

Рассмотрим  $A_2$ .

$$A_2 = \frac{(2\pi)^2}{L} C_3 \times \iint_{\Pi^2} \Phi_{a_1 b_2}(x - \lambda_1, x + \lambda_2) \Phi_{b_1 a_2}(y + \lambda_1, y - \lambda_2) \times \times P_L[(N - K)(x + y)] f_{a_1 b_2}(x) f_{b_1 a_2}(y) dx dy$$

где

$$C_3 = \frac{\sum_{p=0}^{N-1} h_{a_1}^N(p) h_{b_2}^N(p) \sum_{p=0}^{N-1} h_{b_1}^N(p) h_{a_2}^N(p)}{\sum_{p=0}^{N-1} h_{a_1}^N(p) h_{b_1}^N(p) \sum_{p=0}^{N-1} h_{a_2}^N(p) h_{b_2}^N(p)}$$

Сделаем замену переменных  $x = z + \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$ ;

$$y = u - \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$$

Обозначив  $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} = \gamma$  и учитывая ограниченность

$f_{ab}(x)$  на  $\Pi$ , получим (7\*\*\*).

Представим  $\Pi^2 = \Pi_1 \cup \Pi_2 \cup \Pi_3 \cup \Pi_4$ , где  $\Pi_1 = \{z \geq 0, u \geq 0\}$ ,  $\Pi_2 = \{z \leq 0, u > 0\}$ ,  $\Pi_3 = \{z < 0, u < 0\}$ ,  $\Pi_4 = \{z > 0, u \leq 0\}$ . Тогда, используя лемму 2, можно показать, что интегралы по областям

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  и  $\Pi_4$  имеют порядок  $O\left(\frac{1}{N}\right)$ . Откуда

$$A_2 = O\left(\frac{1}{LN}\right)$$

Аналогично,  $A_3 = O\left(\frac{1}{LN}\right)$ .

УДК 681.3

**Хведчук В.И.**

## МОДЕЛЬ ДИАЛОГОВОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

В настоящее время известно немало разработанных и активно используемых обучающих и контролирующих систем. Актуальность разработки вызвана необходимостью обучения новым средствам информационных технологий, их быстро-текущим развитием. Вместе с тем возрастает потребность в развитии такого рода систем [1]. Появляются все новые области, требующие достаточно быстрого освоения. Поэтому одним из основных требований к системам обучения и контроля знаний становится сокращение времени и затрат ресурсов на разработку системы.

### 1. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

Известны следующие группы технологий разработки компьютерных курсов. К первой относятся технологии создания гипермедийных приложений. Они реализуются на базе систем Author Ware Prof, HyperCard, Course Builder, HM-

Теорема доказана.

Вычислены значения интеграла  $I = \int_{\Pi} |x|^{\alpha} G_T(x) dx$ ,

где

$$G_T(x) = \left( 2\pi \sum_{p=0}^{T-1} [h^T(p)]^2 \right)^{-1} \cdot |\varphi_T(x)|^2$$

для  $\alpha$ , изменяющегося от 0,1 до 1 с шагом 0,1, числа наблюдений  $T = 50, 100, 200, 500, 1000$  и окон просмотра данных: Дирихле, Фейера, Хэмминга, Гаусса, Рисса. Например, при  $T = 1000$  получены следующие результаты:

$\alpha$ \ окно	Дирихле	Фейера	Рисса	Гаусса	Хэмминга
0.3	0.001	0.022	0.037	0.904	3.524
0.9	0	0.006	0.01	0.917	7.004

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Welch P.D. The use of FFT for the estimation of power spectra a method based on time averaging over short, modified periodograms// IEEE Trans. Audio Electroacoust.- 1967. Vol. AV-15. - P. 70-73.
2. Труш Н.Н., Мирская Е.И. Статистические свойства оценок спектральных плотностей по пересекающимся интервалам наблюдений// Сб. науч. ст. "Проблемы компьютерного анализа данных и моделирования".- Минск, 1991.- С. 180-186.
3. Труш Н.Н., Мирская Е.И. О скорости сходимости моментов оценок спектральных плотностей// Весці АН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 1996, №4. – С. 54-59.
4. Бриллинджер Д. Временные ряды. Обработка данных и теория. – М.: Мир, 1980. – 536 с.
5. Гхазал М., Труш Н.Н. Одно неравенство для окон просмотра данных// Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1, Физ. Мат. Мех. – 1992. - №1.– С. 55-56.

