся на парадигму технического мышления, в котором соединяются понятийные, образные и деятельностные компоненты [21], говоря проще ученик здесь «думает руками» [27].

Пятый, когда свобода ученика проявляется только в том, что он выполняет

все действия самостоятельно, но по жесткому плану. Пример – *лабораторные работы, которые могут быть основаны на конструировании, но главной их особенностью является используемая парадигма «делай как я»* [28, 29]. Аналогом здесь могут служить книги типа «Умелые руки», причем, без предметной среды использовать такой подход к обучению было невозможно.

КАК КОНТРОЛИРОВАТЬ ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ СВОБОДЫ?



Один из вариантов ответа на этот вопрос выглядит на первый взгляд парадоксально: можно не контролировать вообще.

Действительно, ведь в большинстве естественных видов деятельности человека внешнего контроля нет. Его с успехом заменяет самоконтроль (не будем забывать, что самоконтроль, в конечном счете, тоже обусловлен социальным характером деятельности человека). Почему же в школьном обучении так прочно воцарился контроль как чуть ли не главный элемент учебного процесса? Если отбросить организационную составляющую (хотя для педагогического процесса это сильное допущение), то контроль в школе получил такое распространение из-за отсутствия технологической поддержки самоконтроля. Ученик не знает, прав он или не прав, а если не прав – то почему не прав. Мы уже говорили выше, что считаем высшей степенью профессионализма учителя способность поставить во главу угла объективную истину и, тем самым, последовательно вести ученика к правильной самооценке.

Например, в тестах готовности к продолжению математического образования [3] использована следующая идея. За каждый верный ответ на вопрос ученик получает +1 балл, за каждый неверный –1 балл, а за ответ «не знаю» 0 баллов. Ответ «не знаю» вместо попытки уга-



Построение описанной окружности "наугад"

При перемещении вершин треугольника описанная окружность уже не будет описанной около треугольника.

В случае точного построения (центр как точка пересечения серединных перпендикуляров) окружность при перемещении вершин останется описанной около треугольника.

Рисунок 1.

дать ответ в данном случае говорит о рефлексии, об умении ученика осмыслить свои знания.

В то же время, объективных условий для этого в традиционном учебном процессе нет. Использование предметной модели легко решает эту задачу. Сама среда способна выявлять все внутренние противоречия в конструкции ученика, так как при наличии противоречий эта конструкция просто не может существовать в рамках данной модели. Появляется объективная основа для самоконтроля.

Этот принцип можно сформулировать так: «любая предметная среда обеспечивает естественный способ для верификации решения». Пояснить этот принцип можно так: все содержательные вопросы и задачи, предлагаемые ученику, имеют достаточную общность (именно это мы и называем закономерностями), а, значит, их можно проверить на конкретных примерах. В среде это можно сделать естественным способом (принцип «практика – критерий истины» здесь имеет уже не философское, а конкретно-методическое звучание).

Приведем несколько примеров.

В среде «The Geometer's Sketchpad» («Живая геометрия») для проверки некоторого построения достаточно «пошевелить» точки, определяющие построение, как неправильное построение сразу рассыплется (рисунок 1) [2].

В среде Verifier [19] происходит проверка ответа, содержащего параметры (предиката, в общем случае) на большом множестве примеров (как генерируемых программой, так и определяемых составителем по условиям задачи). Про-

тиворечащие условию примеры демонстрируются ученику с соответствующей иллюстрацией и комментариями (рисунок 2).

В системах тестирования математических задач, включаемых в олимпиады по программированию, ответ тестируется на наборе примеров [32].

Верификация является не просто удачным средством контроля в рамках предметной среды. Верификация – это естественный механизм, используемый человеком в любом акте общения, в том числе и при обучении. Действительно, любое суждение, любой диалог не являются дедуктивными выводами из системы знаний человека [33]. Суждения, которые так часто звучат в содержательном диалоге (а важность моделирования такого диалога уже сомнению не подвергается [22]), – это локальные реакции общения, содержащие в себе контекст вопроса. Следить за корректностью своих высказываний (за своей речью) в реальном времени можно только одним способом –

