

**ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД
К СОЗДАНИЮ И РАЗВИТИЮ CALL-ТЕХНОЛОГИЙ
НА БАЗЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Исследуется проблема компьютерного обучения иностранным языкам. Приводится формальная постановка задачи управления процессом обучения. Предлагается схема ее решения на базе вычислительного эксперимента. Рассмотрены вопросы создания компонентов методического, информационного и организационного обеспечения.

Ключевые слова: компьютерное обучение иностранным языкам, моделирование, вычислительный эксперимент, информационные технологии.

V. Nymm

**AN EVOLUTIONARY APPROACH TO CREATE AND DEVELOP CALL
TECHNOLOGIES ON THE BASIS OF COMPUTER EXPERIMENT**

The paper is devoted to the problem of computer aided language learning (CALL). The formal statement of the CALL problem is presented and an approach to solve it in the frameworks of the computer experiment is proposed. A special attention is drawn to the development of the methodological, informational and organizational components of the system.

Keywords: computer aided language learning, simulation, computer experiment, information technology.

Бурное развитие процессов информатизации общества естественным образом затрагивает процесс информатизации образования и подготовки педагогических кадров. В новой ситуации необходимы новые подходы к организации учебной и научно-исследовательской деятельности студентов, к органичному соединению этих видов деятельности в рамках высокотехнологичной образовательной среды, способной формировать интеллектуальную элиту современного информационного общества. Создание такой среды должно строиться на основе реальных прикладных проблем, развиваемых структурными подразделениями вуза. Одной из таких проблем является проблема становления языковых навыков с использованием компьютерных средств обучения.

Проблема оптимизации обучения языкам во все времена являлась одной из самых актуальных. В разные годы весьма различные подходы и тенденции определяли методы, формы и технологию обучения языкам, одно оставалось неизменным — без регулярной тренировочной работы, проводимой в рамках упражнений типа «стимул — реакция», в изучении языков не обойтись.

Задача, которая решается в процессе тренировки, является исключительной прерогативой самостоятельной работы студента. Никакие усилия преподавателя, ведущего аудиторские занятия по практическому курсу иностранного языка, не способны покрыть недоработки тренировочной работы студентов. Любые попытки делать это неизбежно ведут к снижению качества аудиторских занятий.

Как показывает опыт, именно практические аспекты овладения иностранным языком являются камнем преткновения для многих студентов. С недоработок тренировочной работы студента в большинстве случаев начинаются и пропуски занятий, сопровождаемые

«святой верой» в то, что уж к следующему занятию он непременно будет готов. Начинается запаздывание, иногда переходящее в хроническое. А это уже прямой путь к отчислению, в котором ни сам студент, ни факультет не заинтересованы. Понятно, что никто и ничто не может обеспечить регулярную и бесперебойную работу студента по выполнению учебного плана в течение всего срока обучения. Но можно обеспечить его программными средствами, позволяющими организовать и, в определенном смысле, оптимально выполнять тренировочную работу, быстро выходить из возникающих кризисных ситуаций.

Учение в учебном заведении — это тяжелая работа. Его первая половина дня проходит в учебном заведении. Ко второй половине дня, в рамках которой и реализуется процесс самостоятельной работы (обработка лекционного материала, выполнение домашних заданий и т. п.), студент, несущий достаточно большую умственную нагрузку, чувствует себя уже уставшим и в таком состоянии не слишком склонен к управлению своей деятельностью. Такому пользователю необходимы программы, которые:

- а) будут обеспечивать поддержку выполнения заданий учебного плана,
- б) возьмут на себя функции управления процессом обучения,
- в) помогут добиться требуемого результата при минимальных затратах времени.

Естественно, что при этом самостоятельная работа должна быть согласована по информации и скоординирована по времени с аудиторной работой.

Идея использования ЭВМ в процессах обучения языкам зародилась практически одновременно с созданием самой ЭВМ. Однако дальше алгоритмов, построенных на достаточно общих соображениях, ни теория, ни практика существенно не продвинулись. Значительно большего добились в этом плане математики — специалисты по теории управления. В проблематике адаптивных автоматических систем управления термину «обучение» был сопоставлен строгий формальный смысл [8].

