

Л.Н. Радванская, Ю.В. Чепурная

Новокаховский политехнический институт, Новая Каховка

## АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ

В статье приводится укрупненный алгоритм разработки компьютеризированной адаптивной системы тестирования знаний обучаемых и анализируется его сущность.

**Ключевые слова:** компьютеризированная система тестирования обучаемых, математическая модель, формализация знаний.

### Введение

**Постановка проблемы.** Под компьютеризированной системой тестирования обучаемых (КСТ) будем понимать систему, предназначенную для автоматизированного тестирования обучаемых и основанную на взаимодействии базы знаний (БЗ) по изучаемой проблемной области (БЗ ПрО), в частности, по конкретным учебным дисциплинам (БЗ УД) и методических знаний по качественной и количественной оценке (БЗ МО) знаний обучаемых.

В общем случае задача разработки КСТ может быть сведена к усовершенствованию средств формализации знаний о тестируемых, разработке математических моделей основных компонентов КСТ и его алгоритма управления, формализации знаний о процессе тестирования и оценки его результатов.

При этом используется различный математический аппарат, различные математические модели обучаемых, предметной области и управления тестированием, что не позволяет объединять модели между собой, создавать интегрированные модели процесса обучения и тестирования в единой КСТ.

**Анализ литературы.** К настоящему времени разработан ряд моделей, описывающих отдельные стороны процесса обучения с помощью компьютеризированных систем обучения [1, 2, 3, 5, 6]. В основу технологии построения моделей положен метод поэтапной детализации и активизации знаний. При построении компьютеризированных систем тестирования решаются следующие задачи [1, 3, 5]:

- 1) определяется содержание, разрабатываются структура и средства ведения БЗ системы тестирования;
- 2) формируются БЗ обучающих курсов ПрО и тестирования по ним обучаемых;
- 3) разрабатываются модели обучаемых, КСТ и алгоритмы управления системой тестирования;
- 4) организуется процесс тестирования обучаемых и анализируются его результаты.

**Цель статьи.** Предлагается алгоритм, позволяющий унифицировать используемый математиче-

ский аппарат для разработки интегрированных моделей и структуру КСТ.

### Основная часть

Алгоритм разработки интегрированной модели КСТ представлен на рис. 1.

Процедура 1 алгоритма – структурный и функциональный анализ формализуемых процессов обучения и тестирования. Целью процедуры является выявление особенностей формализуемых процессов.

Процедура 2. Формализация данных и знаний. При формальном представлении знаний о предметной области должна учитываться ее количественная сторона в виде данных, так как понятие «знания» включает в себя понятие «данные», которые могут соответствовать множеству фактов и отношений между элементами, образующими эти факты.

Для унификации КСТ модели объектов управления и предметной области обучения и тестирования, должны обеспечивать представление знаний единым образом. Для этого очень хорошо подходят, как показано в [4], семантические сети знаний ПрО и БЗ МО. Представление знаний, базирующихся на аппарате семантических сетей, состоит в том, что предметная область рассматривается как совокупность объектов (сущностей, понятий) и связей (отношений) между ними [2, 5].

Семантическая сеть – модель представления знаний посредством сети узлов, связанных дугами, где узлы соответствуют понятиям или объектам, а дуги – отношениям между узлами.

Формально сетевые модели задаются в виде [2, 5]:

$$H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, Q \rangle,$$

где  $I$  – множество информационных компонентов, хранящихся в узлах сети;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – типы связей между информационными элементами;  $Q$  – отображение, которое устанавливает соответствие между множеством типов связей и множеством информационных компонентов сети.

Преимуществами семантических сетей, как средств представления знаний являются их большие

выразительные возможности, естественность и наглядность системы знаний, представленной графически, близость структуры сети семантической структуре фраз естественного языка. Кроме того, аппарат семантических сетей имеет хорошо апробированную научную базу в виде теории графов.

Процессу обучения характерна лингвистическая неопределенность [2, 5], поэтому для формализации

нечетких знаний удобно применять в той или иной мере теорию нечетких множеств [3]. Лингвистическая неопределенность очень удобна при качественной оценке в процессе обучения с помощью естественного языка длины, времени, интенсивности, для целей тестирования и логического вывода, принятия решений, планирования. При этом чаще всего используется многозначная логика [2 – 5].

