УДК 681.3:378.146

Ризун Н. О.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ)

Запропоновано концепція комп'ютерного моделювання процесу навчання, що передбачає реалізацію функціональних компонент – бази даних; експертної системи інтегрованої діагностики та управління якістю навчання, яка утримує: механізм логічного виводу, базу знань, підсистему роз'яснення, підсистему діалогу; підсистеми тестового контролю та підсистеми управління.

***Ключові слова**: комп'ютерне моделювання; база знань; тестовий контроль; експертна система.*

Предложена концепция компьютерного моделирования процесса обучения предполагает реализацию следующих функциональных компонент: базы данных; экспертной системы интегрированной диагностики и управления качеством обучения, включающую: механизм логического вывода, базу знаний, подсистему объяснения, подсистему диалога; подсистемы тестового контроля и подсистемы управления.

***Ключевые слова**: компьютерное моделирование; база знаний; тестовый контроль; экспертная система.*

The suggested concept of learning process computer modeling is supposed to implement the following functional components: the database, the expert system of integrated diagnostics and learning quality control (the latter comprising the logical conclusion mechanism, the knowledge base, as well as the explanation subsystem and the dialogue subsystem), testing subsystems, and control subsystems.

***Key words**: computer modeling; database; testing; expert system.*

Введение. Контроль как одна из основных функций управления, представляет собой процесс обеспечения достижения целей, поставленных организацией, реализации принятых управленческих решений. Управление любым процессом строится на оценке результатов. В системе высшего образования среди показателей деятельности центральное место занимает качество подготовки обучающихся. Информатизация качества образования как одно из основных направлений выделяет технологии контроля качества образования, разработку новых видов, форм, методов, средств контроля и оценки учебных достижений, адекватных современным технологиям. Среди методов такого контроля особое место занимает тестирование уровня знаний студентов.

Основной целью контроля посредством компьютерного тестирования является предоставление объективной информации об уровне полученных образовательных знаний субъектам системы образования – студентам, и субъектам, относящимся к управляющим структурам, что в конечном итоге является одной из мер, способствующей повышению эффективности управления содержанием учебного процесса. Уровень и качество приобретенной суммы знаний определяется, как правило, оценкой, полученной студентом. Оценка является информацией, предназначенной для передачи по каналу обратной связи в управляющую систему ВУЗа, определяет объективное состояние знаний студента и позволяет в соответствии вносить коррективы в процесс обучения как объект управления.

В этой связи первоочередной задачей становится разработка и использование современных методологий непрерывного мониторинга и контрольного оценки знаний, а также формирования индивидуальной производительной траектории учебного процесса за счет разработки и организации эффективной системы обратной связи. Причем, интенсивное применение компьютерных технологий предполагает их использование не только как средств автоматизаций и информационного обеспечения основных стадий учебного процесса, но и как интеллектуальных консультантов-экспертов в области сопровождения и поддержки принятия решений представителями обеих сторон-участников учебного процесса.

Согласно [1] в исследованиях и разработках по интеллектуальным обучающим системам можно выделить несколько основных парадигм построения систем данного класса:

(1) Основанная на концепции *специализированных экспертных систем*, разрабатываемых для конкретного приложения [2-4].

(2) Основанная на *гипертексте* или *гипермедиа* [5].

(3) Основанная на *интеграции экспертных систем и гипертекста/гипермедиа*, т.е. с добавлением к гипертексту возможностей логического вывода экспертных систем,

что получило значительное распространение «интеллектуальных текстах» или «экспертекстах» (термин, впервые предложенный Рой Рада [6]). Существуют два основных направления в области встраивания знаний в гипертекст [7]: *извлечение знаний* из документов, уже введённых в систему, и *введение знаний* в процессе построения самой системы.

(4) Использующая концепцию *интеллектуальных обучающих инструментов* [8, 9], представляющих собой разновидности систем со смешанной инициативой [10] и перекрывающимся (оверлейным) типом модели обучаемого.