Первый шаг в использовании идей и подходов теории управления к формальной постановке и к решению практических задач языкового обучения был сделан Л. А. Растригиным и М. Х. Эренштейн [7].

Понимая под управлением «процесс организации такого целенаправленного воздействия на объект управления, в результате которого объект переходит в требуемое (целевое) состояние», они осознали тот факт, что степень свободы при организации процесса обучения, реализуемого путем последовательного выполнения упражнений типа <стимул — реакция>, состоит в выборе каждого очередного упражнения, а информация для выбора ограничена знанием реакций обучаемого в ходе предыдущего обучения.

На примере решения простейшей задачи языкового обучения — задачи бесконтекстного обучения лексике иностранного языка — они показали, что формализация практически любой задачи обучения, реализуемой путем последовательного выполнения упражнений типа <стимул — реакция> (а задачи приобретения навыка таковыми и являются), сводится к задаче управления.

Задача, которую ставили авторы, была ориентирована на обучение, реализуемое в рамках следующих условий.

В качестве предмета обучения упомянутыми выше авторами рассматривался достаточно большой по объему массив пар <лексическая единица на иностранном языке — ее эквивалент на родном языке>, предлагаемых для заучивания группе обучаемых. Под заучиванием понималась тренировка воспроизведения лексической единицы на родном языке при предъявлении обучаемому ее аналога на иностранном языке.

Процедура заучивания реализовывалась в ходе десятиминутных сеансов и состояла в следующем. Пять минут в начале каждого аудиторного занятия по иностранному языку

отводилось на зазубривание порции (или выборки) лексических единиц, представленной на индивидуальных карточках, которые выдавались преподавателем каждому из студентов. В течение пяти минут в конце аудиторного занятия каждым обучаемым проводился самоконтроль, в ходе которого на карточке помечались те лексические единицы, перевод которых он смог воспроизвести. Карточки сдавались преподавателю для последующей программной обработки. В результате обработки для каждого студента формировался и представлялся в виде индивидуальной карточки набор лексических единиц для следующего сеанса.

В роли объекта управления авторами рассматривался обучаемый, состояние которого (по отношению к предмету обучения) в любой момент времени t описывается вектором

$$p(t) = (p_1(t), p_2(t), p_3(t), \dots, p_{n-1}(t), p_n(t)),$$

где t — время, n — общее число изучаемых лексических единиц; $p_i(t)$ — вероятность ошибочной реакции обучаемого на стимул i -й лексической единицы (или просто вероятность ее незнания).

Реализуемая программой функция состояла в решении задачи, призванной обеспечить знание каждым обучаемым заданного процента лексики за минимальное время (или за минимальное число сеансов), то есть

$$\begin{cases} Q(p) = \sum_{i=1}^n \gamma_i p_i < q, & \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1, \\ T(p, q) = \min \end{cases}$$

где γ_i — весовой коэффициент, выражающий значимость i -й лексической единицы, $Q(p)$ — показатель (или критерий) качества обучения; q — его пороговое значение (или критерий завершения процесса обучения); $T(p, q)$ — время, за которое условие $Q(p) < q$ может быть достигнуто.

Предложенное Л. А. Растригиным и М. Х. Эренштейн решение задачи обучения основано, с одной стороны, на декомпозиции задачи на подзадачи, связанные с каждым из сеансов обучения, с другой — на известной модели Халла [9, с. 95], описывающей процесс забывания (или интерференции) знаний. Последняя позволяет прогнозировать значения координат вектора t на момент начала сеанса. В своей окончательной форме построенное решение было доведено до достаточно целостного в методологическом плане построения, названного «адаптивной системой обучения с моделью обучаемого» [7, с. 55].

К сожалению, в связи с уходом из жизни одного из авторов подход не получил дальнейшего развития и расширения на более широкий класс задач, а для других разработчиков обучающих программ остался недопонятым.

В терминах действий над структурными единицами ассоциативной памяти Т. Кохонен выделяет два основных типа ассоциативной выборки: гетероассоциативную и автоассоциативную. Первый тип выборки характеризуется тем, что «выходной образ не соответствует никакому из ключевых элементов или признаков своего входного прообраза (то есть стимула) и формируется как ответ на специфический ключевой образ». Второй тип выборки, наоборот, характеризуется тем, что «поиск выходного образа проводится по некоторой части или g_j набору признаков своего входного прообраза» [1, с. 25].

