

Процесс обучения в информационной среде

Башмаков Марк Иванович, академик РАО, директор Института продуктивного обучения СЗО РАО, профессор, доктор физико-математических наук.

Поздняков Сергей Николаевич, директор ЦПО «Информация образования», редактор журнала «Компьютерные инструменты в образовании», доктор педагогических наук, профессор СПбГЭТУ.

Резник Наталья Александровна, доктор педагогических наук, главный специалист Мурманского технического университета.

Взаимодействие ученика с информационной средой

Привычное понимание процесса обучения связано с абстрагированием его от другой деятельности человека: ученик приходит в школу учиться. Однако любой человек учится постоянно в процессе любой деятельности.

В связи с демократизацией образования, подразумевающей большую свободу ученика в рамках института, школы и резким увеличением потоков информации, необходимо пересмотреть взгляды на процесс обучения.

Для этого надо рассматривать процесс обучения как взаимодействие человека с окружающей информационной средой.

Способы взаимодействия со средой определяются самой структурой среды и действиями преподавателя, выделяющего из среды те или иные элементы и инициирующего взаимодействие обучаемого с ними.

Мы уже давали некоторую классификацию обучающих сред по различным признакам. Здесь мы рассмотрим психологические и дидактические характеристики обучения в каждой среде, разные компьютерные операционные среды, проанализируем взаимодействие с традиционными дидактическими средствами в условиях относительной свободы ученика.

Анализ взаимодействия ученика с традиционными дидактическими средствами

Цели дидактических средств — структурирование, сохранение и передача методического опыта, повышение технологичности преподавания, самоорганизация деятельности обучаемого.

В докомпьютерную эпоху не было удобных средств производства, хранения и передачи информации. Развитие дидактических средств осуществлялось через государственный выпуск технических средств и бумажных материалов (централизованное) и самостоятельную подготовку учителем дидактических материалов (локальное).

Первый путь страдает негибкостью, второй — неэкономичностью. Однако накоплен определённый опыт и можно предположить, что большинство информационных сред первой волны будет развивать именно эти идеи. Поэтому целесообразно проанализировать характер взаимодействия ученика с традиционными дидактическими средствами, очертить сферу влияния этих средств, уточнить 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 чаще всего в производственном обучении (некоторые из них — 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 обра-

ботки информации) — в информатике.

Работа с инструментом предполагает ознакомление с устройством инструмента и правилами пользования им, приобретение навыков содержательного использования инструмента.

Психологическая характеристика обучения с использованием инструментов такова:

- изучение, приведение в действие самостоятельно объекта, не зависящего от учителя;
- *приобретение навыков работы с инструментом расширяет сферу влияния человека, даёт ему новую свободу*, преимущества перед теми, кто не владеет инструментом;
- ученик обретает профессию и связанное с ней социальное положение.

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с инструментом?

При формировании новых знаний (с помощью психомоторных навыков) ученик перенимает (подражая) основные приёмы использования инструмента, в самопроизвольной деятельности открывает новые возможности инструмента и границы сферы его применения. Результаты обучения оцениваются по продуктивности (то есть способности использовать инструмент по назначению) и эффективности (рациональности) его применения.

Физическая модель

Физическая модель используется как в производственном, так и в фундаментальном обучении.

Работа с моделью предполагает ознакомление с функционированием на демонстрационных примерах; организацию лабораторных работ по изучению на модели основных свойств моделируемого объекта; самопроизвольную деятельность с моделью; исследование объекта посредством изучения модели для формирования концептуальных знаний о нём; изучение границ применения модели.

Психологическая характеристика обучения с использованием моделей такова:

- наличие наглядного объекта, доступного для непосредственного изучения, который отражает свойства недостижимого интересующего объекта;
- возможность самопроизвольной деятельности с имитационной моделью, постановки экспериментов, выдвижения и проверки гипотез;
- профессиональная направленность работы с моделью обеспечивает независимость ученика, уверенность его в своих силах.

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с моделью?