(5) На основе *интеграции традиционных экспертных систем с системами обучения* с целью реализации двух основных процессов: обучение как *learning* (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) и обучение как *tutoring* (тесным образом связанное с вопросами «кого учить» (модель обучаемого), как и «чему учить» (модель обучения) и «зачем учить», т.е. исследуются модели передачи информации и знаний от учителя с помощью компьютера).

Несмотря на широкий спектр научных достижений и рыночных предложений в области компьютерных обучающих систем, основными задачами в рамках дальнейшей эволюции моделей процесса обучения являются:

– совершенствование методик компьютерного тестирования как инструмента построения моделей обучаемых, эффективного учета личностных характеристик обучаемых при выборе и формировании обучающих стратегий и воздействий, а также предоставления стратегической информации о степени доступности и качества представления учебного материала;

– разработка методик интеллектуальной диагностики качества тестового материала как с точки зрения комплекса используемых критериев, так и возможности расширения области использования полученной информации в направлении совершенствования качества технологии организации обратной связи;

– минимизация влияния на процесс внедрения обучающих систем жестких требований к необходимому для функционирования программному обеспечению и техническим характеристикам (в частности, мощности) компьютеров, а также к скорости и времени использования ресурсов *Internet*, что пока сложно реализовать в рамках большинства ВУЗов Украины.

Целью данной работы является разработка концепции компьютерного моделирования процесса обучения на базе инновационных решений в области совершенствования методологии и расширению области использования технологии компьютерного тестирования как инструмента организации обратной связи; использованию инструментов интеллектуального анализа основных показателей качества учебного процесса и максимально эффективной интеграции системы в учебную информационную среду.

Результаты исследований. Предлагаемая авторами концепция компьютерного моделирования процесса обучения (объекта управления) предполагает реализацию следующих функциональных компонент: базы данных; экспертной системы интегрированной диагностики и управления качеством обучения, включающей механизм логического вывода, базу знаний о предметной области (ПО), подсистему объяснения, подсистему диалога; подсистемы тестового контроля и подсистемы управления моделью процесса обучения (рис. 1).