Применительно к задачам обучения иностранным языкам, реализуемым в рамках выполнения упражнений типа «стимул — реакция», пожалуй, только задача бесконтекстного изучения иностранной лексики решается путем многократного выполнения операций гетероассоциативной выборки. Большая же часть письменных упражнений по изучению как грамматики, так и лексики иностранного языка, реализуется в рамках упражнений, в которых поиск правильного ответа (или правильной реакции) производится по некоторой части или набору признаков своего входного прообраза, представленного стимулом.

Идея кластеризации, в определенном смысле «подсказываемая» определением автоассоциативной выборки, состоит в том, чтобы:

а) путем анализа упражнений, на основе которых осуществляется обучение тому или иному языковому явлению, выделить ключевые элементы, существенные (в тех или иных ситуациях) для выбора «правильной» реакции;

б) сопоставить каждому упражнению набор тех ключевых элементов стимула S , которые определяют для данного упражнения «правильную» реакцию (или ее структуру) R ;

в) трактовать пару (S, R) как формальную модель упражнения;

г) считать два упражнения, имеющие одну и ту же модель, эквивалентными или принадлежащими одному и тому же классу эквивалентности.

Разбиение пространства упражнений (как существующих, так и потенциально возможных) на классы эквивалентности позволяет представить состояние обучаемого по отношению к предмету обучения (модулю, разделу, теме) в любой момент времени t форме вектора p :

$$p(t) = (p_1(t), p_2(t), p_3(t), \dots, p_{n-1}(t), p_n(t)),$$

где n — число классов эквивалентности, а $p_i(t)$ ($1 \leq i \leq n$) — вероятность ошибки обучаемого при выполнении упражнений i -го класса.

В теоретическом плане кластеризация обеспечивает обобщение представления состояния обучаемого, предложенного Л. А. Растригиным и М. Х. Эренштейн для решения задачи бесконтекстного изучения иностранной лексики, реализуемой путем многократного повторения операций гетероассоциативной выборки, на процессы обучения, реализуемые в рамках выполнения операций автоассоциативной выборки.

Возможно, именно непонимание того, как описать состояние обучаемого при выполнении упражнений, реализующих процессы автоассоциативной выборки, и является причиной того, что исследования Л. А. Растригина и М. Х. Эренштейн не получили достойного развития.

Вполне естественно, что для различных языковых явлений различными будут и наборы ключевых признаков, на основе которых должны строиться соответствующие формальные модели упражнений. Другими словами, кластеризация должна выполняться дифференцированно для каждого языкового явления или группы связанных друг с другом языковых явлений, объединяемых при обучении в модули, разделы, темы.

Естественное разбиение пространства существующих и потенциально возможных упражнений по темам и далее по классам эквивалентности позволяет достаточно точно определить условия, в которых обучение должно реализовываться. Другими словами, будем исходить из следующего.

- Процесс компьютерного обучения строится на основе последовательности изучаемых разделов практического курса иностранного языка и реализуется в ходе самостоя-

тельной работы студентов, согласованной по времени и скоординированной по содержанию с аудиторной работой. Его цель — формирование у обучаемых устойчивого навыка выполнения письменных упражнений типа «стимул — реакция».

- По каждой теме обучение осуществляется на основе фиксированного набора Ω упражнений типа «стимул — реакция», составляющих базу обучающей информации (БОИ) на машинных носителях, и реализуется в форме сеансов примерно одинаковой продолжительности.

- Относительно множества Ω предполагается, что на нем задано такое разбиение Λ на классы эквивалентности, что любые два упражнения, относящиеся к одному и тому же классу, можно считать эквивалентными в плане условий, задаваемых стимулом (то есть текстом задания и контекстом).

- В ходе сеанса обучаемый последовательно выполняет упражнения, предлагаемые ему программой. Обучающая функция программы в ходе выполнения каждого упражнения реализуется через ее реакцию на ответ обучаемого — вывод на экран монитора сообщения, которое либо подтверждает правильность ответа, либо (если ответ был неверным) содержит «разгадку» ситуации, соответствующее правило и верный ответ.

