

УДК 20.01.04

**АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ.  
ПОСТРОЕНИЕ ПОДМОДЕЛЕЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЕ  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

**Лященко Н.И.**

*ФГБОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт имени А.П. Чехова»,  
Таганрог, e-mail: L.nikita.i@mail.ru*

Проведен анализ компьютерных обучающих систем, выявлены основные проблемы в их построении. Основной проблемой является построение модели обучаемого, существует большое количество данных моделей, однако они слабо учитывают психофизиологические особенности и характеристики обучаемого и, как правило, не используются при формировании структуры образовательных ресурсов и их содержания, что снижает эффективность применения компьютерных обучающих систем. Построение моделей предлагается строить в виде семантической сети, которая отличается от других моделей наглядностью и простотой представления знаний, наличием механизмов их структуризации и соответствием современным представлениям об организации памяти человека. Создание и совершенствование компьютеров привело и продолжает приводить к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. Несмотря на бурное развитие в настоящее время компьютерных обучающих систем, существует масса проблем, связанных как с их разработкой, так и с внедрением и эффективностью использования данных обучающих систем. Основной проблемой при создании адаптивных обучающих систем является сложность в построении такой программной среды, которая могла бы «понять» человека.

**Ключевые слова:** компьютер, обучение, система, модель, обучаемый, образование, алгоритм, граф

**ANALYSIS OF COMPUTER-BASED LEARNING SYSTEM MODELS.  
SUBMODELING FOR ADVANCED TRAINING COMPUTER SYSTEMS**

**Lyaschenko N.I.**

*Taganrog State Pedagogical Institute after A.P. Chekhov, Taganrog, e-mail: L.nikita.i@mail.ru*

Computer-based learning systems have been analyzed, main problems in the building thereof have been identified. The main problem is to build the model of student; there are a lot of such models, which, however, have little regard for student's psychophysiological traits and features and are basically ignored when developing educational resources structure and content, making the use of computer-based learning systems less efficient. Models are proposed to be built as a semantic net, which, as opposed to other models, features visual and easy knowledge representation, availability of means for structuring thereof, and consistence with present-day understanding of human memory organization. Appearance and improvements in computers have been leading to new technologies emerging in various fields of science and practice. Despite the rapid development of computer-based learning systems at present, there are a lot of problems associated both with development and with implementation and efficiency of use of such learning systems. The main problem faced in the development of adaptive learning systems is difficulty to create such software environment that would «understand» student.

**Keywords:** computer, learning, system, model, student, education, algorithm, graph

Создание и совершенствование компьютеров привело и продолжает приводить к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. Одной из таких сфер стало образование – процесс передачи систематизированных знаний, навыков и умений от одного поколения к другому. Будучи само по себе мощной информационной сферой, которая владеет опытом использования различных классических (не компьютерных) информационных систем, образование быстро откликнулось на возможности современной техники.

На наших глазах возникают нетрадиционные информационные системы, связанные с обучением; такие системы естественно называть информационно-обучающими.

Автоматизированные обучающие системы – это системы, помогающие осваивать новый материал, производящие контроль знаний, помогающие преподавателям готовить учебный материал [2].

**Цель исследования:** провести анализ компьютерных обучающих систем, выявить основные проблемы в их построении, разработать подмодели компьютерной обучающей системы для повышения квалификации.

Современные исследования в области применения компьютеров в обучении развиваются в основном в рамках нескольких основных направлений, которые можно обозначить следующим образом: интеллектуальные обучающие системы; учебные мультимедиа и гипермедиа; учебные среды, микромиры и моделирование; использование компьютерных сетей в образовании; новые технологии для обучения конкретным дисциплинам.

Несмотря на бурное развитие в настоящее время компьютерных обучающих систем, существует масса проблем, связанных как с их разработкой, так и с внедрением и эффективностью использования данных обучающих систем.

