

## **О систематизации учебных компьютерных средств**

Б.Х. Кривицкий

кафедра педагогики, психологии и методики преподавания в высшей школе  
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[bkriv@cs.msu.su](mailto:bkriv@cs.msu.su)

### **АННОТАЦИЯ**

Предложен подход к систематизации учебных компьютерных средств. Описана структурная схема процесса управления познавательной деятельностью и в качестве примера, иллюстрирующего данный подход, рассмотрена систематизация обучающих компьютерных средств применительно к самостоятельной работе учащегося. Кратко обсуждаются вопросы терминологии в области компьютерных средств обучения.

### **Ключевые слова**

Обучение компьютерное, систематизация, терминология, средства обучения.

### **Введение**

Рынок наполнен огромным количеством разнообразных компьютерных программ учебного назначения, которые обычно именуют общим термином «обучающие программы». Между тем, до сих пор не установилась ни классификация компьютерных программ (средств) учебного назначения, ни терминология. Иногда приходится наблюдать, что совершенно разнородные по дидактическому назначению и выполнению средства учебного назначения относят к одной и той же категории, а между специалистами, работающими в области программирования учебных компьютерных средств (УКС) нет единого понимания дидактического назначения разрабатываемых программ. Часто средства, предназначенные для иллюстрации явлений, процессов, законов, относят к обучающим; нет четкого представления, какую дидактическую задачу выполняет то или иное УКС.

Систематизация УКС и терминологическая работа становятся совершенно необходимыми. Это относится также к англоязычным компьютерным программам и терминологии. Например, в английском языке для таких программ (систем) используются несколько терминов: Computer Aided Instruction, Computer Based Instruction, Computer Aided Learning, Computer Based Learning, Computer Assisted Learning, причем грань, позволяющая отличить одно из этих средств от другого, размыта, и однозначно трудно установить к какому классу относится та или иная реальная компьютерная программа.

В предлагаемой статье делается одна из первых попыток предложить некоторую систематизацию учебных компьютерных средств (УКС) и затронут вопрос терминологии. Я осознаю, что вопросы терминологии и систематизации (не говоря уже о классификации) относятся к наиболее дискуссионным и даже спорным. Первый опыт систематизации (не рискую говорить – классификации) не может быть совершенным, но, тем не менее, я рискую выступить с некоторыми предложениями и пригласить к дискуссии, хотя сам ощущаю некоторое несовершенство сделанных ниже предложений. Дополнительным оправданием моих предложений является благоприятное отношение к ним преподавателей всех специальностей, проходящих повышение квалификации в МГУ, которым я читаю небольшой обзорный курс лекций «Учебные компьютерные средства в вузе».

## 1. Структурная схема обучения

Выбор системообразующих (или системных) признаков неоднозначен. Из множества возможных признаков основными будут те, которые базируются на назначении программных средств, – обучении. Поэтому вначале требуется обсудить вопрос о сущности процесса обучения. Понятие «обучение» имеет широкий смысл. Поэтому следует уточнить, какой смысл вкладывается в это понятие при рассмотрении вопроса систематизации. В принимаемой далее трактовке под обучением будет пониматься специально организованный учебный процесс, который реализуется в некотором учебном заведении: школе, техникуме, вузе или происходит в виде самообучения. Далее важно также уточнить, как трактовать обучение. Понятие «обучение», вообще говоря, имеет более широкий смысл, чем принято здесь. Важно, далее, уточнить, как трактовать процесс обучения. Не углубляясь в современные теории обучения, отмечу, что современная педагогическая наука трактует обучение как процесс управления усвоением знаний, управления познавательной деятельностью учащихся. Он реализуется в замкнутой системе управления и обладает всеми характерными особенностями системы управления: имеет цель обучения, объект управления (в качестве которого выступает учащиеся), звено управления (или управляющую часть), где вырабатываются управляющие воздействия, поступающие к объекту управления, и канал обратной передачи. В качестве управляющей части может выступать преподаватель (наставник) или компьютер с заложенной в него обучающей программой. Преподаватель в процессе обучения выступает как кибернет, организующий функционирование системы управления, в частности, олицетворяющий ее управляющее звено. Все это иллюстрировать структурной схемой (рис.1), процессы в которой можно описать в терминах, относящихся к действию систем управления.