- Управление процессом компьютерного обучения осуществляется программно в форме выбора: а) порции упражнений из БОИ для каждого очередного сеанса и б) каждого очередного стимула для предъявления обучаемому в ходе проведения сеанса. Так же программно определяется момент завершения каждого сеанса и обучения в целом.

- Завершение обучения по каждому из разделов курса сопровождается выполнением специальных тестовых работ, цель которых состоит в том, чтобы подтвердить соответствие результатов обучения поставленным целям.

Цель обучения как желаемое или ожидаемое (со стороны обучающей системы) состояние обучаемого на момент его завершения может быть выражена в форме неравенства

$$\frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \leq q,$$

где k_i ($1 \leq i \leq n$) — число упражнений i -го класса обучения, представленных в составе тестовой работы; s_i ($1 \leq i \leq n$) — количество ошибочных ответов обучаемого при выполнении упражнений i -го класса; n — число классов обучения; q — допустимая доля неправильных ответов обучаемого.

Выраженная в такой форме цель обучения (далее будем ее трактовать как внешнюю) естественна для языка преподавателя, который ее ставит. Степень ее достижения легко контролируется. Однако в плане постановки задачи оптимизации и реализации обучения как метода ее решения, где целевое неравенство выступает как условие или ограничение, такая форма выражения цели не приемлема. Переменные, входящие в целевое неравенство, и переменные, в любой момент времени определяющие состояние обучаемого, должны быть идентичны по своей математической природе.

Представление состояния обучаемого в форме вектора p :

$$p = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_{n-1}, p_n),$$

где n — число классов эквивалентности, а p_i ($1 \leq i \leq n$) — вероятность ошибки обучаемого при выполнении упражнения i -го класса, преобразует целевое неравенство к виду

$$Q(p) = \sum_{i=1}^n \gamma_i p_i < q,$$

где $Q(p)$ — показатель (или критерий) качества обучения, а q — его пороговое значение (или критерий завершения процесса обучения). Выраженную в такой форме цель обучения далее будем называть внутренней.

Отметим два важных отличия внутренней цели от внешней. Первое отличие — сугубо языковое. Внешняя цель формулируется на одном языке, внутренняя — на другом. На это отличие как на фактор возможного несоответствия результата решения задачи исходно поставленной цели указывают, в частности, Г. С. Поспелов и Д. А. Поспелов [6, с. 223].

Второе отличие касается содержания обучения. Внутренняя цель всегда относится к ограниченному множеству стимулов, представленному упражнениями базы обучающей информации, внешняя — к множеству всех потенциально возможных стимулов, рассматриваемому как генеральная совокупность. Другими словами, навык формируется на одном наборе стимулов, а сформировался он или нет, — проверяется на другом.

Поскольку нас интересует степень фактического достижения обеих целей (как внешней, так и внутренней), будем считать, что по завершении процесса обучения проводятся две процедуры тестирования: контрольное тестирование, построенное на материале выборки упражнений из базы обучающей информации, и итоговое тестирование, проводимое преподавателем на основе упражнений, которые в составе учебного материала базы обучающей информации не использовались.

В качестве экстремальной цели для задачи обучения логично рассматривать минимизацию времени, за которое условие $Q(p) < q$ может быть достигнуто.

Учитывая достаточно опосредованную связь между параметрами целевого неравенства и временем, за которое условие, выраженное целевым неравенством, может быть достигнуто, поиск решения задач, подобных данной, переводится на язык стратегий. «В понятии минимального времени нет глубокого смысла, тогда как в понятии оптимальной стратегии такой смысл есть. Здесь интуиция и опыт действительно могут нам помочь. На самом деле вы знаете о процессе значительно больше, чем можете выразить явно в математической форме, и это помогает вам угадать приближенную стратегию» [2, с. 34].

Применительно к рассматриваемой задаче это может означать следующее. Необходимо отгадать, какую локальную задачу, связанную с каждым отдельным сеансом, должна решать обучающая система в ходе его проведения, чтобы стратегия, построенная на последовательном решении локальных задач, была «интуитивно близка» к гипотетически оптимальной стратегии. Достаточно часто стратегия строится на последовательной реализации решений одной и той же в структурном плане локальной задачи: различными для каждого сеанса являются лишь исходные данные, каковыми в нашем случае являются значения координат вектора p , определяющего состояние обучаемого по отношению к объекту обучения.