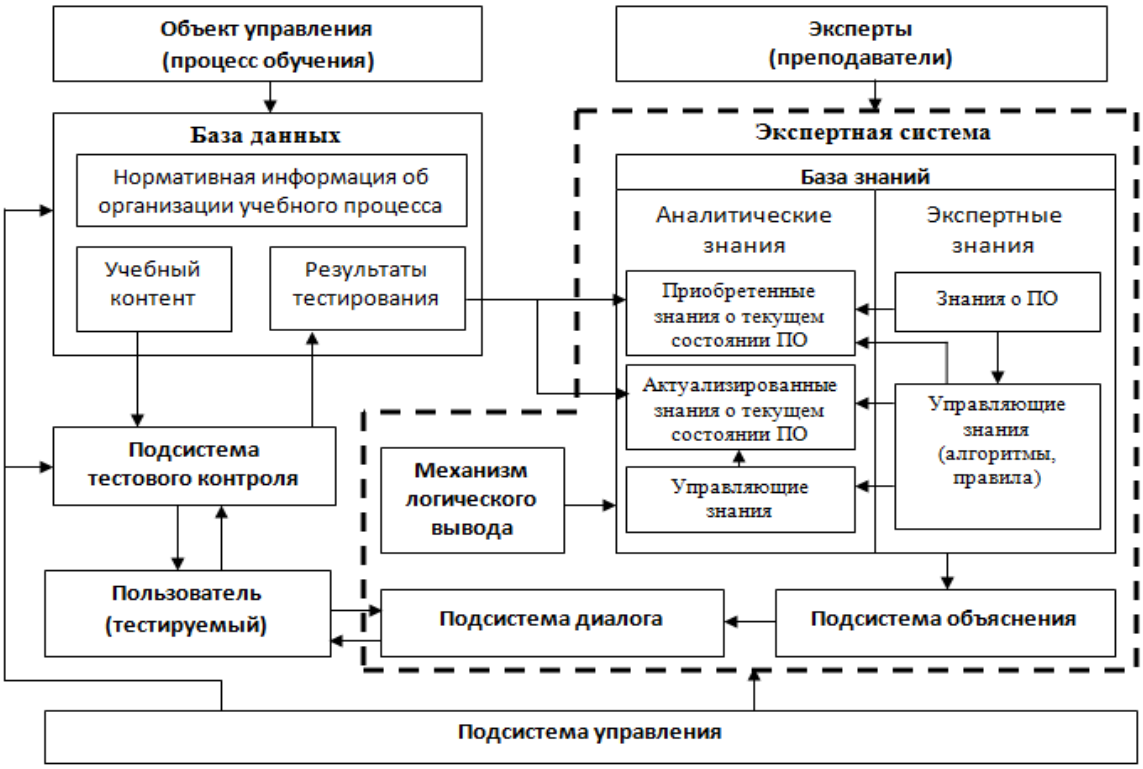

Рис. 1. Фукнциональная схема модели процесса обучения

A. **Структура базы данных**

База данных компьютерной модели предназначена для хранения:

– структурированного учебного контента, представленного в следующих системно-скоординированных формах: сокращенный текстовый конспект лекций для самостоятельного предварительного изучения перед сеансом обучения, содержащий основные понятия, определения, закономерности, практические примеры и алгоритмы ситуационного использования знаний $Teach^1$; слайд-конспект лекционного учебного материала для демонстрации и обсуждения непосредственно во время сеанса обучения $Teach^2$; лабораторные задания для самостоятельного или группового выполнения $Teach^3$; тестовый материал для оценки степени освоения учебного материала $Teach^4$;

– нормативной и фактической информации об учебном плане, количестве студентов, распределении часов и учебных единиц между аудиторной и самостоятельной формами работы;

– результатов тестового контроля уровня знаний обучающихся Rez_k.

B. **Структура базы знаний**

Ядром экспертной системы интегрированной диагностики и управления качеством обучения является база знаний, предназначенная для хранения: экспертных знаний и знаний, приобретенных аналитическим путем.

В основу формирования экспертных знаний положены, являющиеся результатами исследований авторов в области совершенствования методологии компьютерного тестирования и разработки интеллектуальных средств поддержки принятия решений в области анализа качества учебного процесса, эвристики:

– каждое тестовое задание характеризуется определенной степенью сложности L_i. Значения показателя $L_i = f(P_j, T_{ni})$ зависит от граничной вероятности угадывания P_j правильного решения для тестовых заданий разных форм и нормативного чистого (без учета технологического) времени на выполнение данного задания T_{ni} [11];

– показателем степени устойчивости знаний и вероятности «угадывания» правильного решения является коэффициент корреляции K_i между рядами фактического T_{fi} и нормативного времени T_{ni}, потраченного на правильный ответ. Значения показателя T_{ni} определяется в результате контрольного тестирования группы преподавателей-экспертов [12];

– на этапе оценки качества тестового материала степень несоответствия отношения среднестатистического фактического и нормативного времени на выполнение тестового задания $D_i^f = t_i^f / t_i^n$ нормативному D_i^n является показателем объективности нормативно установленного показателя L_i [13];

– эффективность контроля знаний повышается в результате определения последовательной подачи тестовых заданий разных форм в порядке уменьшения уровня сложности. Необходимость перехода на более низкий уровень сложности или прекращения сеанса тестирования зависит от результатов сравнения значений показателей граничного G_{gi} и фактического процента G_{fi} правильных ответов на тестовые задания для заданий определенного уровня сложности L_i [11];

– достаточный уровень объективности идентификации результатов тестирования достигается в результате учета при определении рейтинга учащегося R_k максимального количества баллов за верное решение всех тестовых заданий $B_{\max}$, весового коэффициента сложности тестового задания L_i, степени несоответствия фактического времени T_{fi} нормативному T_{ni} и значения коэффициента корреляции K_i [12].