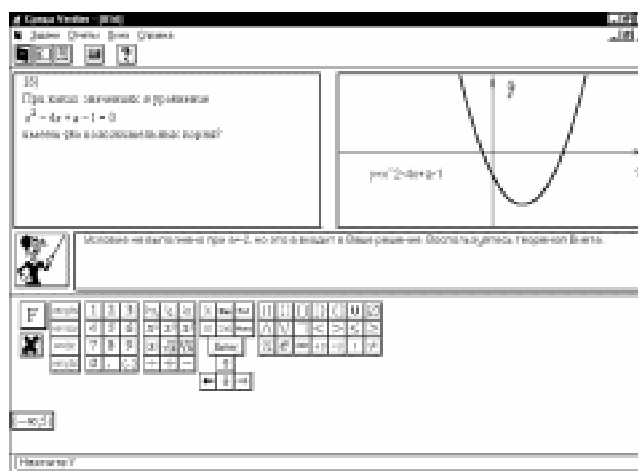
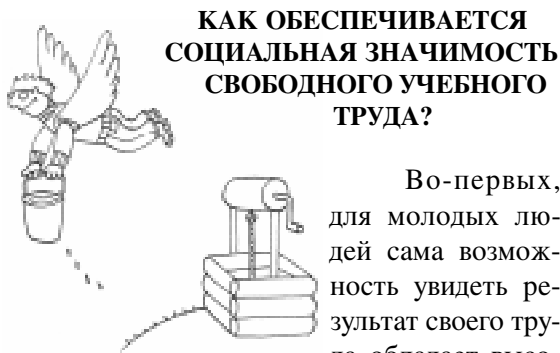


Рисунок 2.

оценивать свои суждения на небольшом наборе базовых знаний, а также путем конструирования (по ходу мыслей) примеров и контрпримеров. Именно эта психолого-педагогическая модель реализована в дидактической составляющей программной среды Verifier [19].

Интересно, что верификация может стать ключом, который открывает путь к более адекватной системе тестирования знаний. В статье [31] описана структура тестов готовности к продолжению образования, в которых ученику нужно самому верифицировать те или иные суждения об изученных в школьном курсе объектах.

В сборниках [9–18] приведены задачи, которые можно использовать как для обучения, так и для контроля знаний. Принципиальным является то, что ответ вводится в естественной форме (что является признаком работы в предметной среде), а реакция (либо оценка ответа) производится анализом частичных решений (то есть проверяются признаки, по которым можно оценить недостаточность, избыточность или противоречивость ответа).



КАК ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ СОЦИАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СВОБОДНОГО УЧЕБНОГО ТРУДА?

Во-первых, для молодых людей сама возможность увидеть результат своего труда обладает высокой социальной значимостью. Это создает сильную дополнительную мотивацию.

Одной из форм работы, направленной на поддержку профессионального становления с использованием идей продуктивного обучения, может быть учебная мастерская [1]. Представляет интерес сравнить дипломные работы студентов с работами, выполненными в мастерской. Если результатом работы является программное обеспечение, то в случае дипломной работы оно работает только один раз – на защите (когда его демонстрирует автор), в случае же мастерской программное обеспечение должно быть продук-

том, которое обязано правильно работать у любого пользователя. Поэтому дипломные проекты, как правило, идут в «корзину», а созданные в мастерской программы «поддерживаются» авторами, передаются следующим поколениям разработчиков, продолжают жить и приносить пользу потребителям и моральное удовлетворение создателям. Для школьников аналогичную роль играют проектные работы по сравнению с традиционными контрольными и рефератами.

Во-вторых, установка ученика на получение социально значимого результата (продукта), обязательно приводит к качественным сдвигам в понимании предмета. Этот феномен соединяет воедино такие разные, на первый взгляд, точки зрения на продуктивное обучение, как создание внутреннего мыслительного аппарата ученика и как обучение, нацеленное на создание внешнего (материального или информационного) продукта.

При планировании будущего результата своего труда человек часто задумывается о том, как это сделать лучше, в отличие от многих учебных заданий, о которых после выполнения и успешной сдачи часто забывают. В социально значимой работе важно осознание необходимости этой работы, осознание своих возможностей. Появляется ответственность за порученное дело.