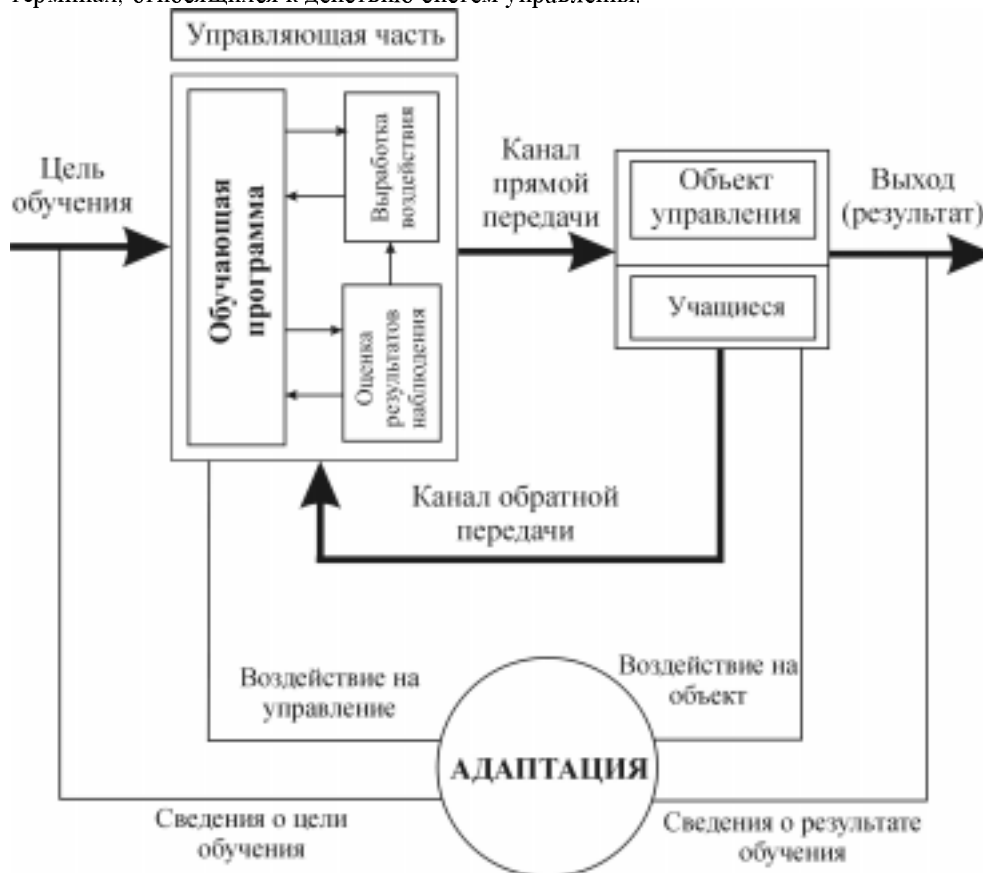


Рисунок 1. Структурная схема

Известный формализм этой структурной схемы вполне приемлем, если пользоваться ею в определенных рамках упрощения, и не требовать от схемы трактовки тех особенностей процесса обучения, которые обусловлены свойствами участвующих в нем объектами, – живыми людьми, со всеми свойственными людям особенностями поведения и характеров. Понятно, что умственная деятельность

человека не поддается описанию никакой четко и определенно измеримой системой параметров. Даже такой важный параметр, как выход (результат обучения), не поддается характеристике однозначно трактуемыми и измеряемыми величинами, не говоря уже об адекватном описании учебного состояния объекта управления и управляющего обучением преподавателя. Полезно заметить, что, несмотря на неоспоримое несовершенство реального учебного процесса, описывающая его система управления является адаптивной, и в рационально организованном учебном процессе всегда в той или иной степени выражена адаптация. Канал адаптации обозначен как некоторый блок, имеющий два входа, на которые поступают сведения о цели обучения (вход системы) и о результатах обучения (выход системы) и два выхода. На основе априори принятого критерия (числового, описательного, умозрительного) в этом блоке вырабатываются воздействия, изменяющие параметры (характеристики, свойства) как управляющей части, так и объекта управления. В первом случае могут совершенствоваться методика постановки курса, например, путем введения компьютерных средств обучения, создаваться новые учебные пособия и т.п. Во втором — воздействия касаются мер, повышающих мотивацию учения, организация НИР студентов, другие меры воздействия на мотивацию учения студентов.