В зависимости от целей обучение может быть репродуктивным (лабораторные работы формируют навыки и умения работы с моделируемым объектом) или творческим (задания 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 предполагает воспроизводство предметной концепции посредством использования текста как системы опорных сигналов и самостоятельное изучение предмета.

Психологическая характеристика обучения с использованием учебных текстов такова:

- наличие высокой концентрации внимания при самостоятельном изучении вопроса по текстовому представлению знания;
- необходимо развитое абстрактное мышление для овладения знаниями в текстовом виде;

— *для того чтобы тексты могли быть опорными сигналами, они должны быть хорошо согласованы с тем, как и что говорит и делает учитель.*

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при ра-

боте с учебным текстом?

Если обучаемый работает с учебным текстом под руководством учителя, то текст играет вспомогательную роль опорных сигналов и ученик, глядя на него, рассказывает больше, чем содержит текст. Если же обучаемый работает с текстом самостоятельно, то текст имеет информационную функцию и формирование знаний осуществляется посредством механизма «расшифровки» текстовой информации, который должен быть к данному моменту сформирован у обучаемого. Результаты обучения оцениваются по тому, как функционирует механизм «расшифровки», воспринимаются знания и как обучаемый «думает над текстом», то есть находит связи с другими знаниями.

Упражнения

Упражнения связаны с репродуктивным способом обучения, исторически ориентированы на психомоторную деятельность, являются основой профессиональной подготовки. Долгое время они были главным инструментом передачи теоретических знаний и развития интеллекта обучаемого.

Работа с упражнениями предполагает предварительное знакомство с образцом и многократное повторение упражнения либо выполнение серии близких по содержанию упражнений.

Психологическая характеристика обучения с использованием упражнений такова:

— система упражнений ориентирована на рефлекторный подход к обучению; знание формируется как рефлекс, закрепляется и повторяется;

— при самостоятельном выполнении упражнений у обучаемого нет дополнительной свободы, так как неявно присутствует учитель, формирующий навыки по жёсткому алгоритму.

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при работе с упражнениями?

Результаты обучения оцениваются по сформированности умений и навыков. В среде упражнений невозможно проверить становление логического мышления, определить 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 обосновывается 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 предполагает, что после решения задачи обучаемый сравнивает решение с эталонным, оценивает рациональность и оригинальность своего решения, а также использует решение как учебный текст.

Психологическая характеристика обучения с использованием задач, решений, указаний такова:

— 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; если подобное происходит с решением, он «присваивает» имеющееся решение).*

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения при работе с задачами, решениями и указаниями?

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 проблемы, или укрупнённое её решение. Решение задачи, в отличие от выполнения упражнения, связано не с освоением конкретного алгоритма, а с овла-

дением своим интеллектом. Результаты обучения в этой среде оцениваются по тому, как ученик владеет навыками исследования.

Вопросы и примеры

Вопросы и примеры инициируют ученика к установлению внутренних связей в изучаемом предмете, обеспечивают ему полную ориентацию в нём.

Работа с вопросами предполагает поиск ответа посредством анализа учебного текста, к которому задан вопрос.

Психологическая характеристика использования вопросов в процессе обучения такова:

— по характеру воздействия на ученика вопрос близок к задаче, но если задача подразумевает многоэтапный поиск решения, то для ответа на вопрос нужен правильный выбор точки зрения;

— *правильно подобранные вопросы порождают проблемную ситуацию, мотивируют учащегося к анализу фактов, поискам аналогов и выдвижению гипотез.*

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в среде вопросов?

Вопросы — ответы являются основной структурой, в рамках которой происходит инициируемый ребёнком процесс получения информации от взрослых.

В процессе овладения умением задавать вопросы ребёнок осваивает приёмы структуризации информации и развивает логическое мышление.

Словари и энциклопедии также используют структуру вопрос — ответ для представления информации.

Вопросы являются основным инструментом оценки знаний на устных экзаменах. При подготовке к экзаменам обычно используется форма 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 такова:

— несмотря на многовариантность путей изучения пособия, процесс работы ученика жёстко 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 побуждает ученика к экспериментам, не имеющим содержательной цели; иными словами, самостоятельность ученика не только не планируется, но даже запрещается.