Интуиция и опыт исследователя, безусловно, играют важную роль в процессе построения удачной стратегии. Но их эффективность тем выше, чем выше степень априорного знания о процессе. Для рассматриваемой задачи таковым является знание динамики изменения состояния обучаемого в процессе обучения. В самом общем виде процесс обучения определяют два чередующихся подпроцесса:

-
- приобретение навыка и его закрепление в ходе сеансов обучения;
 - сложная композиция разнообразных процессов, происходящих в памяти обучаемого в промежутки времени между сеансами.

Функциональные зависимости, аналитически описывающие эти два подпроцесса, трактуются в совокупности как модель обучаемого. Вполне естественно, что у разных обучаемых эти подпроцессы протекают по-разному, однако общий вид моделей, описывающих как первый, так и второй подпроцессы, является единым для всех обучаемых. Различия отображаются в форме значений параметров этих функциональных зависимостей, которые трактуются как индивидуальные параметры обучаемого. Содержащееся в двух последних предложениях утверждение по своей сути является гипотезой, на которой базируется моделирование любых процессов, рассматриваемых в рамках математической теории обучения.

Для Л. А. Растригина и М. Х. Эренштейн проблемы построения структуры модели обучаемого не стояло. В качестве возможных альтернатив они использовали модели относительно «близких» по содержанию процессов обучения гетероассоциативной выборки, ранее разработанные в рамках исследований по экспериментальной психологии, а для выбора наилучшей — использовали методику Р. Буша и Ф. Мостеллера [3]. Для задач обучения, реализуемых в рамках процессов автоассоциативной выборки, подобные аналоги отсутствуют.

Преимущество компьютерного обучения по сравнению с традиционным часто ассоциируют с возможностью «мгновенной» реакции обучающей программы на действия обучаемого при выполнении им каждого отдельно взятого упражнения. Но существует еще одно, более значительное преимущество. Это возможность сбора данных о реакциях обучаемого в ходе обучения: а) для выполнения последующих аналитических исследований с целью получения новых знаний о процессах обучения; б) для оперативного (то есть осуществляемого программой) управления процессом обучения.

Снабжение обучающих программ средствами сбора информации о ходе обучения превращает их в инструменты исследования, создает возможности для моделирования процессов обучения, реализуемых в компьютерной среде.

При этом только очень простые и грубые модели могут быть построены, что называется, «одним махом». В подавляющем большинстве случаев моделирование — это циклический процесс, на каждой итерации которого последовательно реализуются три составляющие ее стадии: анализ, синтез и оценка. Для обозначения технологического цикла моделирования, реализующего эволюционную стратегию построения модели исследуемого объекта или процесса, каждую итерацию которой составляют три упомянутые выше стадии, а проверка адекватности модели, синтезированной в ходе каждой очередной итерации, осуществляется путем сравнения результатов натуральных экспериментов с результатами, полученными программно путем вычислений по модели, А. А. Самарским предложен достаточно удобный термин — «вычислительный эксперимент» был [5].

Для осуществления вычислительного эксперимента была разработана программа, структура которой предусматривала отделение функциональных блоков, с помощью которых реализуются операции выполнения языковых упражнений, от блоков, которые реализуют управление процессом обучения, инвариантных (по отношению к реализуемому типу упражнений) частей программы от неинвариантных. Тем самым была обеспечена возможность: а) использования на начальных итерациях технологического цикла «эвристических алгоритмов обучения; б) «безболезненной» замены одних алгоритмов управления другими на последующих итерациях.

В рамках вычислительного эксперимента каждое использование программы рассматривается как элемент массового эксперимента. В ходе реализации процесса обучения встроенные в программу средства сбора информации формируют наборы данных, отображающие полную хронологию процесса обучения (даты проведения сеансов обучения, последовательности нулей и единиц, соответствующие правильным и ошибочным ответам обучаемого по каждому классу упражнений и т. п.).

После достижения обучаемым заданного значения критерия качества обучения, которое отслеживается программой, она (то есть программа) допускает его к контрольному тестированию. Технически это реализуется путем блокировки пункта меню «Обучение» и снятия блокировки с пункта меню «Контрольное тестирование».