Не буду касаться ограничений, характерных для принятого описания: они очевидны. Но такое представление очень полезно и даже необходимо для решения поставленной задачи выбора системных признаков и (в некоторой степени) терминологии.

Отмечу, что по прямому каналу передачи поступает не только фактологическая (предметная) информация, подлежащая усвоению, но и дополнительная информация, предназначенная для правильной организации самого процесса управления. Например, в современной теории поэтапного усвоения знаний, такой информацией можно считать ориентировочную основу действий, без использования которой процесс усвоения знаний нельзя считать эффективным. В процессе обучения, который реализуется в результате циркуляции информации по замкнутому контуру, канал обратной передачи выполняет педагогические функции коррекции: корректирующая информация поступает на блок оценки, а оттуда — на блок выработки текущих решений по управлению. Конечно, канал обратной передачи может выполнять также функции педагогического контроля, когда он действует самостоятельно и отсрочено во времени. Такой «частичный» процесс, когда имеет место фактическое размыкание цикла управления, не следует называть обучением, равно как отсроченная посылка информации по прямому каналу при отсутствии замыкания цикла не может трактоваться как обучение: это процесс предъявления информации.

Дальнейшее обсуждение особенностей принятой трактовки обучения и описывающей обучение схемы выходит за рамки поставленной задачи, но позволяет правильно подойти к систематизации КСО. Он также в некоторой степени способствует правильной выработке терминологии. Так общеизвестно, что контролирующие программы часто трактуются как обучающие, хотя при их использовании замыкания цикла управления нет, и контроль сам по себе нельзя считать обучением. Это только часть (составляющая) процесса обучения, понимаемого не в расширительной трактовке слова. Аналогично обстоит дело с предъявлением информации.

Замечу (и это важно), что наряду с внешним циклом, всегда существует «малый», внутренний цикл, когда процесс замыкания реализуется самим учащимся, без выхода во внешний цикл. Требуется обдумывание воспринимаемой учеником информации, которое происходит путем внутренней постановки вопросов и ответов на них, что всегда имеет место. Без этого процесса усвоения знаний нет. Непрерывное взаимодействие обоих циклов — неперенная особенность обучения. Не входя в обсуждение этого взаимодействия, замечу, что чем лучше организован внутренний цикл, тем эффективнее обучение. Известно, что многие преподаватели придают огромное значение научению правильной организации внутреннего цикла (обучению умению учиться) и считают это обязательным в деятельности преподавателя.

Обсуждение принятой трактовки и структурной схемы выходит за рамки поставленной задачи. Она нужна как для обсуждения системообразующих (или,

проще, системных) признаков, так и для уточнения бытующих терминов и уточнения терминологии.

Удобно иметь обобщающий термин, характеризующий любые компьютерные средства, используемые в учебных целях. В качестве такового можно считать приемлемым термин «Учебные компьютерные средства (системы, программы)» или «Компьютерные учебные средства (системы, программы)». Можно говорить также об учебных компьютерных комплексах, имея в виду большие системы, с помощью которых можно реализовать большой перечень учебных целей.

Наибольшие трудности вызывает выбор термина для обозначения компьютерных средств, обеспечивающих весь замкнутый цикл управления. Можно предложить именовать их «Компьютерные средства управления обучением». Однако такой термин, хотя подходит по смыслу, громоздок, да и не очень точен. Термин «Обучающие компьютерные средства» (или, еще проще, обучающие программы) короче и удобнее, широко распространен, но он неточен в семантическом отношении: программы (системы) не обучают, а лишь используются для обучения. В термине ощущается некоторое «господство» системы (компьютера) над личностью, что, конечно, не украшает человека. Не очень хороши лексически близкие по значению термины «Программы для обучения» или «Программы обучения». Однако до замены более удобным, следует согласиться с термином «Обучающие программы», тем более что термин получил очень широкое распространение. Конечно, термин не следует применять ни к контролирующим средствам, ни к информационным, а к компьютерным моделям его можно отнести с известными оговорками.

