

Обробка інформації в складних організаційних системах

УДК 004.85:004.82

О.А. Мазурова, М.А. Ерохин, А.М. Сподарец

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ ГРУППОВЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ

Данная работа посвящена созданию компьютерных обучающих систем в рамках перспективной технологии групповых исследовательских проектов. Акцент в обучении сделан на групповую, с элементами состязательности, творческую работу по построению классификационной модели в области знаний учебной дисциплины. Предложенная для проведения обучения интегрированная концептуальная классификационная модель позволяет студентам самостоятельно изучить, закрепить и систематизировать знания по дисциплине, усвоить основные понятия (термины) и их определения, промоделировать родовидовые и партитивные отношения между изучаемыми системами.

Ключевые слова: обучающая система, классификационная модель, групповой исследовательский проект, родовидовая классификация, партитивная классификация, понятие, определение.

Введение

Постановка проблемы. Одним из направлений повышения эффективности обучения сегодня является разработка и использование компьютерных обучающих систем. Технические возможности персонального компьютера позволяют персонализировать обучение, повысить к нему интерес, сместить акценты от теоретических знаний к практическим. Большой популярностью пользуются обучающие веб-приложения, которые позволяют повысить наглядность в предоставлении материала и его доступность.

Особенно актуальной становится эта задача в условиях сокращения доли аудиторных занятий и смещении акцентов на самостоятельную работу студентов. Разрабатываемые обучающие средства должны побуждать студента работать самостоятельно и прилагать серьезные интеллектуальные усилия по превращению информации, полученной в процессе обучения, в организованное знание. Современный рынок труда ждет от системы образования подготовки конкурентоспособных специалистов на базе новых моделей и технологий обучения.

Анализ основных исследований и публикаций. Современные обучающие системы, такие как Coursera, Edx, Udacity, TrainingWare, Moodle и др. [1] охватывают различные аспекты обучения и ориентированы на широкую целевую аудиторию. Тем не менее, актуальной является разработка систем,

обучающих не в привычной «школьной» парадигме «материал-упражнения», а с учетом задачно-целевого или ситуативно-проблемного направлений. Немаловажно, когда поддерживаемое системой компьютерное обучение организовано с элементами состязательности, как это происходит в рамках перспективной технологии групповых исследовательских проектов [2]. В рамках такого подхода студенты вовлекаются в некий единый творческий процесс, в ходе которого, решая нетривиальную практическую задачу, не только закрепляют полученную в ходе изучения дисциплины информацию, но и превращают ее в организованное знание.

Наиболее близкой к человеческой системе представления знаний является классификационная модель. Она позволяет связать классифицируемые понятия родовидовыми или другими видами отношений, отражая тем самым внутренние закономерности соответствующей области знаний. Максимально полно отражает закономерности области знаний так называемая естественная классификация [3]. Естественная классификация задает отношения между классифицируемыми понятиями с учетом их естественного происхождения, их сути, природы. Наиболее полно учесть в классификационной модели природные особенности систем можно в области естественных и технических наук. Классическим примером естественной классификации служит периодическая таблица Д.И. Менделеева, которая представлена в виде фасетной классификации. Для

технических наук суть изучаемых систем составляет их назначение (функция). На этом принципе построены определения базовых понятий (терминов) в технических дисциплинах. Таким образом, классификационная модель понятий той или иной дисциплины может считаться моделью, которая максимально систематизирует соответствующие знания. А нетривиальная, но вполне выполнимая, задача построения классификационной модели знаний по изучаемой дисциплине может стать основой дискуссионно-проблемного обучающего материала для обучающих систем в рамках технологии групповых исследовательских проектов.

Постановка задачи. Была поставлена задача разработать классификационную модель как основу для создания обучающих систем в рамках технологии групповых исследовательских проектов, которая позволит студентам изучить, закрепить и систематизировать теоретические знания по учебной дисциплине, а также оценить их участие в таком процессе классифицирования.