Контрольное тестирование осуществляется без участия преподавателя на основе формируемой программой случайной выборки упражнений из базы обучающей информации. Выполнение контрольного тестирования служит основанием для допуска студента к итоговому тестированию по пройденному разделу.

Итоговое тестирование проводится в компьютерном классе при участии преподавателя на основе формируемой им выборки упражнений из базы тестирующей информации.

Схема вычислительного эксперимента представлена на рисунке. Данные, отображающие полную историю процесса обучения, а также результаты контрольного и итогового тестирований, обеспечивают информацию для трех каналов обратной связи, на основе которых реализуется схема вычислительного эксперимента.

Отсутствие требуемого соответствия между данными, отображающими полную историю процесса обучения, и моделью обучаемого (если таковая на данный момент имеется) указывает на возможную необходимость (если такое несовпадение имеет массовый характер) корректировки последней.

Отсутствие требуемого соответствия между результатами контрольного тестирования и внутренней целью обучения указывает на две возможные причины его возникновения: либо упражнения, представленные в базе обучающей информации, не проработаны достаточным образом, что говорит о наличии дефектов в алгоритме управления процессом обучения, либо неверно выбрано значение критерия завершения процесса обучения.

Отсутствие требуемого соответствия между результатами итогового тестирования и внешней целью обучения (при наличии такового между результатами контрольного тестирования и внутренней целью) явным образом указывает на то, что содержание и/или объем упражнений, представленных в базе обучающей информации, не достаточны для овладения языковыми навыками по изучаемому разделу.

Полученные в ходе массовых экспериментов данные о ходе обучения обрабатываются, преобразуются в формы, удобные для интерпретации, последующего анализа, теоретических выводов и, в конечном счете, для построения или корректировки модели обучаемого. Более того, новые знания в совокупности с уже имеющимися служат основой для постановки новых задач исследования и разработки, что соответствует перерастанию исходно поставленной задачи в проблему компьютерного языкового обучения. Исходя из вышеизложенного, нетрудно понять, что решение задач, составляющих ее объем, требует значительных интеллектуальных ресурсов. С другой стороны, эти задачи составляют предметную область, в рамках которой может осуществляться интеграция теоретической подготовки студентов в области информатики и информационных технологий (ИТ) с их созидательной деятельностью, направленной на выполнение конкретных исследований и создание реальных продуктов, предназначенных для использования в вузе.