## 2. Подходы к систематизации

Из рассмотрения структурной схемы вытекает, что в качестве базовых следует принять два подхода к систематизации УКС. В первом основой деления является «вид учебной деятельности», во втором – педагогическое (лучше – дидактическое) назначение. Соответственно, все УКС с точки зрения видов учебной деятельности можно разделить на два типа. Это а) средства, предназначенные для групповой (аудиторной) работы и б) средства для самостоятельной работы. Первый из этих типов них относится к работе по внешнему циклу, второй – по внутреннему циклу. Фактически, УКС первого типа можно отнести к средствам, которые используются в разных видах аудиторных учебных занятий. Второго – к средствам самостоятельной работы, включая дистанционное обучение.

С точки зрения дидактического назначения все УКС можно разделить на три типа: а) информационные, обеспечивающие прямой канал передачи, б) контролирующие, обеспечивающие обратный канал передачи и в) обучающие, обеспечивающие замкнутый цикл управления.

В рамках каждого подхода можно произвести систематизацию УКС по признакам, которые для каждого из подходов могут быть свои. Какой из подходов принять и определяется тем, какие задачи решаются при систематизации УКС. Естественно, что средства, имеющие одно и то же дидактическое назначение, могут использоваться в разных видах учебной деятельности, равно как в одном и том же виде учебной деятельности используются средства различного дидактического назначения.

Для каждого из двух подходов применяются системные признаки более низких категорий: в пределах каждого класса существует большое число видов УКС различного назначения, которые можно делить, используя дополнительные системные признаки. Их перечень зависит от решаемых дидактических задач и учебно-методические особенности построения программных средств.

В настоящее время появляются такие новые подходы к обучению и такие отвечающие им комплексы, которые предполагают использование как при самостоятельной, так и групповой учебной работе (см., например, [Евгеньев Г. и др., 1998]). Это означает, что принятые подходы для таких комплексов как бы сливаются, и различия подходов для них становятся неактуальными.

Дидактические задачи, которые ставятся при обучении, многочисленны и разнообразны; они зависят от видов занятий, особенностей компьютерных средств и

их совершенства (здесь наблюдается важный феномен обратного влияния средства на цели), подготовленности преподавателя к использованию компьютерных учебных средств, умения преподавателя ими пользоваться и т.д.

К понятию особенности программных средств относятся: способ исполнения средств (компьютерные модели, инструментальные, программные оболочки, коммерческие «обучающие» программы, пакеты прикладных программ общего назначения и др.). Сюда же следует отнести, какие программные возможности использованы при выполнении программы: анимация, мультимедиа, гипертекст и т.п. По этому признаку можно также делить и средства самостоятельной работы.

Для вуза характерны многочисленные виды аудиторных занятий. На лекциях используются средства, совершенствующие прямой канал передачи (простые иллюстрации, компьютерные модели); при допуске к лабораторным занятиям – средства текущего контроля; на занятиях в лаборатории – программы статистической обработки результатов наблюдений, моделирующие программы и др.; при поведении учебных деловых игр – разнообразные компьютерные средства учебного назначения и т.д. Каждое из них обеспечивает: прямой канал передачи, канал обратной передачи (контроля) или весь замкнутый внешний цикл управления.

Не будет преувеличением считать, что наиболее важными для вузовской практики являются средства самостоятельной работы, в том числе такие, которые специально подготовлены для обеспечения выполнения курсовых и дипломных работ (проектов).

### **3. Средства самостоятельной работы**

В качестве примера полезности описанной систематизации учебных компьютерных средств приведу рассмотрение, относящееся к средствам самостоятельной работы. Здесь выделю только те, которые обеспечивают замкнутый цикл управления, т.е. по принятой терминологии, обучающие программы. Конечно, приведенное ниже рассмотрение не претендует на полноту и, тем более, на анализ дидактических свойств программного обеспечения, а служит иллюстрацией полезности принятого подхода к систематизации.

1) Компьютерные учебники. Эти средства должны выполнять известные дидактические функции учебника, но обладают дополнительными возможностями, предоставляемыми современными компьютерными технологиями. Оставлю в стороне вопрос о том, насколько важны сейчас компьютерные учебники, хотя не воздержусь от замечания: имеются определенные неудобства их практического применения с довольно спорным расширением возможности получения новых дидактических результатов.

Сейчас можно считать установившейся структуру такого учебника. При всех несомненных достоинствах, заключенных в возможностях более наглядного предъявления информации, применения гиперссылок и более совершенной системы самоконтроля, очевидны и объективные недостатки. Учебник – базовое учебное средство, которым студент должен иметь пользоваться в любых условиях, в том числе, когда нет доступа к компьютеру. Компьютерный учебник ограничивает свободу работы в любых условиях, в любой момент и в любом месте, – можно сказать, утрачивается универсальность обращения к нему. Далее, неудобно листать учебник и считывать длинные тексты с экрана монитора. Пользователь видит только очень малую часть текста через небольшое окно экрана, а переход к другим частям требует прокрутки и поиска нужного места в тексте.