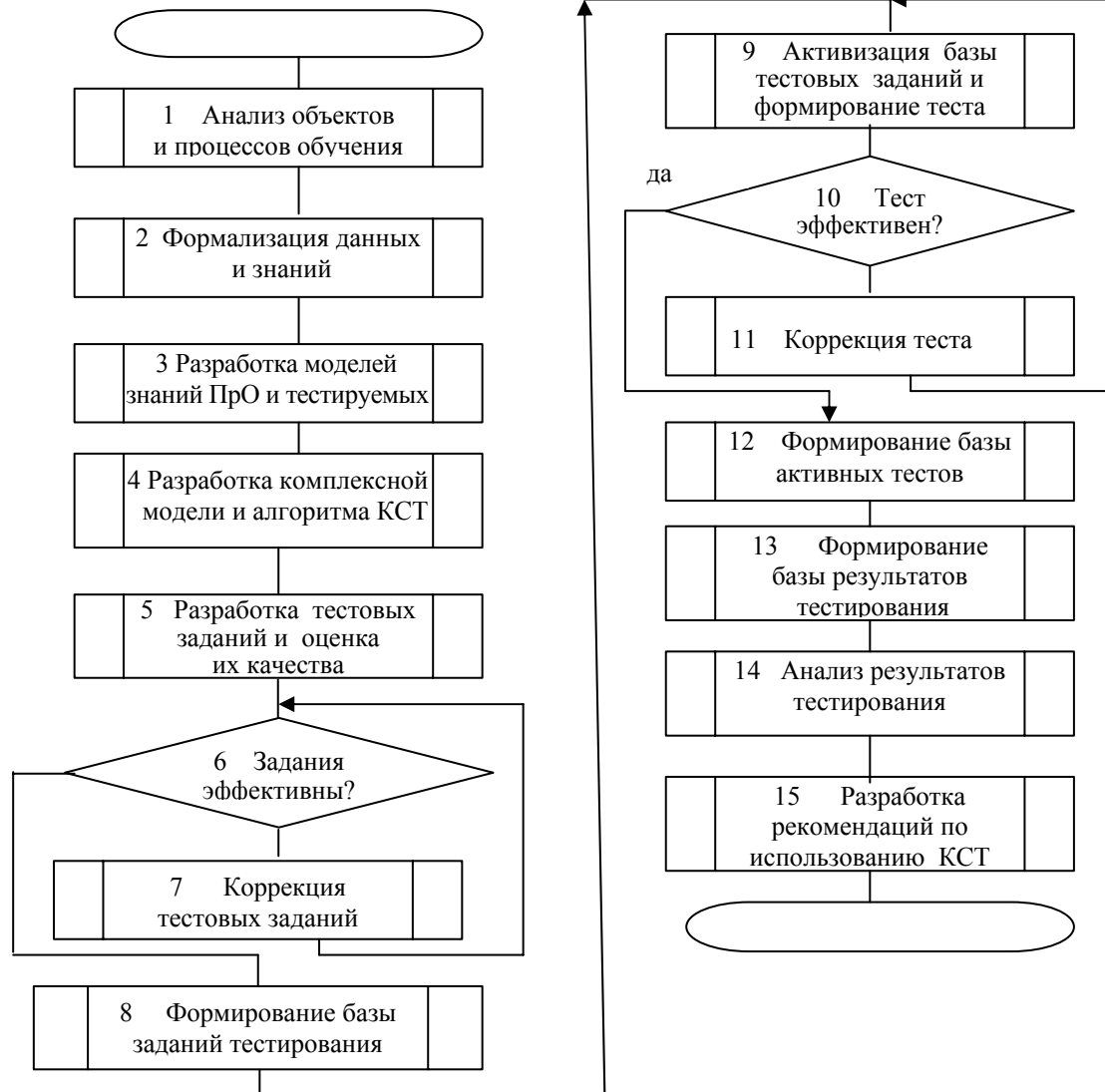


Рис. 1. Алгоритм разработки компьютеризированной системы тестирования обучаемых

Основным объектом многозначной логики является нечеткое логическое выражение, в состав которого входят нечеткие предикаты. Нечеткий предикат  $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$  ставит в соответствие конкретному набору нечетких переменных  $x_1 \in X_1, x_2 \in X_2, \dots, x_n \in X_n$ , превращающих предикат в высказывание со степенью истинности  $\mu(P)$  из диапазона  $[0, 1]$ . Крайние значения этого диапазона соответствуют понятиям «ложь» и «истина» четких предикатов. Степень истинности сложного нечеткого высказывания, образованного из предикатов  $P_1$  и  $P_2$  может быть получена с помощью операций конъюнкции, дизъюнкции и отрицания

юнкции, дизъюнкции и отрицания

Процедура 3. Разработка моделей знаний ПрО и тестируемых.