В состав *экспертного блока* базы знаний входят:

1. *Знания о предметной области*: граничные вероятности угадывания P_j (j=1,4) правильного решения для тестовых заданий закрытого типа с одним правильным ответом, закрытого типа с множественным выбором, заданий на установление соответствия и заданий открытого типа на установление последовательности; нормативное время на выполнение тестового задания T_{ni}; граничные значения коэффициента корреляции K_i; граничный процент G_{gi} правильных ответов на тестовые задания для заданий определенного уровня сложности L_i; нормативные значения процента тестируемых $Norm_{ni} = (Low_N, High_N)$, время выполнения которыми i-го тестового задания не соответствует нормативному; максимальное количество баллов за верное решение всех тестовых заданий $B_{\max}$; граничные значения степени усвоения учебного материала G_Tz G_Tz.

2. *Управляющие знания*:

– эвристический алгоритм экспресс-анализа качества тестового материала Q_i путем формализации методологии поэтапного гарантированного получение полной матрицы результатов тестирования из двух неполных матриц – результатов предварительного и контрольного тестирования в рамках одного учебного занятия. Суммарное количество тестовых заданий, полученных каждым лицом на этапах предварительного и контрольного тестирования, равно сумме элементов тестового материала, который отобран для рассмотрения на запланированном учебном занятии, а каждый обучающийся в процессе прохождения этапов предварительного и контрольного тестирования получает в случайном порядке все вопросы тестового материала без повторов [14];

– эвристические алгоритмы расширенного анализа качества Q_i и переработки тестового материала, позволяющей установить факт (1) и пути устранения «проблемности» вопросов тестового материала, основанные на вводе в рассмотрение показателя фактической скорости T_{fi} выполнения тестовых различного уровня сложности, в соответствии со следующим правилом [13]:

$$\begin{aligned} &if\ Low_F \le Low_N \text{ and } High_F \ge High_N, \text{ then } PROBLEM_v = -1 \\ &if\ High_F \le Low_N \text{ and } Low_F \ge High_N, \text{ then } PROBLEM_v = +1 \\ &else\ PROBLEM_v = 0 \end{aligned}, \quad (1)$$

где Low_F и $High_F$ – соответственно процент тестируемых, для которых скорость выполнения i-тестового задания соответственно ниже (или превышает) нормативную.

– алгоритм адаптивной последовательности подачи тестовых заданий разных типов в порядке уменьшения уровня сложности, состоящий в определении необходимости перехода λ на следующий уровень тестирования (2) при условии превышения значения показателя граничного процента G_{gi} правильных ответов на тестовые задания для заданий определенного уровня сложности L_i над фактическим G_{fi} а в противоположном случае – прерывания тестового сеанса [11]:

$$\chi = \begin{cases} 0, \text{if } \mathrm{G_i^f} < G_i^n \Rightarrow R_i = R_i - 1 \\ 1, \text{if } \mathrm{G_i^f} \ge G_i^n \Rightarrow Stop \end{cases} \quad (2)$$

– алгоритм индивидуализации учебного процесса, состоящей в формализации правила (3) автоматизированной адаптивной настройки слайд-конспекта лекций $Teach_Z^2$ или практических (лабораторных) работ $Teach_Z^3$ с рекомендациями обязательного рассмотрения, возможного рассмотрения и отсутствия необходимости рассмотрения студентами определенного учебного материала по результатам комплексной диагностики уровня самостоятельного усвоения материала (качества обучения) обучающимися [15]:

$$\begin{aligned} &if\ \%Right \ge \%Norm1 \text{ then } Level = 1 \\ &if\ \%Right \ge \%Norm2 \text{ then } Level = 2 \\ &else\ Level = 3 \end{aligned} \quad (3)$$

где *%Right* – значения показателя фактического значения уровня усвоения учебного материала;

$\%Norm1$, $\%Norm2$ – соответственно значения показателей нормативного достаточного и удовлетворительного уровня усвоения учебного материала;

$Level=1$, $Level=2$, $Level=3$ – идентификаторы формализации правил автоматизированной адаптивной настройки учебного материала на текущем занятии, обозначающие, например соответственно, рекомендации – исключить из рассмотрения, кратко обобщить и уделить особое внимание.