Имеются специфические трудности создания учебника. Здесь возникают дополнительные особенности, связанные с разработкой и вводом иллюстративного материала, когда необходимо обращаться за помощью к специалистам по организации и исполнению компьютерной графики. Привлекает возможность обновления материала учебника. Но она во многом является иллюзорной: после того, как учебник выпущен вносить в него изменения достаточно сложно, поскольку он существует в многочисленных копиях у пользователей, тем более, обновление невозможно, если учебник издан в виде компакт-диска.

Хочу заметить, что есть более актуальные, на мой взгляд, проблемы создания компьютерных учебных материалов или компьютерных учебных курсов. Последний

термин не определен выше. Он несколько шире термина «Обучающая программа», если под курсом понимать любую составную часть реального учебного курса (тему или группу тем, обеспечивающую работу по замкнутому циклу), оформленную в компьютерном варианте.

2) Коммерческие предметно ориентированные обучающие программы. Рынок сейчас заполнен предметно-ориентированными программами, которые создаются различными фирмами для коммерческого распространения. Программы можно разделить на две группы: а) Завершенные программы, исключающие всякий доступ к внесению изменений. Чаще всего программы этой группы ориентированы на обучение детей и на школьный уровень. б) Программы с возможностью частичного «внешнего вмешательства» со стороны преподавателя-пользователя с целью управления учебным материалом. Чаще всего это возможность отбора заданий (задач) и изменение последовательности изучения материала, а также свобода в выборе отдельных параметров. Иногда аналогичное вмешательство доступно студенту. Такие пособия привлекаются преподавателем для того, чтобы дать студенту возможность обрести навык работы с определенным учебным материалом и чаще всего применяются для тренинга. Есть еще одно полезное свойство этих программ: они как бы служат образцом научного уровня изложения того или иного учебного материала, что для некоторых вузов имеет немаловажное значение. Примером выполнения программ этого типа служит компакт-диск, описанный в [Сливина Н., 1997]. Недостаток – трудности обновления и ограничение в «приспособляемости» материала к нуждам конкретного вуза.

3). Электронные (компьютерные) модели. Сейчас электронные модели используются очень широко во всех науках. Основная дидактическая особенность работы студентов с моделью состоит в том, что при этом воспитываются навыки исследовательской деятельности, без чего немыслима эффективная работа будущего специалиста. Обучение с моделью воспитывает исследовательский подход к изучаемому явлению. Чаще всего модели – предметно ориентированы, хотя существуют некоторые универсальные модели широкого применения. Например, там, где явление можно адекватно описать системой уравнений, удобно создавать нужную структуру модели из готовых элементов (блоков), которые объединяются в разные системы. Часто модели представлены в виде завершенных компьютерных программ, позволяющим организовывать разнообразные экспериментальные исследования по той или иной тематике. Можно сослаться на опыт создания большого количества таких моделей на разных факультетах МГУ.

4) Специализированные компьютерные программы, разрабатываемые для обеспечения отдельных частей учебных курсов. Такие программы часто создаются для обеспечения лабораторных практикумов см., например, [Павлов Б.М. и др., 2000], но могут использоваться студентами как средство самостоятельной работы для более глубокой проработки трудных разделов курсов. Создание таких программ требует от преподавателя умения программировать самостоятельно или привлечение опытных программистов, действующих в тесном контакте с преподавателем.