Card. К второй - технологии с использованием инструментальных систем разработки компьютерных обучающих программ таких как РАКЕЛЬ, АДОНИС, УРОК, АОСМИКРО, СЦЕНАРИЙ. К наиболее перспективным относятся средства третьей группы, использующие сетевые технологии. Средствами разработки сетевых курсов являются WebCT, ToolBook II, ClassWare, Nicenet [2]. В качестве средств разработки систем дистанционного обучения рассматриваются Convenc, First Class Collaborative Classroom, Lotus Learning Space, Pla@d, MentorWare, WebMentorEnerprise [3]. Возможно использование для образовательных целей и прикладных научных пакетов MathCad, MatLab, Maple, Derive и др. Это объясняется прежде всего их мощными вычислительными и графическими возможностями. Но затраты по усвоению содержательной части изучаемой дисциплины сравнимы с затратами времени на освоение системы. Поэтому выделяется также

*Хведчук Владимир Иванович. Доцент каф. информатики и прикладной математики Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

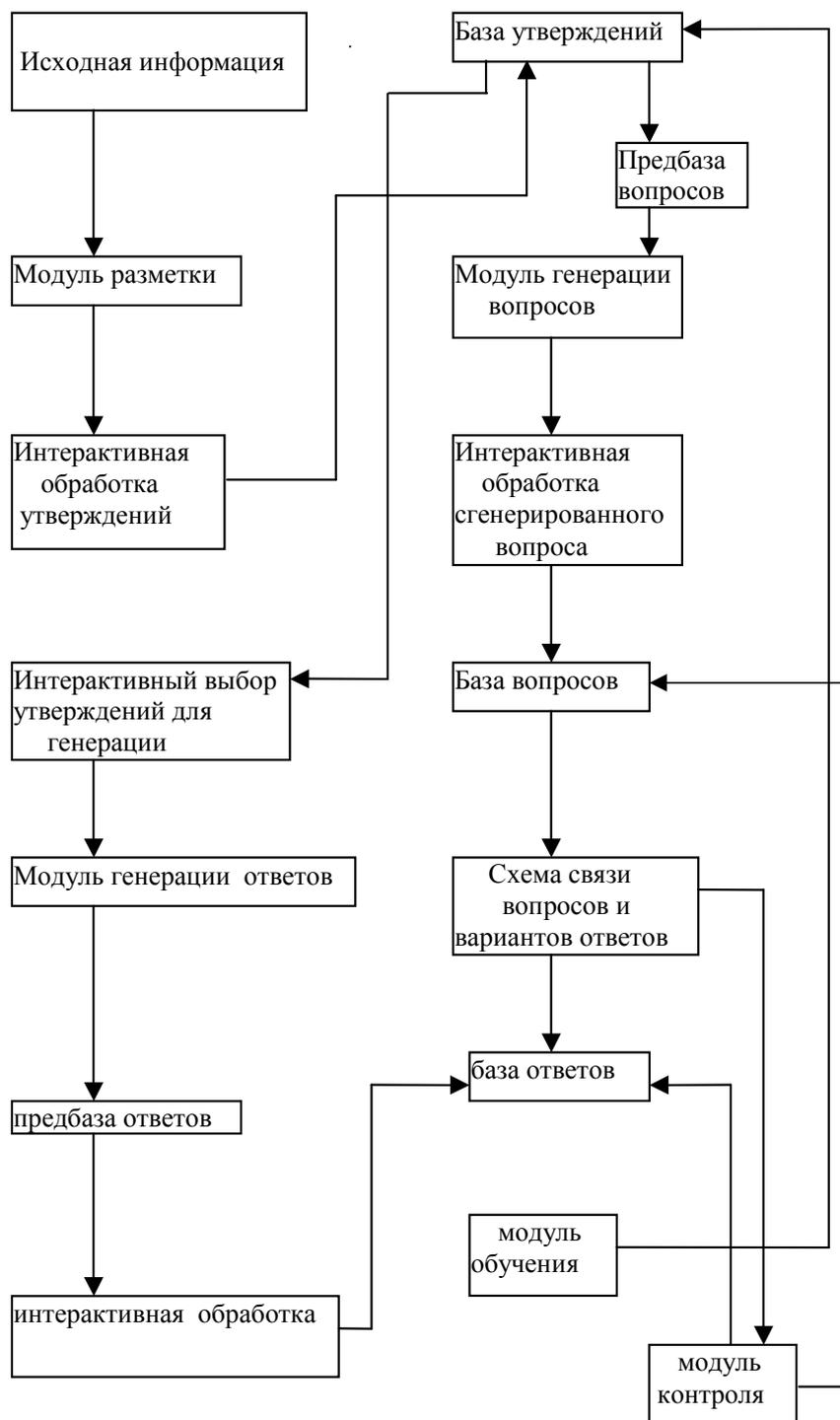


Рисунок 1 – Структура обучающей системы.

использование предметно-ориентированных систем, таких как СПЕКТР, учебных пакетов ФОРМУЛА, МАТРИЦА, систем моделирования Model Vision Studium, Click'n, Analog Connection Workbench, Interactiv Physics. Данные системы отличаются максимальной адаптацией для использования в учебном процессе. Наиболее распространенной отмечается технология прямого программирования, использующая алгоритмы предметной области. В этой технологии используются такие средства как C++ Builder, Delphi, Visual C++, Visual Basic и др. В качестве наиболее перспективной рассматривается технология прямого кодирования на базе CASE-систем. Для получения наибольшего эффекта в них используется

язык описания предметной области. Система СФИНКС позволяет создавать авторские алгоритмы на основании такого описания. В качестве языков программирования такого рода систем используются языки визуального программирования Prograph, CODE 2.0, VEX, Form/3 и др., используемые в системах Prograph, Create, Insecta Flow Coder и др [2].

Недостатком CASE-систем, типа СФИНКС, для разработки обучающих курсов является специализация в отдельной предметной области. Поэтому была поставлена задача разработки модели обучающей системы, позволяющей переориентацию системы на другие предметные области.