– алгоритм адаптивной корректировки фактического набранного количества баллов S_i с учетом динамического коэффициента $\mathrm{D_i^f}$ (Таблица 1).

Таблица 1

Алгоритм адаптивной идентификации результатов тестирования

K_i	***Экспертное заключение***	***Алгоритм идентификации результатов тестирования***		
		If	***Then***	***Else***
$K_i < 0{,}3$	Нелогичное поведение с точки зрения распределения времени на ответы различной сложности (неустойчивые знания, присутствует фактор угадывания)	$t^f_i < t^n_i$	$R_k = \sum_{i=1}^{n}\left(S_i \cdot \frac{t_i^f}{t_i^n}\right)$	$R_k = \sum_{i=1}^{n}\left(S_i \cdot \frac{t_i^n}{t_i^f}\right)$
$0{,}3 \le K_i < 0{,}5$	Наблюдаются факты непропорционального (нелогичного) распределения времени на ответы различной сложности (недостаточно устойчивые знания, вероятны факты угадывания)	$\sum_{i=1}^{n} t^f_i < \sum_{i=1}^{n} t^n_i$	$R_k = \sum_{i=1}^{n} S_i * \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i^n}{\sum_{i=1}^{n} t_i^f}$	$R_k = \sum_{i=1}^{n} S_i * \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i^f}{\sum_{i=1}^{n} t_i^n}$
$K_i \ge 0{,}5$	Осмысленное распределение времени на ответы между сложными и простыми вопросами	$R_k = \sum_{i=1}^{n} S_i$		

В состав *блока знаний, приобретенных экспертной системой аналитическим путем*, входят:

(1) Приобретенные знания о текущем состоянии предметной области (по каждому предмету и за весь учебный период в целом): индивидуальные показатели успеваемости обучающегося RN_k; показатели качества учебного контента Q_k; информация об индивидуальных траекториях обучения Din_k.

(2) Актуализированные знания о предметной области $Knowledge_s^a = \{P_j^a, T_{ni}^a, K_i^a, G_{ei}^a, L_i^a, G_T_z^a\}$ как результат самообучения экспертной системы (скорректированные в реальном масштабе времени с учетом среды, в которой производятся измерения) (4): динамические граничные вероятности угадывания P_j^a (j=1,4); динамическое нормативное время на выполнение тестового задания T_{ni}^a; динамические граничные значения коэффициента корреляции K_i^a; динамический граничный процент G_{ei}^a правильных ответов на тестовые задания для заданий определенного уровня сложности L_i^a; динамические граничные значения степени усвоения учебного материала $G_T_z^a$, определяемые по следующей рекуррентной зависимости:

$$Knowledge_s^a = \left(\frac{1}{ST_R^{S-1} + ST_R^S}\right) \cdot \left(ST_R^{S-1} \cdot Knowledge_{s-1}^a + ST_R^S \cdot Knowledge_s^a\right) + \ln\left(\frac{ST_H^{S-1} + ST_H^S}{ST_L^{S-1} + ST_L^S}\right) \quad (4)$$

где ST_R^{S-1}, ST_R^S – количество студентов с достаточно устойчивыми знаниями $K_i \ge 0{,}5$, которые соответственно на всех предыдущих или на текущей итерациях (сеансах тестирования) дали на i-то тестовое задание правильный ответ (на первой итерации ST_R^{S-1} – количество преподавателей-экспертов); $Knowledge_{s-1}^a$ – актуальное