Рассматривая проблему разработки компьютерных систем обучения в целом, нельзя не упомянуть о следующей важной особенности,

подмеченной В.Л. Стефанюком [4], – это выделение двух основных процессов: обучение как *learning* и обучение как *tutoring* (рисунок).



Классификация интеллектуальных систем компьютерного обучения

Направление *learning* (обучающиеся системы) – это самообучение, обучение с учителем, адаптация, самоорганизация и т.д., поэтому при разработке обучающих систем исследуются модели, демонстрирующие способности адаптации к окружающей среде путем накопления информации. Направление *tutoring* (обучающие системы) тесным образом связано с вопросами «кого учить» (модель обучаемого), как и «чему учить» (модель обучения) и даже «зачем учить», т.е. здесь исследуются модели передачи информации и знаний от учителя с помощью компьютера.

Поскольку в области *педагогика* нет общепринятых теорий и алгоритмов обучения, нет формальных моделей обучаемого, обучения, учебных воздействий, объяснений и т.д., то надежды возлагаются в основном на логико-лингвистические модели. Взаимопроникновение интеграционных процессов искусственного интеллекта и педагогики выразилось в интеллектуальных обучающих системах, а также в *обучающих* интегрированных экспертных системах, в необходимости введения дополнительных средств, позволяющих поддерживать *модель обучаемого*, в соответствии с которой педагог на стратегическом уровне определяет текущую подцель обучения, а также

средств, реализующих конкретную *модель обучения* в виде *совокупности учебных воздействий* на тактическом уровне и обеспечивающих преподавателю возможность наблюдения за действиями обучаемого и оказания ему необходимой помощи [7].

Г.А. Атанов в книге «Деятельностный подход в обучении» пишет о том, что моделирование знаний об обучаемом преследует три основные цели – установление того, «каков он есть», «каким его хотим видеть» и «каким он может стать». Иногда в нормативную модель обучаемого включают предметное *знание и умение* по конкретной дисциплине/курсу или рассматривают *пятikomпонентную* предметную модель как часть нормативной модели и т.п.

Основной проблемой при создании адаптивных обучающих систем является сложность в построении такой программной среды, которая могла бы «понять» человека [3]. Поэтому большинство разработок в данной области строится на создании моделей обучаемых с последующим описанием и построением всевозможных гипотез (работы А.Г. Гейна, Б.С. Гершунского, В.П. Зинченко, А.В. Осина, С.В. Панюковой, И.В. Роберт, и др.). Моделям присваивается определенный набор характеристик, которые впоследствии влияют непосред-

ственно на построение самой обучающей системы. Существует достаточно большое количество моделей обучаемого, однако они слабо учитывают психофизиологические особенности и характеристики обучаемого и, как правило, не используются при формировании структуры образовательных ресурсов и их содержания, что снижает эффективность применения компьютерных обучающих систем [1].

С этой точки зрения, модель обучаемого и соответственно реализуемая на базе применения технологий адаптации структура данных систем, должны учитывать модальность обучаемого; тип его темперамента; текущее психо-эмоциональное состояние обучаемого. Особый интерес представляет определение текущего психо-эмоционального состояния обучаемого. В качестве реальных инструментов, определяющих психо-эмоциональное состояние, можно выделить две большие группы:

1. Тесты и тестирующие программы.
2. Специальные аппараты или системы.

В современных работах по компьютерным обучающим системам практически отсутствуют исследования, связанные с формированием модели компетенций обучаемого, отражающей его способности применять знания и личностные качества для успешной деятельности в конкретной профессиональной области, что является новым процессом в рамках создания и использования данных систем. Эта модель может рассматриваться как новый динамический компонент модели обучаемого, тесно связанный, с одной стороны, с психологическим портретом личности, а с другой – отражающий результаты использования конкретных обучающих воздействий.