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 (быстрая мо-

билизация интеллектуальных ресурсов, воспитание 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 ребёнка быстро ориентироваться в окружающей обстановке, быть собранным, внимательным в течение короткого интервала времени.

Психологическая характеристика работы учащегося такова:

— регулярное проведение таких работ формирует у обучаемого механизмы управления собственным вниманием;

— *выполнение таких работ в классе привносит в процесс спортивный азарт и соревновательность («кто скорее?», «кто больше успеет?»);*

— *простота работы обеспечивает её успешное выполнение, которое порождает у обучаемого уверенность, снимает скованность, уменьшает тревожность.*

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения?

Возможности использования среды для формирования знаний минимальны. Логично говорить только об элементарных реакциях на уровне рефлексов. С точки зрения оценки результатов обучения можно проверить только простейшие навыки, но не содержательные умения, не концептуальные знания.

Контрольные работы

Являются наиболее традиционным способом проверки знаний. Обычно планируются на урок и содержат типовые задания, отражающие проектируемые результаты обучения.

Работа ученика в процессе выполнения контрольной работы подчинена жёсткому плану и точно дозирована: задания должны быть решены и оформлены по некоторому стандарту. Результаты контрольных работ фиксируются преподавателем и учитываются при подведении итогов изучения курса.

Психологическая характеристика использования в обучении контрольных работ такова: 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 счёте отметки в дипломе и тем самым социальную оценку обучаемого.

Выполнение контрольной работы — большая психологическая нагрузка для 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 жёстким контролем сверху. При этом существует много обходных «стратегий» (списывание, «натаскивание»), позволяющих успешно писать контрольные при явно недостаточных знаниях.

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе выполнения контрольных работ?

Сложившаяся система контрольных работ инициирует два процесса различной ориентации: положительный и отрицательный.

Положительный процесс — ориентация обучения на конкретные, осознанно достижимые 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, особенно для учеников младшего возраста.

Работа ученика с наглядным материалом достаточно сложна. Даже процесс «простого

рассматривания» состоит из идентификации образов, их упорядочивания, сравнения. «Называние» образов учителем обуславливает извлечение или создание некоторого фрейма, представляющего «смысл» этого образа.

Психологическая характеристика использования наглядных пособий такова:

— *использование наглядных пособий базируется на механизмах визуального мышления, постоянно применяемых 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 определённую 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 (например, различные виды географических карт).

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе использования наглядных пособий?

Существенной особенностью наглядных пособий является их потенциальная возможность инициировать спонтанное формирование новых знаний в процессе свободной деятельности обучаемого, а также их целенаправленное применение 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.

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, такова:

- *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 диалога), затем предъявляет факт, противоречащий этим знаниям. Возникшее противоречие стимулирует теоретическое мышление обучаемых, после чего формулируется новая концепция, устраняющая противоречие (в форме монолога учителя или в диалоге).

Некоторая самостоятельность ученика возможна при формулировке путей устранения противоречия.

Представляет интерес пример систематизации приёмов устранения технических противоречий в инженерном деле.

Такое направление, как «теория решения изобретательских задач», выявляет 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 её, выделять существенные положения и записывать их. Как правило, чтобы упростить такую деятельность, некоторые параметры не учитываются. Например, учитель задиктовывает основные положения или ученик конспектирует речь, не вдаваясь в смысл её содержания. Итак, 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 тяжёлое 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 независимые части меньшей массы.

При мысленном эксперименте ученик может использовать интеллектуальный инструмент и попытаться применить его по аналогии к исследованию других явлений.

Парадигма соревнования

Преподаватель в процессе беседы сравнивает высказывания учеников либо их высказывания с предполагаемым эталонным ответом. Таким образом, он инициирует учеников к более полным, точным и быстрым высказываниям. Самостоятельность ученика связана с выработкой стратегии и тактики своего поведения в предложенном соревновании.

Парадигма коллективного обучения

Преподаватель рассматривает свою аудиторию не как однородную, а 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 всё по полочкам», есть ученик, образно мыслящий, и пр.