(динамическое) знание о предметной области, установленное с учетом всех предыдущих итераций; $Knowledge_s^a$ – среднестатистическое знание о предметной области на основании результатов решение тестового задания студентами с достаточно устойчивыми знаниями $K_i \geq 0{,}5$ на текущей *s*-й итерации; ST_H^{S-1}, ST_L^{S-1} – количество студентов с достаточно устойчивыми знаниями, по результатам тестирования которых на всех предыдущих итерациях знание о предметной области принимает соответственное более низкое (высокое) значение $Knowledge_{s-1}^a$; ST_H^S, ST_L^S – количество студентов с достаточно устойчивыми знаниями, по результатам тестирования которых на текущей итерации знание о предметной области принимает соответственное более низкое (высокое) значение $Knowledge_{s-1}^a$.

(3) Управляющие знания, представляющие собой совокупность алгоритмов обработки статистического материала базы данных и знаний экспертной части базы знаний, запускаемых механизмом логического вывода для получения новых знаний.

C. Концепция технической реализации подсистемы тестового контроля

Подсистема компьютерного тестирования предполагает реализацию следующих технологических и методологических решений: максимально эффективная интеграция в учебную информационную среду большинства ВУЗов Украины путем использования в качестве инструментальной базы для создания унифицированных современных систем управления учебным процессом целесообразно использовать средства MS Office (с использованием возможностей программирования в VBA). В целях устранения ограничений относительно технических требований к компьютерам, которыми оснащено большинство ВУЗов, репозитарий учебного контента размещен на мощном (возможно отдаленном) сервере в Internet-сети. С целью обеспечения максимальной экономичности и эффективности использования сетевых ресурсов используются режимы: кратковременной передачи учебного контента с сервера, рассылки по почте средствами беспроводной связи или внутреннего сетевого обеспечения; мобильного (дистанционного) режима работы системы. Максимальный уровень защищенности и конфиденциальности обеспечивается за счет использования методов шифрования и дешифрования учебного контента; реализации технологии автоматического удаления тестовой оболочки и базы тестовых заданий с компьютеров обучающихся, а также гарантированной процедура независимой идентификации результатов тестирования на удаленном сервере [16].

D. Алгоритм управления моделью обучения

Разработанная методология компьютерного моделирования процесса обучения предполагает выполнение следующих основных итерационных этапов:

(1) В соответствии с составленным расписанием аудиторных занятий [17] преподаватель, с установленным им опережением относительно даты ближайшего занятия, в системе управления:

– выполняет настройку требований запроса к репозитарию учебного контента, расположенному на удаленном сервере, для формирования набора учебных единиц $Teach_z$, предназначенного для ознакомления перед проведением *z*-го занятия/занятий;

– настраивает систему тестирования, задавая максимальное количество баллов за тестовый сеанс; количество уровней сложности тестовых заданий, используемых в тестовом сеансе; режимы ограничения действий пользователя: возможность самостоятельного (произвольного) порядка последовательности выбора тестовых заданий из полного списка, одновременно выведенного на экран, и повторного ответа в рамках обозначенного времени тестирования;

– настраивает кратковременную связь через радио модем с Internet-сетью для передачи обучающимся необходимого учебного материала $Teach_z$.

(2) До начала аудиторного занятия обучающийся должен:

– ознакомиться с полученным учебным контентом первой формы $Teach_Z^1$;

– пройти предварительное тестирование с использованием учебного контента четвертой формы $Teach_Z^4$;

– путем настраивания кратковременной связи с Internet-сетью через радио-модем передать результаты тестирования в систему управления, откуда они будут переданы в базу знаний.