4) Инструментальные средства для разработки предметно-ориентированных дидактических программ, среди которых особое значение следует придать автоматизированным системам обучения (АСО). Системы в своем развитии прошли довольно поучительную историю. Одно время их появление было большим шагом вперед по сравнению с первыми школьными системами обучения категории drill and practice. После увлечения АСО, работающими под управлением больших вычислительных машин с дисплейными классами, произошел закономерный переход к АСО, ориентированным на персональные компьютеры. Из первых таких АСО можно назвать системы Plato IV, САДКО, АОС ВУЗ, ЭКСТЕРН, ЭВОС. и др. Персональные ЭВМ оказались куда более пригодными для потребностей учебного процесса, особенно с учетом того, что разработанные на их основе АСО не требовали от создателей компьютерных учебных курсов (КУК) изучения специальных языков программирования, а заполнение программной оболочки АСО стало доступным преподавателю, имеющему начальные знания компьютерной техники. Было создано довольно много отечественных АСО (Наставник [Брусенцов Н.П. и др., 1990], Дельфин, АДОНИС, Радуга, УРОК, АКСОН и др., – см. [Кривицкий Б.Х., 1993]). Они ориентированы на то, что КУК (в том числе очень небольшие по охвату

материала) должны создаваться самими преподавателями при минимальном участии соавторов других специальностей (программистов, компьютерщиков, педагогов).

Учебно-методическое обеспечение АСО большинства из этих систем требует разработки детального пошагового сценария обучения, который реализуется инструментальными средствами программных оболочек этих систем. Граф сценария при этом должен «конструироваться» автором КУК. Этот процесс довольно утомительный и отчужден от привычной для преподавателя работы с учебным материалом. Чтобы упростить процесс разработки КУК была предложена технология создания КУК, при которой на основе «универсальных» редакторов (например, типа «Сценария» или УРОКа), посредник производил ввод КУК в компьютер по созданному преподавателем сценарию. В результате совместной творческой работы (иногда с участием профессионала-дидакта и/или психолога) можно создавать КУК, удовлетворяющие педагогические амбиции преподавателя. Такая технология предложена и разработана С.И. Кузнецовым и реализована на базе универсального редактора «Сценарий».

К другой группе АСО следует отнести такие, где алгоритм обучения задан системой, и преподаватель лишь заполняет программную оболочку, не заботясь о последовательности предъявления заданий. Такая система была первоначально реализована в МГУ в системе «Наставник» (авторская разработка Н.П. Брусенцова и сотрудников, – см. [Очков В., 1997]), а затем продолжена и развита применительно к персональным компьютерам в системе АКСОН.

Следует отметить, что одно время наблюдалось увлечение интеллектуальными системами обучения см., например, [Поспелов Г.С., 1998; Экспертные системы, 1987] и многие более поздние работы. Это направление продолжает довольно интенсивно развиваться и сейчас. Наиболее продвинутые системы выполнены в виде экспертных систем и реализованы как программные оболочки, слабо чувствительные к предметному содержанию КУК. Из отечественных систем следует упомянуть интеллектуальную систему Интелгьютор и оригинальную систему КОНУС, краткое описание которых можно найти в [Кривицкий Б.Х., 1993].

Не останавливаясь на сравнительном рассмотрении особенностей различных систем, отмечу, что практический успех системы во многом зависит от того, насколько она доступна и проста в смысле создания авторских курсов и возможностей для преподавателя-автора учебного курса реализовать свой творческий потенциал самостоятельно. Этот вопрос заслуживает отдельного рассмотрения и выходит за рамки поставленной задачи. Отмечу также, что с этой точки зрения экспертные системы явно проигрывают обычным системам, где это выполняется без особых трудностей. Сравнение обычных и интеллектуальных систем обучения открывает большую (и актуальную) группу дискуссионных проблем, к которым должно быть привлечено внимание преподавателей.

К сожалению, увлечение готовыми обучающими программами привело к некоторому забвению АСО, хотя перспективы у последних весьма основательны, и возврат интереса к АСО неизбежен.

5) Пакеты прикладных программ, привлекаемые для решения частных педагогических задач. Особо широкое применение в преподавании разных специальных дисциплин находят статистические, а также математические пакеты, особенно такие, как Matlab, Mathematica, Mathcad, Derive, Statistica, Stadia и многие другие. Ряд материалов по этой тематике периодически публикуются в журнале «Компьютер пресс» (см., например [Лобанова О., 1998; Морозов А., 1998; Очков В., 1997; Сливина Н. Фомин С., 1997]). Помимо педагогического использования, применение таких пакетов важно с точки зрения воспитания математической культуры выпускников вуза и знакомства с тем, какие профессиональные задачи могут решаться с привлечением таких пакетов.

Конечно, если преподаватель применяет аналогичные программы, то он сам должен их предварительно довольно детально изучить и научиться вычленять и приспособлять их части для решения педагогической задачи. Работа эта бывает подчас очень непростой, и требует от преподавателя напряженного труда. Но она весьма плодотворна и способствует повышению научного уровня преподавателя, не говоря уже об открывающихся перспективах ведения научных исследований.