Учитель, зная эти роли или навязывая неявно другие, даёт возможность ученикам не со-

ревноваться, а самовыражаться в предложенной роли. Это способствует 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— это 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, организуя диалог, добавляет к монологу вопросы в такой форме, что ответы на них содержатся в только что произнесённой фразе. Таким образом, ответ ученика не имеет содержательной нагрузки, а диалог используется 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 определённого набора ответов. Монологи учителя точно выверяются по объёму информации и форме их представления. Самостоятельность 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, появляются преимущества от знания нового языка.

Этот подход при обучении другим предметам предполагает разговор с учениками на профессиональном языке, создание целостного мировоззрения, основывающегося на определённом 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 определённых фактов или концепций. 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 иницируя ученика к пересказу мате-

риала.

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.

Взаимодействие ученика со средой «Базы данных»

В настоящее время имеется множество бумажных и компьютерных материалов, которые можно объединить в группу «базы данных»: 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 «медиаотека», 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, его «безопасность» (с точки зрения её 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, существует проблема перевода имеющихся «бумажных» материалов в электронные; нужна разработка подходящих для учебных целей способов доступа к информации, методик использования больших объёмов 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). Кроме того, есть финансовые проблемы (при использовании удалённых баз данных и глобальных информационных сетей).

В настоящее время получают распространение сравнительно дешёвые и достаточно ёмкие носители информации — оптические диски, которые позволяют создавать в школе локальные медиаотеки для работы с учебными базами данных.

Пример. Приведём учебные базы данных на оптических дисках фирмы «Microsoft Home»:

«Enkarta» — детская энциклопедия;

«Ancient Lands» — энциклопедия по древнему миру;

«Dinosaur» — 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, имеется 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 вперёд — 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 вперёд — 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* (от ученика требуется найти правильный признак, по которому информацию можно извлечь из базы данных);

— *сложные задания и задачи* (ученику надо 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, всё, 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, он лишь руководит поиском информации.

Примеры работы с базой данных «Ancient Lands».

1) Упражнение.

Какие блюда использовали жители Древнего Египта в своём пищевом рационе?

2) Задача.

Когда и где произошло событие, связанное с «тройским конём»?

В каком современном государстве и где находится это место. Когда произошло это событие? Опишите его.

Какие царства участвуют в этом событии? Кто стоял во главе этих царств в данный 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? Где шли войны (и какие)? Где располагались различные государства того времени. Опишите развитие хозяйственной деятельности, характер товарообмена. Назовите архитектурные сооружения, достойные упоминания. 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 годы нашей эры.

Какие важные изменения произошли за этот период?

Какие появились государства?

Как развивались мировоззрение, наука, религия?

Где и какие появились новые государства, города, архитектурные сооружения?

Изменились ли семейные отношения, 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 определённый поиск парадигма «конспектирования» заменяется «исследовательской» парадигмой. Как мы уже говорили, 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 из-за резкого роста объёмов 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 объёмам визуальной информации открывает пути более эффективного использования такой информации в обучении.

Операционные ресурсы компьютера и использование цветного монитора с хорошим разрешением даёт возможность управления восприятием за счёт 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 видеоинформацией, 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 (Multi-media).

За последнее время появились специальные языки для организации такой информации непрофессиональными программистами. Примерами являются *Tool, Book, Visual, Basic, Delphi*.

Рассмотрим некоторые сложившиеся приёмы использования визуального мышления при работе с мультимедийными базами данных:

- просмотр мини-видеокадра, наглядно демонстрирующего некоторое действие;
- использование образов-аналогов для быстрой ориентации в информационном пространстве;
- расположение в поле зрения нескольких объектов для их сравнительного анализа;
- древовидная структуризация информации, цель которой — привлечь визуальное мышление 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», «Booksshelf» 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;
 - 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: слова со слогами «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 в разных странах 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 особо 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, учёного. Создание баз данных связано с работой натуралистов, исследователей, социологов, бизнесменов и т.д. 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 особенно важны аккуратность, законченность работ, доведение до совершенства некоторых пользовательских умений до навыков, ответственность, результативность. Задания не должны быть сложными содержательно, не иметь исследовательского характера (по отношению к знаниям о создании и использовании баз данных). Цель обучения необходимо чётко сформулировать в «квалификационной карте».