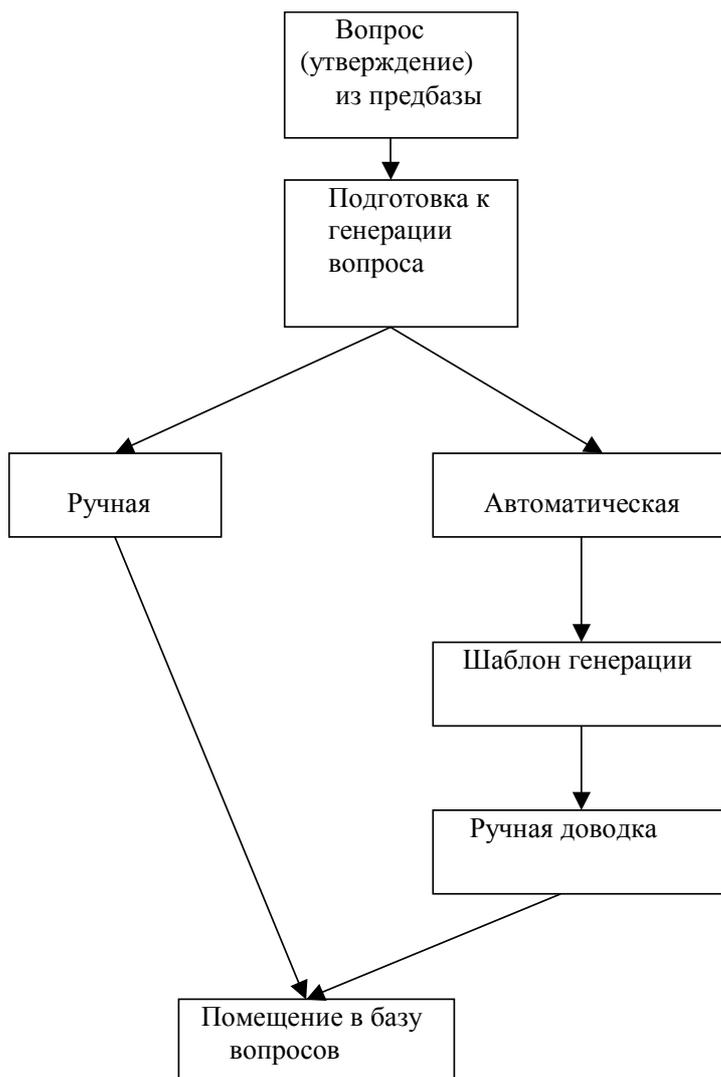


Рисунок 2 – Работа модуля генерации.

## 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБУЧАЮЩЕГО И КОНТРОЛИРУЮЩЕГО КУРСОВ

Для представления обучающих курсов используются аппарат сетей Петри [4,5], графовые программные грамматики [6], фреймы [7].

Обучающий курс в рассматриваемой системе представляется в виде множества

$$OK = \{U, M, Ru, Rm\},$$

где  $Ru$  - множество отношений, заданное на множестве утверждений  $U$ ,  $Rm$  - множество соответствий элементов множества мультимедийных подсказок  $M$  элементам множества  $U$ .

Контролирующий курс представляется в виде

$$KK = \{V, M, R, L, A, Rv, Rmv, Ra, Rl\},$$

где  $Rv$  - множество отношений, заданное на элементах множества вопросов  $V$ ,  $Rmv$  - множество отношений, задающих соответствие элементов множества  $M$  элементам множества  $V$ ,  $Ra$  - множество отношений, задающих соответствие элементов множества ответов  $A$  элементам множества  $V$ ,  $Rl$  - множество соответствий элементов множества оценивания  $L$  элементам множества  $V$ . Элементы множеств  $V, U, A, L$

представляют собой строки, в которых хранятся элементы обучающего и контролирующего курсов. Имеется возможность иерархического объединения элементов множеств  $U, L, A, V$  при помощи отношений  $Ru, Ra, Rl, Rv, Rmv$ . Каждому из элементов множеств  $Ru, Rl, Ra, Rv, Rmv$  может быть сопоставлен идентификатор, отражающий отношения иерархической группировки элементов  $V, U, L, A, M$ .

## 3. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

В качестве решаемых системой задач определены следующие:

- 1) обучение;
- 2) контроль;
- 3) подготовка обучающих курсов.

Решение первых двух задач достаточно очевидно из представления обучающих и контролирующих курсов. С целью решения третьей задачи в систему введены функции:

- 1) ввод источников информации на электронном носителе;
- 2) интерактивная разметка источника на отдельные утверждения, присвоение идентификаторов;
- 3) генерация на базе выбранных утверждений, вопросов и шаблонов генерации новых вопросов, дальнейшая их интерактивная обработка;