б) Средства индивидуального обучения, заимствованные из Интернет. Предварительно преподаватель должен подобрать такие средства, опробовать их и

только потом рекомендовать студенту. Это создаст начальный толчок для привлечения внимания студентов к новым образовательным возможностям Интернет, которые значительно шире, чем изучение отдельных курсов. Рассмотрение этого вопроса заслуживает отдельного квалифицированного обсуждения и выходит за рамки обсуждаемых вопросов.

7) Компьютерные средства дистанционного обучения. Обычно они требуют комплексного использования многих из вышеперечисленных средств. Рассмотрение УКС этого назначения должно составить предмет отдельного рассмотрения.

Приведенный пример краткого анализа УКС для самостоятельной работы студентов свидетельствует о большом разнообразии УКС (в том числе и не упомянутым в обзоре средствам, не обеспечивающим замыкание цикла обучения) и позволяет провести дальнейшую систематизацию каждого из перечисленных средств. Так, например, АСО с точки зрения пользователя-преподавателя можно дополнительно разделить на системы со свободным конструированием алгоритма обучения и заданным самой системой (примеры УРОК и АКСОН соответственно), а в последнюю группу можно разделить на системы с простым и игровым алгоритмом. Число подчиненных системных признаков во многом зависит от постановки задачи. Так, те же АСО можно разделить на другие группы, например, по особенностям реализации программного обеспечения.

## Заключение

Систематизация – важная часть работы по использованию компьютерных средств в учебном процессе с целью его совершенствования. Она помогает полнее оценить дидактические возможности определенных средств и точнее осознать, когда, где и как открываются возможности увеличить эффективность учебной деятельности преподавателя. Более того, обращение к вопросам систематизации позволит лучше осознать перспективы практического применения компьютерных средств и привлечь внимание преподавателей к необходимости повышения психолого-педагогической культуры. Общение с преподавателями, повышающими квалификацию в МГУ, показывают, что это так.

Насколько известно, предложенная тема является в какой-то мере пионерской, и представляется, что она может служить предметом дискуссий по вопросам систематизации (а может быть и классификации) компьютерных средств учебного назначения.

## Литература

- [Брусенцов Н.П. и др., 1990] Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Х.Рамиль Альварес. Микрокомпьютерная система обучения «Наставник». Наука, М.: 1990.
- [Евгеньев Г. и др., 1998] Евгеньев Г., Савинов А., Савинов К. Гиперзнания – новая информационная технология в инженерном образовании. «Компьютер пресс», № 3, 1998 г. с. 277.
- [Кривицкий Б.Х., 1993] Компьютерные системы обучения. Вопросы дидактического программирования. № 1 (15). Под ред. Кривицкого Б.Х. Изд. ГПНТБ, «Знание», 1993.
- [Лобанова О., 1998] Лобанова О. Замечательная система Derive. «Компьютер пресс», № 3, 1998 г. с.216.
- [Моргунов Е.Б., 1994] Моргунов Е.Б. Человеческие факторы в компьютерных системах. «Тривла», М.: 1994.
- [Морозов А., 1998] Морозов А. Mathcad помогает учиться. «Компьютер пресс», № 3, 1998 г., с. 218.
- [Мякишев Ю. и др., 1998] Мякишев Ю., Морозов К. Компьютеры как инструмент изучения нелинейностей. «Компьютер пресс», № 3, 1998 г. с. 206.
- [Очков В., 1997] Очков В. Сказ про то, как Mathcad и Maple задачи решают. «Компьютер пресс», № 8, 1997 г. с. 88.
- [Сливина Н. Фомин С., 1997] Сливина Н., Фомин С. Компьютерное учебное пособие «Высшая математика для инженерных специальностей». «Компьютер пресс», № 8, 1997 г. с. 72.



**[Смирнов С.Д., 1995]** Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. М.: 1995.

**[Павлов Б.М. и др., 2000]** Павлов Б.М., Новиков М.В. Обучение счету на ПК. «Мир ПК», №2, 2000 г., с. 56.

**[Поспелов Г.С., 1998]** Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. «Наука», 1998.

**[Экспертные системы, 1987]** Экспертные системы. Принципы работы и примеры. М.: «Радио и связь», 1987.