Еще один пример, показывающий отношение к результативной работе. По итогам педагогического эксперимента, который проводился в течение полугода в одной школе, было проведено анкетирование. По отношению к математике на компьютере мнения школьников разделились примерно 50 на 50 процентов, но ответ на вопрос «Хотели бы вы составлять задания для других школьников?» во всех без исключения анкетах был положительным! Это означает, что *конструктивная работа, результат которой можно применить на практике, интересует ребят гораздо больше, чем просто освоение нового материала.*

Полезно обратить внимание на механизмы мотивации при взаимодействии ученика с компьютерными играми [7].

Во взаимодействии с игрой у человека имеется понятная цель и набор средств для ее достижения. Использование этих средств постоянно визуально контролируется

ется и корректируется. Предлагаемая ситуация постепенно усложняется, но ровно настолько, чтобы можно было достичь ее, используя наработанные на предыдущих уровнях навыки. Игрой обмениваются, ставят рекорды и сравнивают результаты.

Если отбросить игровую фабулу, мы получим различные мотивы деятельности в предметной среде и описание приемов мотивирования учеников. В целом, *социальная значимость деятельности в предметной среде определяется тем, какие взаимодействия людей она опосредует и насколько это важно для данного ученика.*

ЧТО СЛЕДУЕТ ОЖИДАТЬ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДМЕТНЫХ СРЕД?



Прежде всего, заметим, что *в основе среды лежит набор инструментов.* Обучение – социальный процесс [6]. В процессе обучения человек использует внешний мир «как орудие для управления собственным мышлением». Такую роль играет и язык общения, и учитель, как человек обладающий определенной системой знаний, и предметы окружающего мира. Этот важный тезис Выготского мы считаем главным в оценке роли компьютера в обучении. Таким образом, главным критерием эффективности предметной среды для поддержки предметного обучения будет то, насколько инструменты этой среды могут использоваться учеником в роли орудий управления своим мышлением.

Как сделать, чтобы компьютерный инструмент служил орудием, и посредством него обучаемый управлял своим мышлением?

Здесь следует обратить внимание на механизм интериоризации [23], то есть пе-

ревод во внутренний план действий, осуществляемых над предметами внешнего мира. *Проектируя манипуляторы, мы определяем возможные действия с объектами среды, тем самым, мы можем и оценить, какие интеллектуальные механизмы могут возникнуть в результате сворачивания (перевода во внутренний план) этих действий* [35].

Следует отметить, что пока не разработаны методы создания условий, гарантирующих интериоризацию тех или иных действий. Тем не менее, возможность соединения в среде понятийных, образных и действительных компонентов изучаемых объектов позволяет утверждать, что именно предметная модель является необходимым условием интериоризации. Этот принцип позволяет сделать следующий вывод: *произвольная деятельность в среде является средством пропедевтики тех понятий, которые моделирует эта среда.* Это означает, что деятельность в среде ведет к спонтанному «возникновению» в голове учеников тех или иных важных для изучаемого предмета обобщений [26].

Таким образом, предметная модель среды позволяет вывести вполне важные мыслительные операции, являющиеся целью обучения математике. Появляется возможность организовать труд ученика так, чтобы он «думал руками». Механизмы интериоризации обеспечивают адекватное усвоение этих понятий.

Продуктивное обучение предполагает концентрацию внимания преподавателя на творческой составляющей ученического труда. Наиболее детально эти вопросы рассматривает теория проблемного обучения, изучающая условия, при которых у человека происходит озарение, творческий акт, и он адаптируется к новой для себя ситуации (в том числе, овладевает принципиально новым знанием) [24]. В основе теории лежит понятие проблемной ситуации, которая возникает как результат противоречия между прогнозируемым на основе известных знаний результатом (обычно это происходит подсознательно) и наблюдаемым фактом.

Если перенести этот принцип в рамки предметной модели, то получим следующий принцип использования компьютера в продуктивном обучении: *эффективного использования предметной среды следует ожидать тогда, когда в процессе взаимодействия с ней ученик обнаруживает закономерности, которые не являлись для него очевидными до эксперимента.*

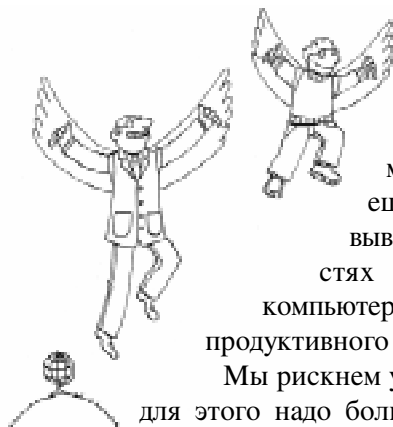
Некоторые математические сюжеты стали доступны для объяснения только с появлением инструмента. Применение инструмента в таких ситуациях приводит к новой предметной интуиции.