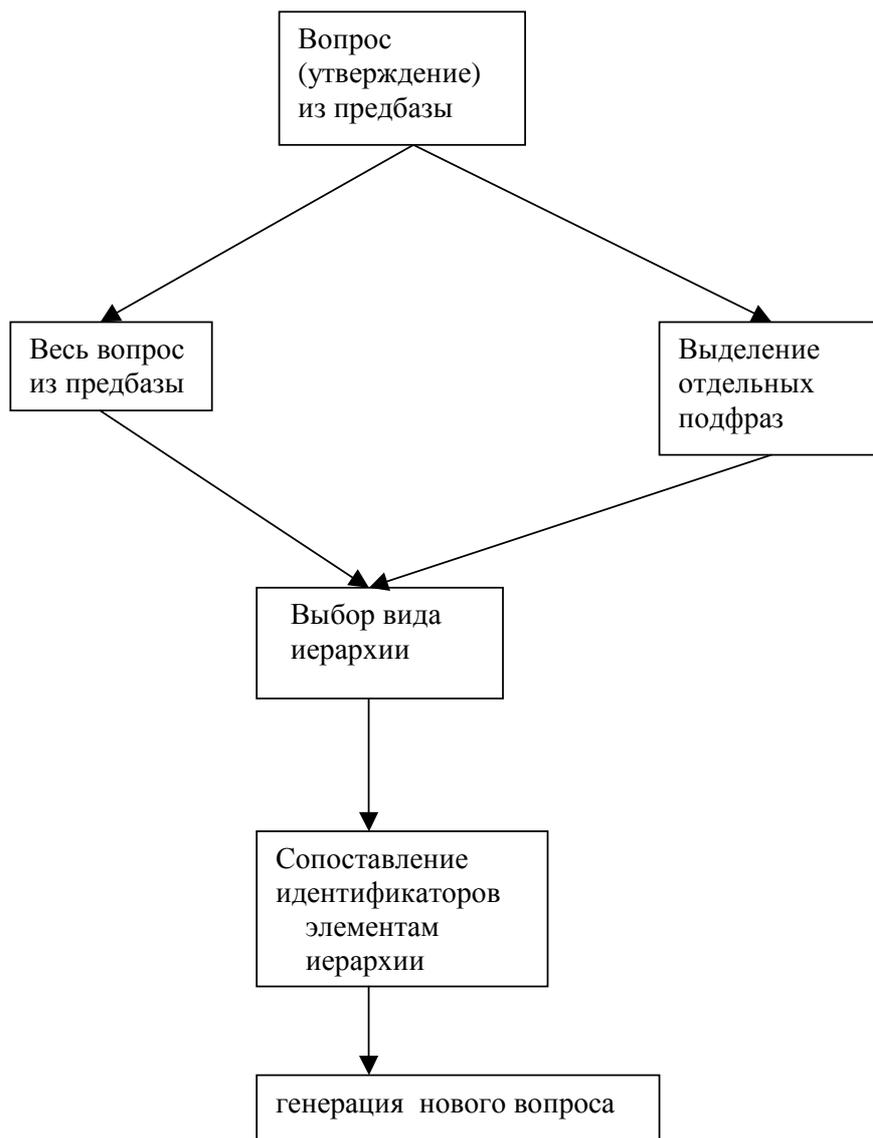


Рисунок 3 – Работа шаблона генерации.

4) генерация на базе выбранных утверждений, вопросов и шаблонов генерации вари-антов ответов, дальнейшая их интерактивная обработка.

Для решения поставленных задач предложена следующая структура обучающей системы (рисунок 1). Работа модуля генерации представлена на рисунке 2, работа шаблона генерации показана на рисунке 3. Основные элементы реализации шаблона генерации показаны на рисунке 4.

Работает система следующим образом. Информация в электронном виде поступает на вход модуля разметки. Разработчик курса просматривает исходный документ, выделяет отдельные фрагменты и с помощью специальных команд системы заносит в базу утверждений. При этом могут быть назначены идентификаторы для каждого утверждения. Одной из причин назначения идентификаторов является необходимость группировки утверждений, расположенных в разных местах исходного текста. Перед помещением в базу утверждений возможна обработка утверждений разработчиком курса. В дальнейшем также возможно их редактирование. Затем составляется множество отношений  $Ru$  для обучающего курса. При необходимости оно может быть дополнено множеством отношений  $Rm$  множества  $M$ . С обучаемым обучающий курс взаимодействует через модуль обучения.