Существуют различные подходы к моделированию содержания образования как сложной системы, способы представления семантической информации, проблемы, возникающие при разработке систем, основанных на знаниях, и наиболее распространённые модели их представления. Для представления знаний в интеллектуальных системах существуют различные способы, наличие которых вызвано, в первую очередь, стремлением с наибольшей эффективностью представить знания, относящиеся к различным предметным областям [6].

Способ представления знаний в большинстве случаев реализуется с помощью соответствующей модели. Основные типы моделей представления знаний делятся на логические (формальные), эвристические (формализованные) и смешанные.

На основе системного анализа интеллектуальных моделей представления зна-

ний в качестве основного средства решения указанных дидактических задач в области информатики выбрана модель в виде семантической сети, которая отличается от других моделей наглядностью и простотой представления знаний, наличием механизмов их структуризации и соответствием современным представлениям об организации памяти человека.

Проделав системный анализ интеллектуальных моделей, можно сделать вывод о том, что в модель компьютерной обучающей системы для повышения квалификации необходимо включить построение трех следующих подмоделей: модель обучаемого (M1), модель процесса обучения (M2), модель объяснения (M3) [5, 9].

Модель M1 включает следующие компоненты: в простейшем случае – учетную информацию об обучаемом, а в более сложных – психологический портрет личности обучаемого (Ph); начальный уровень знаний и умений обучаемого ( $M_{обуч}^{нач}$ ); заключительный уровень знаний и умений обучаемого ( $M_{обуч}^{кон}$ ); алгоритмы выявления уровней знаний и умений обучаемого (A); алгоритмы психологического тестирования для выявления личностных характеристик, на основании которых формируется психологический портрет личности обучаемого (APh). Под термином «знания», в соответствии с точкой зрения О.И. Ларичева, понимается теоретическая подготовленность обучаемого (декларативные знания), а под термином «умения» – умение применять теорию при решении практических задач (процедурные знания) [8].

Для реализации алгоритмов A и APh при формировании модели M1 использован следующий набор процедур тестирования обучаемого: процедура ввода исходной информации (контрольных вопросов, вектора правильных ответов и весовых коэффициентов по каждому вопросу); процедура вывода вопросов и вариантов ответов в процессе проведения контроля знаний; процедура формирования оценки; процедура вычисления итоговой оценки. Модель M1 содержит информацию о состоянии знаний обучаемого (модели  $M_{обуч}^{нач}$ ,  $M_{обуч}^{кон}$ ) – как общие, интегрированные характеристики, так и те, которые отражают усвоение им текущего учебного материала.

В общем виде модель обучаемого представляет собой конечный ориентированный граф, который может быть описан в виде  $M_{обучаемого} = \langle V, U \rangle$ , где  $V = \langle V^1, V^2 \rangle$  – множество вершин, которые в свою очередь делятся на  $V^1 = \{v_1^1, \dots, v_n^1\}$  – множество

изучаемых понятий,  $n$  – количество изучаемых понятий, элемент  $v_i^1 = \langle N, T, W \rangle$ ,  $i = 1, \dots, n$ , где  $N$  – изучаемое понятие;  $T = (0, 1)$ , принимает значения знает/не знает;  $W = (0, \dots, 10)$  – вес вершины;  $V^2 = \{v_1^2, \dots, v_m^2\}$  – множество умений, относящихся к данной модели,  $m$  – количество соответствующих умений, элемент  $v_j^2 = \langle N, T, W \rangle$ ,  $j = 1, \dots, m$ , где  $N$  – изучаемое умение;  $T = (0, 1)$ , принимает значения умеет/не умеет;  $W = (0, \dots, 10)$  – вес вершины;  $U = \{u_j\} = \langle V_k, V_p, R \rangle$ ,  $j = 1, \dots, m$  – множество связей между вершинами, где  $V_k$  – родительская вершина;  $V_p$  – дочерняя вершина;  $R = \{R_z\}$  – тип связи;  $z = 1, \dots, Z$ .