Пример. Задача о кратчайшей сети дорог.

Даны несколько точек на плоскости, и требуется соединить их сетью отрезков, чтобы из каждой точки по отрезкам можно было попасть в каждую. Сумма длин отрезков должна быть как можно меньше.

Например, для вершин прямоугольного треугольника напрашивающийся ответ «объединение катетов» не будет оптимальным. Достаточно посмотреть на то, как меняются лица у школьников во время компьютерного эксперимента по этой задаче, чтобы понять роль эксперимента в геометрии. Обратите внимание на то, что многие интересные геометрические задачи, основанные на выдвигании гипотезы (задачи на максимум и минимум, на геометрическое место точек), ранее были мало представлены в школьной программе в первую очередь потому, что *проверка гипотезы была технически невозможна.* Таким образом, применение компьютерных инструментов в образовании может повлиять не только на методы преподавания, но и на содержание школьной программы.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТРУДА УЧИТЕЛЯ ИЛИ УЧЕНИКА?



На основе вышеизложенного можно сделать еще один важный вывод об особенностях использования компьютера в организации продуктивного обучения.

Мы рискуем утверждать, что для этого надо больше заботиться

об информатизации труда ученика, чем учителя. Действительно, информатизация труда учителя подразумевает сложившуюся структуру взаимодействия в рамках традиционного учебного процесса. Информационная среда традиционного учебного процесса существенно опирается на информационную среду с большим весом репродуктивного обучения. Таким образом, *прямая поддержка учителя подразумевает поддержку репродуктивной деятельности ученика.*

Например, много говорится об электронном классном журнале, электронном контроле знаний, электронном конспекте. Но в описанном выше подходе все это уходит на второй и третий план – учителю об этом вообще не надо заботиться. Все это функции, привнесенные конкретной организацией учебного процесса. Учитель же должен думать о содержании изучаемого предмета. Именно помочь думать об этом и должна предметная среда обучения.

Примером того, как удачная предметная среда влияет на творчество учителя, может служить появление совершенно иных постановок задач [34].

ЧТО МЕНЯЕТСЯ В СТРУКТУРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНИКА?

Полученные нами результаты эксперимента показали любопытные изменения в структуре деятельности и мотивации школьников при занятиях математикой.

Наличие предметной среды порождает содержательную инициативную деятельность учеников. Например, при решении задач в предметной среде ученики порой обнаруживают, что их решение ошибочно (при традиционном способе обучения такая самопроверка невозможна). И тогда, вместо продолжения решения исходных задач, учени-



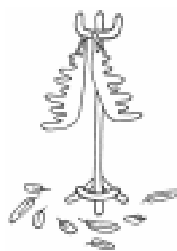
ки придумывают новые, так чтобы их решение становилось правильным.

В традиционных условиях обучения у школьника гораздо меньше возможностей проверить, правильную ли задачу он придумал, поэтому такой вид инициативной деятельности проявился только в условиях работы с предметной средой.

Изучив предложенные манипуляторы, ученики с удовольствием и по своей инициативе создают свои, приспособивая их к своим вкусам и «понятиям», чтобы они были «удобнее», «красивее», «лучше». Таким образом, свобода здесь выступает двигателем ученической активности: как только ученики чувствуют, что могут сравниться с преподавателем, сделав свой, возможно лучший вариант, задачи. Манипулятор здесь опосредует взаимодействие ученика с учителем, причем вряд ли многие ученики решились бы «сразиться» с учителем напрямую, а в опосредованной среде форме это делают многие.

Литература.