Для составления контролирующего курса выбираются утверждения из базы утверждений, вопросы из базы вопросов для генерации на основании выбранного шаблона вопроса. Генерация создает лишь макет вопроса. Далее выполняется интерактивная доводка вопроса разработчиком курса. Генерация необходима для создания семантической опоры нового вопроса. На это обычно при создании контролирующего курса затрачиваются основные временные ресурсы. Далее вопрос помещается в базу вопросов. Перед помещением в модуль генерации выбранные утверждения помещаются в предбазу вопросов как кандидатов для формирования новых вопросов.

Генерация ответов проходит аналогичным образом на основании выбранных утверждений, вопросов и ответов. Затем с помощью модуля схемы связи вопросов и вариантов ответов на полученных множествах  $A, V, M, L$  устанавливаются отношения  $Rv, Rmv, Ra, Rl$ . Множество  $L$  формируется интерактивно разработчиком курса.

При работе модуля генерации возможен выбор либо полностью интерактивного, либо автоматического формирования вопроса (варианта ответа) (рисунок 2).

При работе шаблона генерации (рисунок 3) выбирается вид иерархии, задающий степень влияния элементов иерархии на результат. Чем ниже, тем меньше влияние. При этом

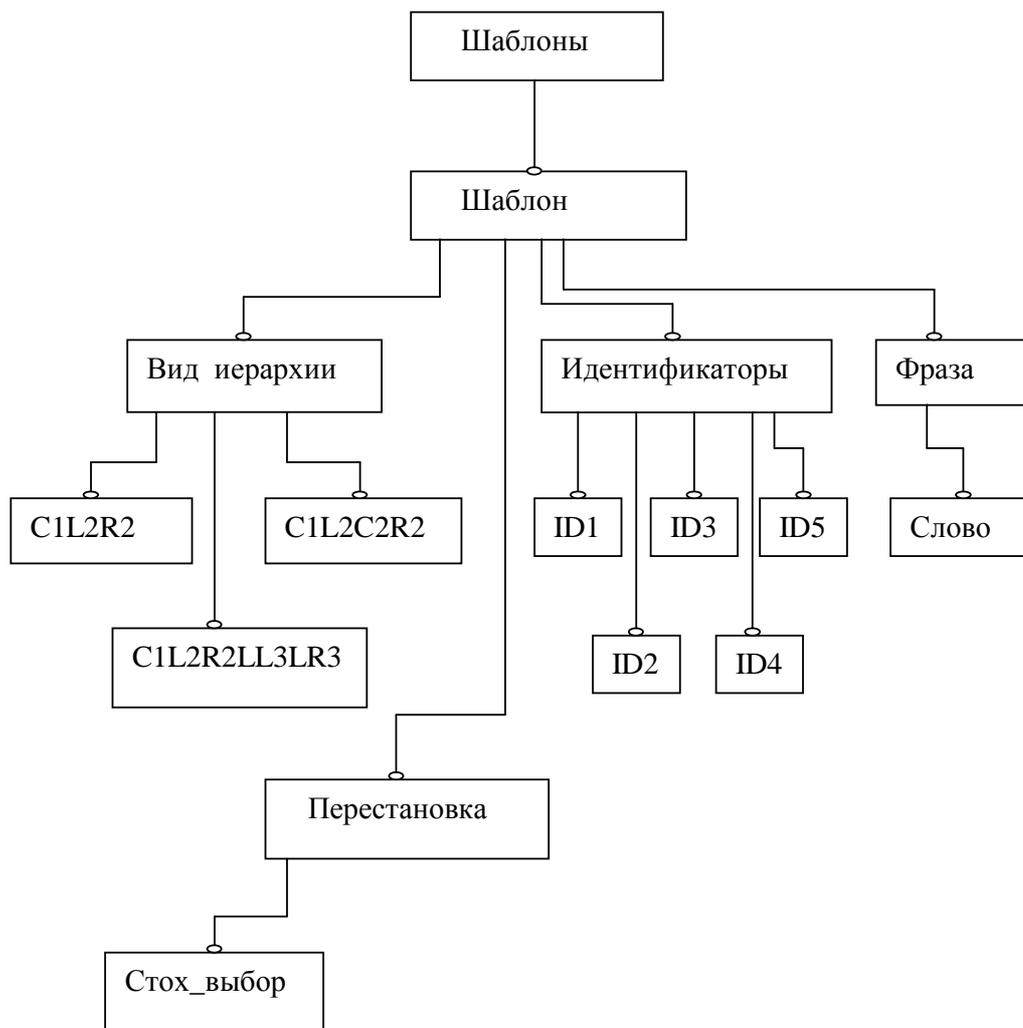


Рисунок 4 – Элементы реализации шаблона генерации.