Пример. Использование базы данных «Кодекс».

1. Обучаемому предлагается подготовить справку, используя базу данных по законодательным актам РФ и внесённым за последний год изменениям. Задание может быть сформулировано следующим образом:

«Перечислить все постановления Правительства РФ, связанные с изменениями 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 объёме накопленных в ней сообщений, дату последнего сообщения, справку 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 скорости 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.

Взаимодействие ученика с имитационными моделями

Компьютерная имитационная модель даёт возможность использовать в обучении физические модели и аналоги. Существенным отличием является то, что компьютерная модель всегда строится на основе математической. Поэтому точно известны границы её применения и погрешности, а экспериментальная работа с компьютерной моделью, по сути, равнозначна знакомству с исходной математической моделью, но имеет большие возможности 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, предполагает, что 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 чаще всего 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 сродни искусству экспериментатора, умеющего, правильно подбирая условия эксперимента, выявлять сущность исследуемого явления.

Психологическая характеристика использования имитационных моделей такова:

— 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 обучении профессиям, связанным с риском, необходимы дополнительные меры, направленные на осознание реальной опасности и ответственности за управляемые процессы; при обучении социально-психологическим и экономическим знаниям надо предостеречь обучаемых от гипноза неточных имитационных моделей.*

Какова 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 ведётся под руководством учителя. Оценка результатов обучения осуществляется путём проверки действий обучаемого на большом количестве конкретных задач и ситуаций.

Другой вариант работы с моделью — самодеятельность обучаемого. В этом случае модель является для него не системой датчиков, дающих информацию об известном объекте, а *terra incognita* — областью неизведанной, чёрным 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». Результаты обучения в этом случае оцениваются 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 идёт о компьютерных играх. Парадигма соревнования вместе с имитационными возможностями компьютера породила новую область «деятельности», которая требует специальных умений и навыков и в которой появились своеобразные знания, система передачи опыта. Мотивацию создаёт возможность постоянного улучшения игровых навыков в бесконечно повторяющейся ситуации. Простота управления игрой и имитация достижения успеха делают компьютерные игры мощным компенсаторным средством. Если у ребёнка 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 учёта процесса, который они моделируют, нельзя рассматривать как учебную среду.

Меньшее распространение получили имитационные компьютерные программы, реализующие парадигму исследования. Рассмотрим прежде всего наиболее распространённые — вошедшие в сферу отдыха и развлечений, то есть, по сути, 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 насыщена исследуемая виртуальная среда. Но даже если «среда» надумана и не имеет содержательных аналогов, всё равно остаётся важным исследовательский подход к её 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. Другие 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, начинающий работать с этой средой человек сталкивается с множеством 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 ис-

следователского подхода к обучению в условиях самостоятельности обучаемого.

Рассмотрим более детально характер взаимодействия обучаемого 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 может видеть моделируемые процессы;
- *интерактивность* — обучаемый может изменять параметры модели и 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, иницирующие 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. Психологический конфликт в этом случае является стимулом для интеллектуальной деятельности, результатом которой станет 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 её применимости.

Пример. Модель отскоков мячика с постоянной потерей энергии.

В работе С.Н. Позднякова* подробно описан сюжет с данным названием.

* Поздняков С.Н. Методические рекомендации по подбору и решению задач экспериментального тура математических олимпиад в среднем ПТУ. М.: ГК РСФСР ПГО, 1998.

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 мячика. Получаемые в результате исследования ответы являются на первый взгляд противоречивыми. С одной стороны, момент остановки может быть найден экспериментально, а с другой — количество отскоков мячика 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, путём разрешения противоречия между реальностью и «невозможным» результатом, порождённым моделью, формируется понятие о характерном свойстве бесконечно убывающей геометрической прогрессии.