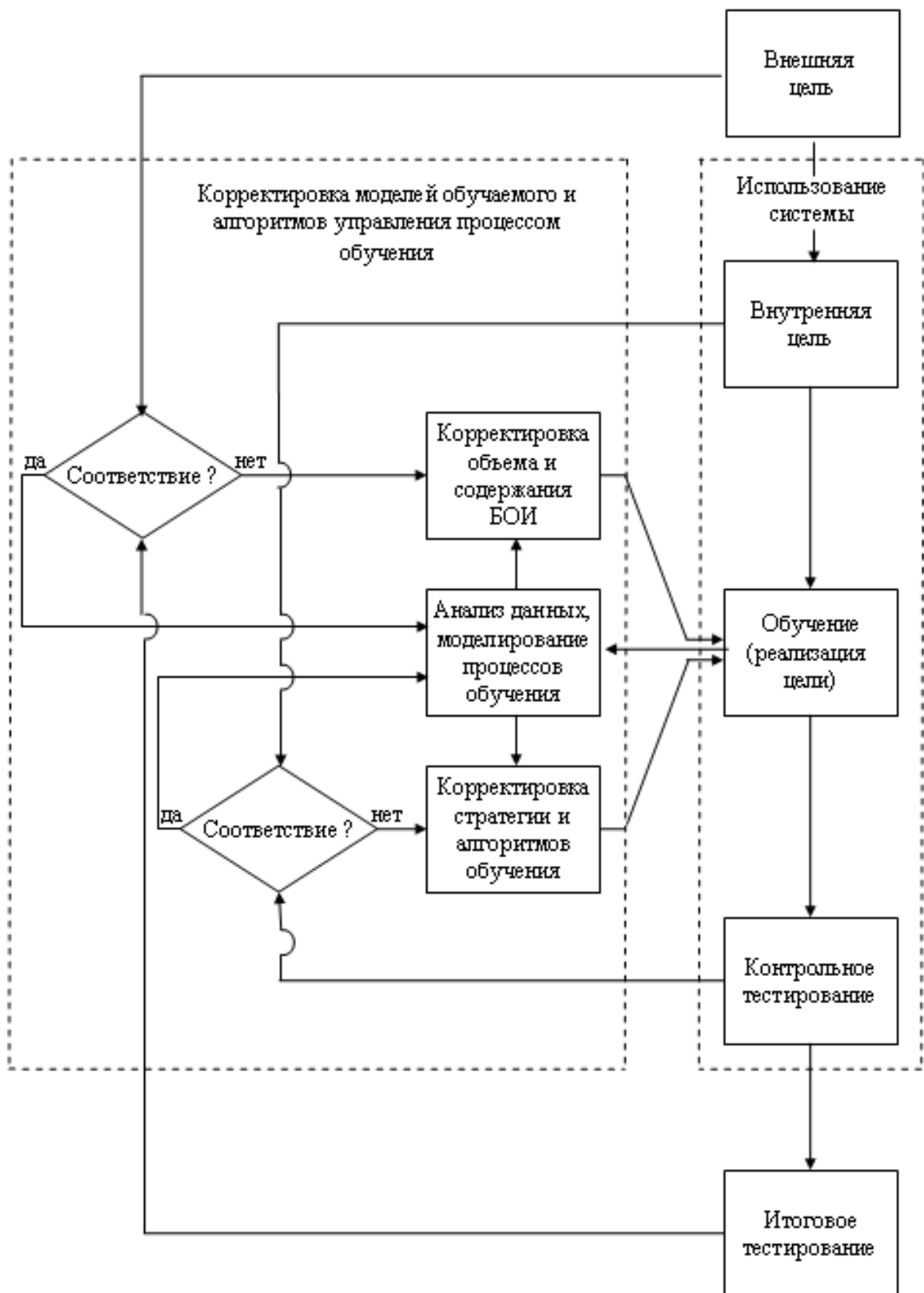


Рис. 1. Принципиальная схема организации вычислительного эксперимента

Развиваемая на филологическом факультете концепция такой интеграции [1] реализуется путем включения в содержание дисциплин, связанных с обучением информатике и ИТ, междисциплинарных учебных блоков, одним из которых является учебный блок «Компьютерные системы языкового обучения». Реализуемая в процессе его преподавания технология ориентируется на сочетание теоретической подготовки студентов с обучением практическим навыкам выполнения операций по созданию компонентов системы, с закреплением полученных навыков в ходе самостоятельной работы. Для этого процесс обучения совмещается с созданием одного или нескольких таких компонентов и с выполнением на их базе реальных исследований по проблеме.

Такой подход, с одной стороны, придает обучению четко выраженный прикладной характер, позволяет продемонстрировать полную технологию моделирования процессов обучения на базе ИТ, с другой, — дает возможность использовать созидательную практическую деятельность студентов для реализации двух важных функций вычислительного эксперимента:

а) создания, тестирования и корректировки баз обучающей и тестовой информации по иностранным языкам;

б) выполнения лабораторных экспериментов, в роли участников которых выступают сами студенты.

Как показывают результаты внедрения подхода, интеллектуальный ресурс, который студенты составляют в совокупности, и временной ресурс, выделяемый учебным планом на самостоятельную работу студентов, достаточны для создания и актуализации факультетских баз обучающей и тестовой информации. Так, в первом семестре 2013/14 учебного года в рамках дисциплины «Информационные технологии в филологическом образовании» студентами первого курса разработана электронная БОИ по одному из используемых на факультете учебников (145 модулей, включающих примерно 3000 упражнений). Корректировка содержания базы, прежде всего, в части реакций системы на возможные ошибки обучаемого, посредством которых реализуется обучающая функция системы, осуществляется в настоящее время студентами выпускных курсов бакалавриата и магистратуры. Ими же (в рамках выпускных квалификационных работ) выполняются исследования по кластеризации упражнений и созданию БОИ.