новый вопрос (ответ) формируется благодаря выбору (например, стохастическому из элементов вершин иерархии) (рисунок 4). Вершинам элементов иерархии сопоставляются идентификаторы утверждений, вопросов, ответов. Запись

**C1L2R2** (1)

означает, что у элемента иерархии первого уровня **C1** имеется подчиненный элемент иерархии 2-го уровня слева и подчиненный элемент иерархии второго уровня справа. Аналогично

**C1L2C2R2**

дополняется на 2-ом уровне элементом по центру. Запись

**C1L2R2LL3LR3**

показывает добавление на третьем уровне у элемента второго уровня слева подчиненных элементов 3-го уровня слева и справа.

Возможно дополнение шаблонов для новых видов иерархий.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая модель обучающей системы позволяет: разработку компьютерных обучающих курсов, включающих как текстовую, так и мультимедийную информацию; разработку компьютерных контролирующих курсов с использованием мультимедийных подсказок;

использование источников информации на электронном носителе для составления обучающих и контролирующих курсов;

использование средств генерации вопросов и ответов для ускорения формирования контрольного курса; использование средств интерактивной обработки сгенерированных вопросов и ответов для гибкой настройки формулировок вопросов под требования разработчика курса; использование дополняемых шаблонов генерации для автоматизации процесса создания различных видов вопросов и ответов.

В настоящее время используются в учебном процессе в Брестском государственном техническом университете на кафедре информатики и прикладной математики отдельные элементы диалоговой обучающей системы (модули обучения и модуль контроля). Были разработаны и опробованы контрольные курсы по дисциплинам "Современные информационные технологии", "Программные средства автоматизации учета" для студентов экономического и заочного факультетов. Их использование показало возможность сокращения времени преподавателя на контрольный опрос, позволило сократить время на освоение новых тем.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буза М.К., Дубков В.П., Зимянин Л.Ф. Концептуально-логическая схема совершенствования курсов по инфор-

- матике //В сб. тр. Межд. конф. Сетевые компьютерные технологии. 25-29.10.2000. с.142-153.
2. Степанов Д.Ю. Технология разработки компьютерных курсов по математическим дисциплинам в инструментальной CASE-системе СФИНКС //Информационные технологии. 2001. N 5. с.42-51.
  3. Змитрович А.И., Меуер А. О дистанционном обучении //В сборнике тр. Межд. конф. Сетевые компьютерные технологии. 25-29.10.2000. с. 161-165.
  4. Пантелеев Е.Р., Ковшова И.А., Малков И.В., Пекунов В.В., Первовский М.А., Юдельсон М.В. Среда разработки программ дистанционного обучения ГИПЕРТЕСТ: инст-

рументальные средства //Информационные технологии. 2001. N 8. с.34-40.

5. Пантелеев Е.Р. Среда разработки программ дистанционного обучения ГИПЕРТЕСТ: логическая модель и архитектура// Информационные технологии. 2001. N 5. с.30-36.
6. Певзнер Л.В. Гипертекстовая структура компьютерного учебника по информатике. //В сборнике тр. Межд. конф. Сетевые компьютерные технологии. 25-29.10.2000. с. 154-157.
7. Вишняков В.А., Петровский А.А. Системное программное обеспечение микроЭВМ. Мн.: Высшая школа. – 1990.

УДК 371.3

**Гладковский В.И.**

## РЕЙТИНГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ

Исторически сложились следующие этапы в развитии сферы любой человеческой деятельности: 1) случайный опыт, 2) ремесло (методика), 3) технология (см. рисунок 1).