Модели ПрО и тестируемых являются компонентами комплексной модели КСТ. В качестве основы этих моделей компонентов КСТ предлагается использовать семантические модели ПрО и модель процесса классификации обучаемых на базе нечетких знаний.

Одна из основных целей обучения – это научить обучаемого использовать предоставленную информацию для решения конкретных задач или ситуаций, а базой для этого служат полученные зна-

ния, поэтому структуру ПрО КСТ целесообразно описывать набором признаков, которые характеризуют каждый элемент знаний. Одно из оснований классификации знаний в базе – это система учебных целей (знания и умения, которые должен приобрести обучаемый), которая составляет специальную часть знаний ПрО и занимает особое место среди других знаний [4]. Учебные цели выступают в качестве признаков компонентов ПрО и взаимосвязь целей задается явно. Связи других компонентов определяются через их признаки – отношение к элементам системы целей.

Модель обучаемого является одной из базовых компонент интеллектуальных компьютерных систем обучения. Она должна содержать достаточно полную информацию об обучаемом: уровень его знаний, умений и навыков, способность к обучению, способность выполнения заданий (умеет ли он использовать полученную информацию), личностные характеристики (тип, ориентация) и другие параметры. С точки зрения усвоения и освоения предметной области является уровень навыков и умений, который должен быть включен в модель обучаемого.

Такие модели известны [2, 5], но в данном случае модели тестируемых должны позволять организовывать адаптивное управление КСТ, что требует их существенной доработки.

Процедура 4. Разработка комплексной модели и алгоритма КСТ.

Комплексная модель КСТ строится на основе моделей ПрО, классификации тестируемых, компонент системы управления тестированием и тестирования знаний предметной области обучаемыми. Это должна быть многоуровневая модель в виде функциональной семантической сети на верхнем уровне представления знаний и разветвленной системы тестирования, которая управляла бы выводом заключений на нижних уровнях модели тестирования знаний и обобщала результаты выводов всех уровней.

Модель КСТ, построенная на семантических сетях, должна иметь свою систему логического вывода, которая формирует заключения в соответствии с правилами, заложенными в алгоритм модели.

Комплексный алгоритм функционирования КСТ строится на основании концептуальной модели КСТ, которая предшествует разработке комплексной модели КСТ и отражает сущность процесса функционирования системы. Комплексный алгоритм должен управлять компонентами КСТ и обрабатывать информацию о результатах тестирования.

Процедура 5. Разработка тестовых заданий по учебной дисциплине.

Основными требованиями, предъявляемыми к тестовым заданиям, являются:

независимость заданий;

простота и компактность формулировки вопросов;

исключение неоднозначности понимания вопроса.

В КСТ при отборе информации для составления тестовых заданий должны быть учтены репрезентативность, комплексность, вариативность и системность содержания, ее соответствие цели тестирования, надежность теста [1].

Для расчета показателей эффективности теста строится матрица результатов тестирования, определяется трудность задания путем определения меры вариации тестовых баллов тестируемых [1]:

$$S = \sqrt{S_Y / N - 1},$$

где N – число обучаемых;

$$S_Y = \sum_{i=1}^N (Y_i - M_Y)^2 - \text{показатель вариации}$$

тестовых баллов по всем заданиям теста;

$M_Y$  – средний арифметический тестовый балл группы обучаемых;

$Y_i$  – количество баллов, набранных обучаемым.

Более подробную информацию о проверке качества тестовых заданий можно узнать в [1,6].

Процедуры 6, 7, 8. Проверка удовлетворяют ли показатели соответствия тестовых заданий КСТ заданным требованиям? В случае, если показатели эффективности тестовых заданий не удовлетворяют заданным требованиям, проводится коррекция заданий (процедура 7). Суть коррекции должна состоять в применении более валидных заданий, т.е. либо в их допустимом упрощении, либо усложнении. Затем формируется база тестовых заданий КСТ (процедура 8).

Процедура 9. Активизация базы тестовых заданий и динамическое формирование теста по учебной дисциплине. Адаптивное динамическое формирование теста предполагает

Процедуры 10, 11, 12 проверки соответствия динамически сформированного теста заданным показателям эффективности. Основными показателями эффективности теста являются валидность, надежность, шкалирование.