Не менее логичным является создание в рамках учебного блока базы для выполнения лабораторных экспериментов. Ситуация, когда при полной готовности к выполнению эксперимента практически невозможно найти участников для его реализации, является достаточно типичной. Ресурс, который составляют студенты как мотивированные участники этих экспериментов, является наиболее дефицитным при организации любого эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляева Л. Н., Нымм В. Р., Шубина Н. Л.* Информатика и информационные технологии в структуре учебных программ гуманитарных факультетов // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2010. № 2. С. 61–72.
2. *Беллман Р.* Может ли машина мыслить? // Проблемы современной кибернетики. М.: Знание, 1975.
3. *Буш Р., Мостеллер Ф.* Сравнение восьми моделей // Математические методы в социальных науках. М.: Физматгиз, 1973.
4. *Кохонен Т.* Ассоциативная память. М.: Мир, 1980.
5. *Попов Ю. П., Самарский А. А.* Вычислительный эксперимент. М.: Знание, 1983.
6. *Поспелов Г. С., Поспелов Д. А.* Исследования по искусственному интеллекту в СССР // Кибернетику — на службу коммунизму. М.: Энергия, 1978. Т. 9.
7. *Растринин Л. А., Эренштейн М. Х.* Адаптивная система обучения с моделью обучаемого. Рига: Зинатне, 1988.

-
8. *Цыпкин Я. З.* Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968.
 9. *Hull C. L.* Principles of behavior. An introduction to behavior theory. New York: Appleton-Century-Crofts, 1943.

REFERENCES

1. *Beljaeva L. N., Nymm V. R., Shubina N. L.* Informatika i informatsionnye tehnologii v strukture uchebnyh programm gumanitarnyh fakul'tetov // *Izvestija Sankt-Peterburgskogo universiteta ekonomiki i finansov.* 2010. № 2. S. 61–72.
2. *Bellman R.* Mozhet li mashina myslit'? // *Problemy sovremennoj kibernetiki.* М.: Znanie, 1975.
3. *Bush R., Mosteller F.* Sravnenie vos'mi modelej // *Matematicheskie metody v sotsial'nyh naukah.* М.: Fizmatgiz, 1973.
4. *Kohonen T.* Assotsiativnaja pamjat'. М.: Mir, 1980.
5. *Popov Ju. P., Samarskij A. A.* Vychislitel'nyj eksperiment. М.: Znanie, 1983.
6. *Pospelov G. S., Pospelov D. A.* Issledovanija po iskusstvennomu intellektu v SSSR // *Kibernetiku — na sluzhbu kommunizmu.* М.: Energija, 1978. Т. 9.
7. *Rastrigin L. A., Jerenshtejn M. H.* *Adaptivnaja sistema obuchenija s model'ju obuchaemogo.* Riga: Zinatne, 1988.
8. *Tsyppkin Ja. Z.* Adaptatsija i obuchenie v avtomaticheskikh sistemah. М.: Nauka, 1968.
9. *Hull C. L.* Principles of behavior. An introduction to behavior theory. New York: Appleton-Century-Crofts, 1943.

V. H. Markov

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КВАНТОВО-РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ФИЗИКИ И КОСМОЛОГИИ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Представлена методическая концепция и ее реализация в инновационном образовательном проекте углубленного изучения основ современной квантово-релятивистской физики и космологии в средней школе. Исследование направлено на развитие физического образования в контексте современной образовательной парадигмы.

Ключевые слова: фундаментализация, гуманизация образования, квантово-релятивистская физика, физический вакуум, космология, эволюционно-синергетическая парадигма.

V. Markov

THE FUNDAMENTALS OF QUANTUM RELATIVITY PHYSICS AND COSMOLOGY AS AN INNOVATIVE PROJECT OF SCHOOL PHYSICS EDUCATION

This paper presents the methodological concept and its implementation in the framework of an innovative in-depth study project of the fundamentals of the contemporary quantum-relativity physics and cosmology education in the secondary school. The research is aimed at the development of physics education in the context of the contemporary educational paradigm.

Keywords: fundamentalisation, humanisation of education, quantum relativity physics, physical vacuum, cosmology, evolutionary synergetical paradigm.

В развитии человеческого общества происходят не только научные революции, кардинально меняющие понимание основных положений, составляющих фундамент науки, но и периоды достаточно глубоких радикальных реформ в образовании, когда на смену одной