В настоящее время разработана библиотека оценочных алгоритмов, гибко используемых при проведении тестирования обучаемых в зависимости от специфики курса/дисциплины и контингента обучаемых. Например, эффективно применяется метод, основанный на сбалансированной оценке Т. Робертса для вопросов закрытого типа и дополненный возможностью произвольного задания степени строгости оценивания, а также взвешиванием вопросов коэффициентами сложности, получаемыми на основе экспертной оценки. Под сбалансированностью в данном случае понимается независимость математического ожидания оценки от числа правильных и неправильных ответов, полученных на этот вопрос случайным образом.

Для формирования модели обучаемого  $M1$  используется эталонная модель  $M_e$ , соответствующая уровню знаний преподавателя о конкретном разделе изучаемого курса, с которой будут сравниваться получаемые на этапе построения  $M1$  результаты. Формально эталонная модель  $M_e$ , как и модель обучаемого, представляет собой ориентированный граф, т.е. совокупность вида  $M_e = \langle V_e, U_e \rangle$ .

Динамическое построение модели обучаемого  $M1$  осуществляется путем сравнения текущей  $M1$  с предварительно построенной преподавателем эталонной моделью  $M_e$ . Важно отметить, что на этом этапе наряду с выявлением уровня знаний и умений осуществляется построение психологического портрета личности.

Модель процесса обучения содержит знания о планировании и организации (проектировании) процесса обучения, общих и частных методиках обучения, поэтому предложенная модель  $M2$  включает следующие компоненты: совокупность моделей  $M1$ ; совокупность стратегий обучения

и обучающих воздействий; функцию выбора стратегий обучения или генерации стратегий обучения в зависимости от входной модели  $M1$ .

Отметим при этом, что управление обучением осуществляется на основе некоторого плана, который либо выбирается из библиотеки стратегий обучения, либо генерируется автоматически на основе параметров  $M1$ , причем каждая стратегия обучения состоит из определенной последовательности учебных воздействий.

Теоретико-множественное описание адаптивной модели  $M2$  представляет собой совокупность вида  $M2 = \langle M1, S, I, F \rangle$ , где  $M1 = \{M1_1, \dots, M1_n\}$  – множество текущих моделей обучаемого;  $S = \{S_1, \dots, S_n\}$  – множество стратегий обучения  $S_p$ ,  $i = 1, \dots, m$ , в виде упорядоченных подмножеств множества обучающих воздействий для той или иной модели обучаемого;  $I = \{I_1, \dots, I_z\}$  – множество обучающих воздействий  $I_j$ , где  $I_j = \{t_k i_1\}$   $t_k$  – тип обучающего воздействия, а  $i_1$  – содержание воздействия,  $j = 1, \dots, z$ ;  $k = 1, \dots, c$ ;  $l = 1, \dots, v$ ;  $F$  – функции (алгоритмы) генерации стратегий обучения в зависимости от входной модели обучаемого, т.е.  $M2 = F(M1, M_e, I)$ , где  $M_e$  – эталонная модель курса (дисциплины), заданная преподавателем.

Модель объяснения ( $M3$ ) разрабатывается исходя из того, что существующие способы реализации методов объяснения в традиционных компьютерных системах не в полной степени удовлетворяют целям обучения, в частности, моделям  $M1$  и  $M2$ , поэтому модель  $M3$ , ориентированная на продукционные модели представления знаний, включает следующие компоненты:

$M3_G$  – целевые процедуры, обеспечивающие объяснение хода решения задачи путем генерации на экране дисплея текстов объяснений, содержащих описания правил, использованных в выводе (записанные объяснения), а также локализацию ошибок обучаемого при решении текущей задачи;

$M3_D$  – процедуры детальности объяснения, позволяющие в зависимости от уровня знаний обучаемого визуально иллюстрировать ход решения задачи с разной степенью детализации;

$M3_A$  – алгоритмы интерпретации результатов процессов выявления умений обучаемого реализовывать механизмы прямого/обратного вывода, включая возможность предоставления дополнительной информации об объектах проблемной области и их связях.