Для расчета валидности формируются два теста, определяются доли аттестованных и не аттестованных тестирующихся и валидность определяется по формуле [6]:

$$V = (ad - bc) / \sqrt{(a+c)(b+c)(a+d)(b+d)},$$

где d – доля аттестованных обучаемых;

a – доля не аттестованных обучаемых;

b – доля аттестованных обучаемых в 1-м тесте и не аттестованных во 2-м;

c – доля аттестованных обучаемых во 2-м тесте и не аттестованных в 1-м. Доли вычисляются нормированием по количеству обучаемых, участвующих

щих в тестировании:  $d = Nd / N$ ,

$Nd$  – количество аттестованных обучаемых;

$N$  – количество общее обучаемых, участвующих в тестировании.

При этом  $V$  должно быть не меньше нуля. Отрицательные значения показывают, что тест плохой.

Оценка надежности теста производится путем расчета корреляции двух тестирующих наборов, где суммарный коэффициент надежности определяется по формуле [6]:

$$K_Y = \frac{N \sum_i x_i y_i - \left( \sum_i x_i \right) \left( \sum_i y_i \right)}{\sqrt{\left[ N \sum_i (x_i)^2 - \sum_i x_i \right] \left[ N \sum_i (y_i)^2 - \sum_i (y_i) \right]}}$$

где  $X, Y$  – тестирующие наборы;

$x_i, y_i$  – элементы этих наборов.

Шкалирование заключается в переходе от обычных целочисленных баллов к произвольным с целью более полной дифференциации обучаемых. Для этого используются различные критериально-ориентированные шкалы [2, 6].

Процедуры 13, 14. Формирование базы результатов тестирования и анализ результатов тестирования соответственно.

Анализ результатов тестирования по каждому из обучаемых и группе позволяет скорректировать план занятия или учебный план дисциплины с целью повышения эффективности их поведения.

Процедура 15. Разработка рекомендаций по использованию КСТ в учебном процессе. Разработка рекомендаций по использованию КСТ в учебном процессе осуществляется при наборе достаточного опыта в применении либо после необходимого обучения КСТ.

## Выводы

Таким образом, задача разработки КСТ может быть сведена к:

1) усовершенствованию средств формализации знаний о процессе обучения и оценки его результатов;

2) разработке математических моделей основных компонентов КСТ,

комплексной математической модели КСТ и ее алгоритма функционирования;

3) оценке количественных показателей эффективности и надежности тестовых заданий разработанной КСТ;

4) разработке рекомендаций по применению КСТ в учебном процессе.

В целом компьютеризация составления и проверки тестовых заданий и динамического формирования тестов по различным дисциплинам позволит существенно упростить и повысить эффективность учебного процесса в ВУЗе.

## Список литературы

1. Радванская Л.И., Соколова Н.А., Григорова А.А. Схема работы подсистемы контроля знаний в компьютеризированной системе обучения // Вестник ХГТУ. – Херсон: ХГТУ, 2004. – № 1(19). – С. 442-447.

2. Бобырь Е.И., Леценко И.Е. Методика построения интегрированной базы знаний экспертных обучающих систем // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2003. – № 3. – С. 111-114.

3. Борисов А.Н., Алексеев А.А., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 303 с.

4. Затхей В.А., Шаронова Н.В., Леценко И.Е. Формально-логический аппарат представления знаний о процессах управления обучением в экспертных обучающих системах // АСУ и приборы автоматики – Х.: МОНУ, ХНУРЭ, 2005. – № 130. – С. 52-56.

5. Леценко И.Е. Комплексная информационно-логическая модель автоматизированной обучающей системы на базе экспертных оценок // Системи обробки інформації – Х.: Харківський університет Повітряних Сил, 2005. – Вип. 4(44). – С. 90-95.

6. Григорова А.А., Бугаев А.Д., Каширских О.В. Модуль оценки качества теста // Вестник ХГТУ. – Херсон: ХГТУ, 2004. № 1(19). – С. 472-477.

Поступила в редколлегию 7.08.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.И. Бобырь, Народная украинская академия, Харьков.

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ ТИХ, ХТО НАВЧАЄТЬСЯ

Л.Н. Радванська, Ю.В. Чепурна

У статті приводиться укрупнений алгоритм розробки комп'ютеризованої адаптивної системи тестування знань тих, хто навчається, і аналізується його суть.

**Ключові слова:** комп'ютеризована система тестування тих, хто навчається, математична модель, формалізація знань.

## ALGORITHM OF CONSTRUCTION OF THE COMPUTERIZED ADAPTIVE SYSTEM OF TESTING OF KNOWLEDGES OF TAUGHT

L.N. Radvanskaya, Yu.V. Chepurnaya

In the article the combined into larger units algorithm of development of the computerized adaptive system of testing of knowledges is presented taught and his essence is analysed.

**Keywords:** computerized system of testing taught, mathematical model, formalization of knowledges.