1. Теория и практика продуктивного обучения (под. ред. М.И. Башмакова). М.: Народное образование, 2000.
2. Башмаков М.И., Поздняков С.Н., Резник Н.А. Информационная среда обучения. СПб.: Свет, 1995.
3. Бородин Д.В., Иванов С.Г., Рыжик В.И. Тесты готовности к продолжению математического образования. СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 2002.
4. Бутиков Е.И. Роль моделирования в обучении физике // Компьютерные инструменты в образовании, 2002, № 5.
5. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М.: Прогресс, 1987.
6. Выготский Л.С. Орудие и знак в развитии ребенка // Собр. соч. Т. 6. М.: Педагогика, 1984.
7. Грановская Р.М. Развитие ребенка и компьютерные игры. // Компьютерные инструменты в образовании, 1998, № 3/4.
8. Дьедонне Ж. Линейная алгебра и элементарная геометрия. М.: Наука, 1972.
9. Иванов С.Г. Нестандартные задачи по алгебре. 5–7 класс. – СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 1999.
- 10–18. Иванов С.Г. Сборники задач по традиционной школьной программе в среде Verifier. (7 класс (в 2 частях), 8 класс (в 2 частях), 9 класс, 10–11 класс (в 4 частях)). СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 1996–1997.
19. Иванов С.Г. Работа на уроках математики со средой Verifier // Компьютерные инструменты в образовании, 1998, № 1.
20. Кристиан В., Беллони М., Дэнси М., Кох А. Физлеты и интерактивные учебные материалы // Компьютерные инструменты в образовании, 2003, № 5.
21. Кудрявцев Т.В. Развитие технического мышления учащихся. М.: Высшая школа, 1964.
22. Левинская М.А. Применение экспертной системы для традиционной проверки знаний // Компьютерные инструменты в образовании, 2003, № 3.
23. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность, Избранные психологические произведения. Т. II. М.: Педагогика, 1983.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформулированные выше принципы, конечно, не исчерпывают проблемы использования компьютера в продуктивном обучении, однако авторы полагают, что данная статья дает новые аргументы «за» и «против» в дискуссии, нужен ли компьютер в предметном обучении и зачем. Мы считаем, что момент для более конкретных ответов на этот вопрос настал. В школах уже появилось и достаточно много компьютеров, и достаточно много программных средств обучения, однако практически нет учителей, которые хотят и могут по существу использовать компьютер на своих предметах.

Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда.

24. *Махмутов М.И.* Организация проблемного обучения в школе. Книга для учителей. М.: Просвещение, 1977.
25. *Назаров М.М.* Экспериментальные олимпиады по математике // Сб. статей УМО по математике КГПИ. Киев: Изд. КГПИ им. Драгоманова, 1991.
26. *Пейперт С.* Переворот в сознании. Дети, компьютеры и плодотворные идеи: Пер. с англ. М.: Педагогика, 1989.
27. *Поздняков С.Н.* Геометрия в движении (с компьютерной поддержкой). СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 1995.
28. *Поздняков С.Н., Шустров Е.Б.* Геометрические измерения (с компьютерной поддержкой). СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 1996.
29. *Поздняков С.Н., Шустров Е.Б.* Геометрическая оптика (с компьютерной поддержкой). СПб.: ЦПО «Информатизация образования», 1997.
30. *Пойа Д.* Математическое открытие. М.: Наука, 1970.
31. *Рыжик В.И.* Интернет-тесты готовности к продолжению математического образования // Компьютерные инструменты в образовании, 2002, № 2.
32. *Станкевич А.С.* Разбор задач всемирного чемпионата по программированию 2003 года // Компьютерные инструменты в образовании, 2003, № 5.
33. *Фейнман Р.* Характер физических законов / Пер. с англ. 2-е изд., испр. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. (Библиотечка «Квант». Вып. 62).
34. *Храповицкий И.С.* Эвристический полигон для геометрии // Компьютерные инструменты в образовании, 2003, № 1.
35. *Шапиро С.И.* От алгоритмов – к суждениям: Эксперименты по обучению элементам математического мышления. М.: «Сов. радио», 1973.
36. *Erik F. Strommen.* Constructivism, Technology, and the Future of Classroom Learning. Children's Television Workshop Bruce Lincoln, Bank Street College of Education, 1992.

*Иванов Сергей Георгиевич,
сотрудник лаборатории
продуктивного обучения ИОСО РАО,*

*Поздняков Сергей Николаевич,
профессор кафедры высшей
математики № 2 СПбГЭТУ.*



Наши авторы, 2003.
Our authors, 2003.