Другим, более плодотворным путём создания проблемной ситуации является путь моделирования парадоксальных явлений.

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 неё маятник возвращается в это положение. Вторая точка является неустойчивой: любое небольшое отклонение от неё 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. Изящные физические рассуждения Е.И. Бутикова* обосновывают этот эффект.

* Бутиков Е.И. Маятник Капицы: эксперимент, теория, компьютерная модель. СПб., 1994.

Отметим, что возникновение проблемной ситуации может произойти только в том случае, когда у обучаемого имеется достаточное количество фактов и знаний о данном явлении. Поэтому проблемное обучение в работе с имитационной моделью тесно связано с её 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 или получить, используя геологическую модель Земли.
2. Ответ на вопрос «Какова была численность динозавров на Земле?» можно только спрогнозировать с помощью моделирования биологических процессов на Земле, поскольку прямой подсчёт не является возможным и эта информация не может быть фактической.

Для многих видов информации процедурный способ хранения является единственно возможным. Например, никому теперь не придёт 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, её можно использовать как тренажёр 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.

Взаимодействие ученика с моделирующими программами свободной конфигурации

Моделирующие программы свободной конфигурации по своим дидактическим возможностям близки к имитационным программам.

Рассмотрим особенности работы с моделирующими программами свободной конфигурации.

Одна из новых возможностей использования идеи имитационного моделирования в обучении состоит в конструировании модели для имитации заданного явления или процесса. Исследование явления осуществляется в этом случае через следующие этапы:

- выбор моделируемых параметров;
- выбор модели зависимости между ними;
- конструирование модели;

- работа с моделью, исследование её поведения;
- сравнение полученных результатов с моделируемым явлением;
- уточнение модели и так далее.

Пример. В работе М.М. Назарова и С.Н. Позднякова* рассматривается знакомство с элементами математического анализа посредством конструирования имитационных моделей распространённых физических явлений.

* Назаров М.М., Поздняков С.Н. Компьютерное моделирование физических явлений на уроках физики и информатики. Ош, 1991.

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;
- гипербола;
- 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: $t + \Delta t \rightarrow t$; $x + v \Delta t \rightarrow x$; $v + a \Delta t \rightarrow v$.

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 такова, что точка достигает границ экрана.

Задание 2. Смоделируйте график функции $x = 100 + 100 \times \sin(t/10)$.

(Единицы измерения — точки экрана.)

Реализация исследовательского подхода в работе с моделями тесно связана с парадигмой проблемного обучения.

Показательным примером оболочки для моделирования является среда Interactive Physics («Живая физика»).

«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 расчёты, базируясь на основных законах механики Ньютона, и представить ди-

намику эксперимента. «Живая физика» предоставляет возможность использования таких элементов, как пружины, верёвки, 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 событий и результаты наблюдений. Все эти составные части имеются в «Живой физике».

Команды задания свойств среды позволяют смоделировать различные условия прохождения эксперимента:

- включить или выключить учёт 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».

Компьютерный инструментарий

По существу, всё 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 сразу. 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, делопроизводственной 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 (для этого необходимы дополнительные предметные знания).

Пример. Появление инструмента для символьных вычислений (REDUCE, DERIVE, MATHEMATICS) в математике привело к тому, что практически все типы заданий, выполняемые 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 такова:

— общение с мощным компьютерным инструментом обедняет психомоторную сферу деятельности человека — это и есть плата за те возможности, которые даёт машина, — 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»; большое значение приобретает визуальное мышление;

— быстрое развитие и совершенствование компьютерного инструмента предоставляет неограниченную сферу самодеятельности обучаемому, позволяет обогнать своего учителя,знакомиться с новыми профессиями, практически проверять свою предрасположенность к различным специальностям.

Какова специфика формирования новых знаний и оценки результатов обучения в процессе работы с компьютерным инструментом?

Как уже отмечалось, 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.

Нынешний период технического прогресса можно назвать «информационной революцией», поэтому социальная значимость работы с компьютерным инструментом и мотивированность этой деятельности велика.

Результаты обучения в этой среде оцениваются по произведённым обучаемым «продуктам», по рациональности и эффективности его труда.