(3) На основании адаптивного алгоритма индивидуализации учебного процесса выполняется: комплексная диагностика уровня самостоятельного усвоения материала (качества обучения) с учетом количественных и качественных (поведенческих) характеристик обучающегося; интеллектуальная поддержка принятия решения по адаптивному регулированию структуры и содержания учебных занятий согласно сформированным в базе знаний экспертным рекомендациями, а именно:

– определение наиболее эффективных форм учебной работы (групповая, самостоятельная, творческая, расчетная, исследовательская, командная);

– определение учебных элементов, которые требуют использования специфических форм обучения или закрепления (обобщение, повтор, практические примеры);

– автоматизированная настройка слайд-конспекта лекций $Teach_Z^2$ или практических (лабораторных) работ $Teach_Z^3$ с рекомендациями обязательного рассмотрения, возможного рассмотрения и отсутствия необходимости рассматривания результате качественного овладения студентами определенного учебного материала.

(4) В конце аудиторного занятия или в любое другое удобное для себя время (с использованием переданного набора учебных единиц третьей формы $Teach_Z^3$) обучающийся проходит контрольное тестирование, в результате согласно управляющим алгоритмам формируются и передаются в интеллектуальную базу знаний:

– значения индивидуальных показателей успеваемости обучающегося: контрольного уровня усвоения обучающимся определенной преподавателем совокупности элементов учебного контента; относительного текущего и накопленного рейтинга студентов группы; среднего балла по группе, среднего балла по каждому набору учебных единиц;

– значения показателей качества учебного контента Q_k: индивидуальные и групповые аналитические оценки

уровня доступности и понятности для обучающегося совокупности элементов учебного контента, представленных с опережением и рассмотренных непосредственно во время учебного занятия; динамические показатели надежности и валидности тестового материала;

– информация об индивидуальных траекториях обучения Din_k: показатели динамики среднего и индивидуального баллов по все пройденным элементам учебного контента; количества освоенных элементов учебного контента; среднего времени освоения; средней скорости ответов на задания различной сложности; уровня устойчивости знаний и вероятности угадывания;

– результаты актуализации базы знаний: динамическое нормативное время на выполнение тестового задания T_{ni}; динамические граничные значения коэффициента корреляции K_i; динамический граничный процент G_{gi} правильных ответов на тестовые задания для заданий определенного уровня сложности R_i; динамические граничные значения степени усвоения учебного материала G_T_z.

(5) По результатам анализа показателей качества учебного контента, а также индивидуальных и групповых показателей успеваемости обучающихся выполняется адаптация расписания занятий и экзаменационной сессии, а также репозитария учебного контента: содержания и структуры освоенных обучающимися учебных элементов и тестовых заданий; состава и структуры элементов, установленных учебной программой для дальнейшего рассмотрения.

Выводы. Предложена концепция компьютерного моделирования процесса обучения, позволяющая:

(1) Расширить область использования технологии тестового контроля за счет совершенствования теории и методологии компьютерного тестирования.

(2) Обеспечить интеллектуальный анализ результатов компьютерного обучения в рамках концепции создания экспертной системы интегрированной диагностики и управления качеством обучения.

(3) Формализовать механизм актуализации знаний о предметной области – процессе обучения – в базе знаний экспертной системы.

(4) Реализовать технологию адаптивного регулирования структуры, содержания, графика проведения и методики организации учебного процесса.

(5) Гарантировать максимально эффективную интеграцию компьютерной модели процесса обучения в учебную информационную среду большинства ВУЗов Украины.