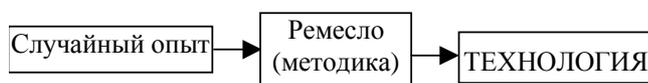


Рисунок 1 – Этапы развития сферы человеческой деятельности.

На первом этапе происходит случайное, нецеленаправленное накопление опыта взаимодействия с окружающей действительностью. При столкновении с каким-либо новым явлением (опытом, приемом), человек сначала осваивает его в форме предварительного изучения и получает первоначальные умения и навыки обращения с данным явлением. На этом этапе человек только начинает предпринимать усилия по использованию нового явления в интересах обеспечения своей жизнедеятельности, но не использует его. После накопления первоначального опыта происходит переход к этапу ремесленного использования накопленных знаний для обеспечения своей жизнедеятельности [4, с. 245—250]. Именно на этом этапе возникает *профессиональная деятельность и методика как совокупность способов и приемов выполнения какой-либо работы* [6, с. 24]. На третьем этапе развития сферы человеческой деятельности создаются механизмы и технические средства производства, появляется разделение труда. Основная работа по изготовлению продукции выполняется техническими средствами производства. Наступает этап *технологии как науки или совокупности сведений о различных физико-механических, химических и других способах обработки (или переработки) сырья, полуфабрикатов, изделий. Технологией также называют и описание этих способов в виде инструкций, графиков, чертежей и т.п.* [6, с. 500].

*Промышленной технологией называют определенный способ производства (образованный совокупностью и последовательностью применения методов) какого-либо продукта, построенного на использовании технических или любых других средств производства под управлением человека.* Если перенести смысл последнего определения технологии в педагогику, то под *технологией обучения будет пониматься определенный способ обучения, в котором основную нагрузку по реализации функций обучения выполняет средство обучения под управлением человека* [4, с. 251]. Важно отметить, любое

изменение в наборе средств производства приводит к изменению технологического процесса, его характеристик и параметров производства, а, следовательно, к изменению самой технологии. Подобный подход, несомненно, применим и к социальным технологиям.

Основное отличие социальной технологии от промышленной следующее: в социальных технологиях отсутствует жесткая заданность и определенность выбора средств и методов достижения цели данной технологии и последовательности их применения. Социальные технологии отличаются, таким образом, степенью детерминированности. Подбор определенной последовательности даже самых результативных способов, приемов или методов не гарантирует автоматического достижения высокой эффективности. Это связано с тем, что невозможно предсказать заранее какой эффект окажет то или иное воздействие на одного и того же человека, находящегося в различных условиях. Точно так же нельзя утверждать, что одно и то же средство воздействия одинаково влияет на разных людей. Можно говорить лишь о спектре реакций, изучать их распределение, строить различные методические сценарии и т. п. По-видимому, в данном случае существует хотя бы и отдаленная аналогия между переходом от динамики материальной точки к статистической физике и далее — к физике волновых и квантовых явлений. Отличительной чертой такого перехода является появление новых, вначале непривычных представлений и теорий, обусловленное расширением сферы теоретического осмысления действительности и необходимостью адекватного понимания этой сферы. Социальные технологии отличаются от промышленных также степенью сложности структуры их организации. Одной из разновидностей социальных технологий являются педагогические технологии, которые в свою очередь делятся на информационные, образовательные и воспитательные технологии. В состав педагогических технологий включают также и технологии обучения.

Огромную роль в социальных технологиях играет *обратная связь*. Например, проведение текущего контроля предназначено для выявления слабоуспевающих учащихся, с которыми затем проводится дополнительная работа по подтягиванию их до минимально допустимого уровня требований. Суть этой работы заключается в выборочном повторении отдельных элементов объяснения и закрепления нового материала. Выборка производится по двум параметрам: по участникам и элементам процесса обучения. Традиционный процесс обучения, построенный на основе *методики обучения*, состоит из

**Гладковский Виктор Иванович.** К. физ.-мат. н., профессор каф. физики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.