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 действия с циркулем и линейкой.

Можно использовать и более сложные операции, которые заменяют достаточно длинную последовательность элементарных построений. Тем самым некоторые трудные задачи можно решать быстро, используя эти макрооперации. Кроме того, последовательность построений (алгоритм) можно запомнить и затем использовать как макрокоманду.

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, ребёнок овладевает их структурой.

Появились и команды измерения геометрических характеристик. Они создали виртуальную реальность, позволив связать с каждым геометрическим объектом числа: длины, площади, величины углов.

Работа ребёнка с геометрией начинается с фигур. Но фигура сама по себе — сложный объект, состоящий из множества точек. Как начать изучение геометрии? Желательно с понятий точки и прямой, но это абстрактные объекты. В обсуждаемой среде точки и прямые

стали реальными объектами. Конечно, объекты среды — это только модели абстрактных понятий, но их можно раскрашивать, заставляя двигаться— всё это созвучно потребностям ребёнка, 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 противопоставления информатики и предметных знаний в этой среде не существует. Здесь нет специальных объектов, на которых строятся алгоритмы. Объекты предметно содержательны, поэтому важно не только построение алгоритмов, но и 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

Как уже говорилось, обучаемый может сделать подборку текстов и объектов с различных страниц блокнота (скетчей), добавить к ним свои объекты и комментарии, а также подготовить к публикации материалы своих исследований, используя возможности создания динамических таблиц и оформления текста, или 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.

Парадигма «телеграфной линии»

Как использовать среду «микромир» для более эффективного 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 — общение учитель — ученик идёт не на уровне описания построений, а на уровне построенных объектов, которые заключают в себе как результат построений, так и их последовательность.

Таким образом, среда «микромир» даёт новые формы для передачи знания и, таким образом, может использоваться для более эффективного 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, даёт. 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 выявить его в форме функциональной зависимости.

Таким образом, «микромир» позволяет реализовать языковую парадигму посредством множества различных форм представления объектов, 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.

Предположим, что 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 — нарисовать окружность, следя за расстоянием до центра и двигая точку с двумя степенями свободы.

Таким образом, среда «микромир» позволяет реализовать парадигму условных рефлексов за счёт 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.

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 при помощи конструирования.

Пример. Используя «The Geometer's Sketchpad», можно попытаться провести исследование и найти множество середин хорд, оставляемых 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 её, на ней, «почти совпадает» с центром окружности, удалена «на бесконечность».

После этих исследований ученик легко может предположить, что «искомое множество — окружность».

Гипотезу можно проверить, построив окружность по трём точкам (серединам каких-то хорд) и сравнив её со следом.

Наконец, убедившись, что искомое множество окружность, можно выдвинуть гипотезу о расположении её 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 появляются при создании этой конструкции.

Хотя формальное доказательство в этой схеме отсутствует, этап построения, следующий за этапом анализа, обеспечивает адекватное восприятие проблемы.

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 ведётся 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, берёт задачник и решает задачи, сверяясь с ответом. Если ответы не совпадают, задумывается, ищет ошибку. Однако порой сравнение оказывается нелёгким делом.

Например, уравнение

$$\sin(x) + \sqrt{3} \cos(x) = \sqrt{2}$$

можно свести к простому тригонометрическому уравнению

$$\sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) = \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right)$$

или к алгебраическому относительно

$$\operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right)$$

Ответы по форме будут совершенно различны.

Таким образом, для удобства пользования задачником нужно *ответ сделать независимым от формы представления знаний*.

Ученик, решая задачи, при несовпадении ответов спрашивает: «Почему ответ не сходится?», «Где я ошибся?». Не получив ответа на эти вопросы, он не возвращается к решению задачи. Если в задачнике даже приведено решение, читать его он не будет.

Точно так же, но по другим причинам, отнесётся к решению ученик, который любит решать задачи. Решение он не читает из принципа, ведь, узнав его, он не сможет найти его самостоятельно!