Научная новизна и практическая ценность компьютерной модели процесса обучения подтверждена патентами Украины [11, 12, 14-17] и проходит апробацию на кафедре экономической кибернетики и математических методов в экономике Днепропетровского университета имени Альфреда Нобеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбина Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008, №1 – С.22-46.
2. Рыбина Г.В. Интегрированные экспертные системы: современное состояние, проблемы и тенденции // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2002, №5. – С.111-126.
3. Рыбина Г.В. Архитектуры интегрированных экспертных систем: современное состояние и тенденции // Новости искусственного интеллекта. – 2002, №4 (52). – С.10-17.
4. Петрушин В.А. Обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1993, №2. – С.164-190.
5. Giannotti E., Ponta D. Hypertext and Hypermedia as learning tools in science and technology. Computer Mediated Education of Information Technology: Professionals and Advanced Users (A-35) (Eds. Barta B.Z., Eccleston J. & Hambusch R.), Elsevier Science Pub. B.V. (North-Holland). – pp.335-339.
6. Rada R. Hypertext : from text to expertext . McGrawHILL Book Company Europe, 1991.
7. Акульшина И.Л., Ганасья Ж.-Г., Фарон К. SATELIT гипермедиа система, использующая знания // КИИ-96. Пятая национальная конференция с международ-ным участием «Искусственный интеллект-96» Сбор-ник научных трудов в 3-х томах. – М.:АИИ –1996, Т.2. – С. 294-298.
8. Patel A., Kinshuk Applied Artificial Intelligence for Teaching Numeric Topics in Engineering Disciplines. Lecture Notes in Computer Science, 1108. – pp.132-140.
9. Patel A., Kinshuk Intelligent Tutoring Tools – A problem solving framework for learning and assessment. Proceedings of 1996 Frontiers in Education Conference – Technology- Based Re-Engineering Engineering Education (Eds. M.F. Iskander, M. J. Gonzalez, G.L. Engel, C.K. Rushforth M.A. Yoder, R.W. Grow & C.H. Durney). – pp.140-144.
10. Рыбина Г.В. Основы теории и технологии построения интеллектуальных диалоговых систем: Курс лекций. – М.: МИФИ, 2005. – 132 с.
11. Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Спосіб проведення комп'ютерного тестування знань студентів. [Текст]: патент на корисну модель 58657 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. – № u201009376, заявл. 26.07.2010, опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 р. – 14 с.
12. Холод Б.І., Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні. [Текст]: патент на винахід 97149 Україна: G06F 7/04 (2006.01); Винахідник: Холод Б.І., Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Замовник та патентовласник: ЗАТ «Дніпропетровський університет економіки та права» . – № a200912950, заявл. 14.12.2009, опубл. 10.01.2012, , бюл. № 1/2012р. – 11 с.
13. Ризун Н.О. Эвристический алгоритм совершенствования технологии оценки качества тестовых заданий. «Східно-Європейський журнал передових технологій», №3/11 (45), 2010 р. – с.40-49.
14. Різун Н.О., Тараненко Ю.К. Система навчання та виміру якості тестового матеріалу. [Текст]: патент на корисну модель 65657 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. – № u201106558, заявл. 25.05.2011, опубл. 12.12.2011, бюл. № 23/2011. – 17 с.
15. Різун Н. О, Тараненко Ю.К., Тарнопольський О.Б., Холод Б.І. Система навчання із застосуванням комп'ютерного тестування. [Текст]: патент на корисну модель 64873 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Ризун Н. О., Тараненко Ю. К., Тарнопольський О.Б., Холод Б. І. – № u201104040, заявл. 04.04.2011, опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22/2011. – 31 с.
16. Тараненко Ю. К., Різун Н. О. Мобільна система навчання із застосуванням комп'ютерного тестування. [Текст]: патент на корисну модель 64481 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. – № u201104361, заявл. 11.04.2011, опубл. 10.11.2011, бюл. № 21/2011 – 10 с.

17. Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Спосіб складання потижневого розкладу навчальних занять у вищому навчальному закладі з використанням електронної таблиці [Текст]: патент на корисну модель 51682 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. – № u201001399, заявл. 11.02.2010, опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14, 2010 р.

© Ризун Н. О., 2012 *Дата надходження статті до редколегії 03.05.2012 р.*

РИЗУН Н. О. – к.т.н., доцент кафедры экономической кибернетики и математических методов в экономике Днепропетровского университета имени Альфреда Нобеля.

Область научных интересов: комплексная автоматизация учебного процесса ВУЗа, моделирование процесса обучения, совершенствование теории и методологии тестового контроля знаний, разработка методики применения основ теории измерений физических величин в теории педагогических измерений.