### Вывод

Модели M1, M2, M3 полностью специфицируют типовую задачу обучения с помощью конкретных процедур и функций, а также указывают на наличие определенных взаимосвязей. Другими словами можно сказать, что для успешной реализации и функционирования компьютерной системы повышения квалификации специалистов необходимо, чтобы в состав ее модели входили следующие функциональные возможности:

– построение модели обучаемого (с учетом психологического портрета личности, ее образовательного запроса и уровня первоначальных знаний) и эталонной модели курса;

– построение модели процесса обучения, сущность которой заключается в динамической модификации стратегии обучения в соответствии с текущей моделью обучаемого и последующей генерации совокупности обучающих воздействий, наиболее эффективных на данном этапе обучения с учетом психологических особенностей обучаемых;

– контроль деятельности обучаемого и генерация управляющих решений для соответствующей корректировки действий обучаемого с целью достижения им поставленных целей обучения;

– построение модели объяснения для оценки логики принятия решений, результатов вычислений, объяснение неправильной альтернативы или этапа решения задачи.

### Список литературы

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Филинь. – 2003. – 430с.
2. Брусиловский П.Л. Построение и использование моделей обучаемого в интеллектуальных обучающих системах // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1992. – № 5. – С. 97–119.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // Новости искусственного интеллекта. – 2001. – № 4. – С. 3–13.
5. Петрушин В.А. Обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1993. – № 2. – С. 164–190.
6. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – Киев: Наукова Думка, 1992. – С. 196.

7. Пименов В.И. Алгоритмическое обеспечение инструментального комплекса для формирования знаний о технологических процессах // Известия вузов. Приборостроение. – 2009. – № 1. – С. 3–9.

8. Рыбина Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы/ Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008. – № 1. – С. 22–46.

9. Фролов Ю.В., Махотин Д.А. Компетентностная модель как основа оценки качества подготовки специалистов // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 34–41.

### References

1. Bashmakov A.I., Bashmakov I.A. Electronic Textbooks and Educational Systems Development. M.: Filin. 2003. 430p.
2. Brusilovsky P.L. Developing and Realization of Trainee Models for Intellectual Educational Systems // Izvestia RAS. Technical Cybernetics. 1992. no. 5. pp. 97–119.
3. GavriloVA T.A., Khoroshevsky V.F. Intellectual Systems Knowledge Bases. SPb.: Piter, 2000. 384 p.
4. Golenkov V.V., Emelianov V.V., Tarasov V.B. Virtual Departments and Intellectual Educational Systems // News of Artificial Intelligence. 2001. no. 4. pp. 3–13.
5. Petrushin V.A. Educational Systems: architecture and realization methods (review) // Izvestia RAS. Technical Cybernetics. 1993. no. 2. pp. 164–190.
6. Petrushin V.A. Expert Educational Systems. Kiev: Naukova Dumka. 1992. pp. 196.
7. Pimenov V.I. Algorithmic Support of Instrumental Complex for Technological Processes Knowledge Formation // Izvestia of IHE. Instrumentation. 2009. no. 1. pp. 3–9.
8. Rybina G.V. Educational Integrated Expert Systems: some results and prospects / Artificial Intelligence and Decision Making. 2008. no. 1. pp. 22–46.
9. Frolov Y.V., Makhotiv D.A. Competence-based Model of a Specialist's Training Quality Assessment // Higher Education Today. 2004. no. 8. pp. 34–41.

### Рецензенты:

Карелин В.П., д.т.н., профессор, ведущий кафедрой математики и информатики НОУ ВПО «Таганрогский институт управления и экономики» (ТИУ и Э), г. Таганрог;

Кирьянов Б.Ф., д.т.н., профессор кафедры прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород;

Антонов А.В., д.т.н., профессор, декан факультета «Кибернетика» Обнинского института атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета МИФИ Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Обнинск.

Работа поступила в редакцию 30.10.2013.