Преодолеть этот парадокс может помочь опытный педагог, который внимательно следит за развитием решения, иногда комментируя его: «Посмотри: вот пример, который показывает, что ты не прав. Измени своё решение, чтобы оно охватывало и этот случай».

Таким образом, для дальнейшего улучшения задачника нужно *проанализировать частичное решение 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 таким образом: в системе «задачник» используются средства адекватного представления самих объектов.

Предлагаемый задачник принципиально рассчитан на естественное описание основных математических объектов, поэтому допускает любое представление ответа.

Пример. Варианты ответа:

1, e^0 будут рассматриваться системой как эквивалентные.
 $\sin \frac{\pi}{2}$

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 ситуациями комментариями. Ученику даётся 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 малоинформативен, 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 предполагает 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 приёмы, позволяющие сохранить плодотворную идею, содержащуюся в задаче, при изменении её 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 возможно 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 невдомёк, 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 нечётной).

Реакция при нарушении условия: «производная чётной функции должна быть нечётной».

Необходимое условие 2:

$$f\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = f(x)$$

Реакция при нарушении условия: «производная периодической функции периодическая, причём период функции должен быть и периодом её 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, используемые 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:

$$y = 1 - \cos\left(\frac{\pi x}{2}\right)$$

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 $f(x) = 2 - f(2 - x)$.

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 ведёт диалог учащийся.

Пример. Нахождение условий истинности утверждения, содержащего параметры.

Найдите условия, при которых сумма корней квадратного трёхчлена $ax^2 + bx + c$ положительна.

Планирование реакций:

Необходимое условие: трёхчлен имеет два корня, т.е. $b^2 - 4ac > 0$.

Достаточное условие: дискриминант положителен, коэффициент приведённого трёхчлена при x отрицателен, т.е. кроме написанного условия ещё

$$\frac{b}{a} < 0$$

Использованная идеология позволяет обратить идею перечней: ученику предлагается придумать пример с заданными свойствами. Правильный ответ представляет собой набор условий, которым должен удовлетворять ответ. Если 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 задачниках 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 $y = 111x + 11$.

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. $|f(0)| < 0,1 \times |f'(0) - f(1)|$.

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 удачного 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, приближающиеся к решению.

Пример 1. Использование графического шаблона ответа.

Найдите многочлен, график которого изображён на рисунке (на рисунке показан график кубического многочлена $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 4c$ 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.

Взаимодействие ученика с диагностическими программами, тренажёрами, 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 даёт возможность моделировать систему зна-

ний обучаемого и обращать внимание учителя на её характеристики.

При использовании инструментальных программ можно диагностировать учащегося по степени владения теми или иными умениями или навыками, дублирующимися командами инструментального средства.

Экспертные системы сохраняют информацию опытных преподавателей по процедурам оценки знаний учащегося.

Тренажёры.

В сочетании с инструментальными средствами они формируют навыки (последовательное укрупнение алгоритмов либо их детализация от общих операций к элементарным).

Использование баз данных обеспечивает удобный доступ к большим массивам уже наработанных задач тренажёрного типа.

Использование моделирующих программ позволяет создавать тренажёры 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, тренажёры и манипуляторы.

Можно по задаче узнать её ответ, прочитать теорию, поработать с тренажёром или манипулятором, помогающими в её решении.

Таким образом, предметно-ориентированные предметные среды позволяют реализовать парадигмы продуктивного обучения даже при использовании традиционных дидактических средств в сочетании с компьютерным инструментом.

Учёт парадигмы обучения

Рассмотрим влияние парадигмы обучения на работу ученика в среде на примере работы с тренажёрами. Проанализируем простейшую систему тестирования, когда ученику предлагаются последовательно задачи нескольких типов, ответ ученик выбирает из набора предложенных.

Система может учитывать время решения 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 жёстким 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, при этом время на типы задач, решаемые плохо, увеличивается, а на решаемые хорошо — уменьшается. Работа ведётся 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 даётся 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 нерешённой задачи предлагается её 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.

Приведённые 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. 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 конфигурации, компьютерные инструменты, «микромир», экспертные системы, диагностические программы, тренажёры, 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.