Использование системологического классификационного подхода

Теоретический материал многих естественно-научных и технических дисциплин основан на классифицировании изучаемых систем: «...живые организмы бывают следующих видов ...», «...существуют базы данных следующих типов ...», «...программные системы делятся на классы ...» и т.д. Наиболее удачные определения, которые используются для введения новых терминов, – родовидовые. Они основаны на указании родительского понятия для данного понятия и видового отличия данного понятия от других понятий этого уровня. Например, «реляционная база данных — это ... база данных, в которой данные представлены в виде таблиц...» [4, стр. 97]. Такие принципы формирования терминов учебных дисциплин и их определений основаны на естественной природе появления (или создания) данных систем.

Вместе с изучением родовидовых определений, теоретический материал дисциплин в огромном количестве содержит информацию о строении систем, например: «Отношение R состоит из заголовка (схемы) и тела. Заголовок представляет собой множество атрибутов (именованных вхождений домена в заголовок отношения), а тело – множество кортежей, соответствующих заголовку» [4] и т.п. Такая информация фактически является партитивной классификацией (классификацией на основании «часть-целое»). Именно формирование в голове обучаемого целостной картины взаимосвязи изучаемых понятий (систем), как с точки зрения «род-вид», так и с точки зрения «часть-целое», является основой для систематизации знаний и его усвоения.

В качестве основы для обучения теоретическим основам дисциплины предлагается интегрированная концептуальная классификационная модель (ИККМ) [5]. Ее разработка проводилась в направлении максимального ее приближения к естественной классификации [3], которая является общепризнанной формой выражения знаний об объективных зависимостях в проблемных областях. В качестве корня такой модели было выбрано понятие-категория обо всем множестве понятий (терминов) A^U в области учебной дисциплины. Классификационный подход позволяет задавать конкретные примеры реализации систем из области дисциплины с помощью единичных понятий, а возможность добавлять новые термины без изменения структуры модели предоставляется благодаря заданию общих понятий о классах систем. В терминологии объектно-ориентированного подхода такие классы должны являться конкретными, а не абстрактными, классами с целью их дальнейшего описания на основании отношения «часть-целое».

Использование системологического классификационного подхода [3], основанного на учете системного отношения поддержания функциональной способности целого, позволило получить основание для выделения существенных свойств систем. Согласно системологии, под существенным свойством необходимо понимать такое, которое является поддерживающим для существования самой системы. Носителями таких поддерживающих свойств в системах являются их подсистемы (функциональные элементы), сформировавшиеся в составе систем для обеспечения соответствующих поддерживающих функций.

Таким образом, задание существенных свойств систем связано с описанием их функционального состава. Для этого в ИККМ наряду с классификацией, задающей родовидовые отношения между классами систем, каждая система-термин может быть описана партитивной классификацией [5], задающей функциональные элементы в ее составе и партитивные отношения между ними.

Разработанная ИККМ позволяет:

– задать описания понятий о системах-терминах изучаемой дисциплины путем однозначного определения их места в родовидовой классификации (РВК) и соответствующего видового отличия, отражающего функциональные назначения систем-терминов;

– промоделировать функциональный состав и партитивную структуру системы-термина в виде партитивной классификации (ПК).

Математическое описание ИККМ

Для математического описания разработанной ИККМ использовался хорошо развитый и нагляд-

ный аппарат теории графов и зависимости, полученные для естественной классификации в [3]. Графовая модель A^U ИККМ (рис. 1) представляет собой объединение следующих графов:

– графа A , задающего РВК, связывающую описание понятий $a \in A^U$ и их функциональных назначений $V(a)$ в единую модель на базе родовидовых отношений (на рис. 1 граф задан на 3-х левых верхних вершинах);

– совокупности графов $P(a_j^i)$ – партитивных классификаций, задающих описание функционального состава $E(a)$, существенных свойств $P^S(a)$ и партитивной структуры $R(E(a))$ отдельных понятий $a \in A^U$ (на рис. 1 дуги этих графов обозначены тонкими линиями);

– совокупности графов, отражающих связи однотипных функциональных элементов в составах систем-терминов (представлены на рисунке графами с серыми вершинами).

В графе A множество вершин VA является конечным множеством с разбиением $VA = \{A^i\}$,

где $i = \overline{1, N}$, $A^i = \{(a_j^i, V(a_j^i))\}_{j=1}^{k_i}$ – подмножество

объектов, соответствующих системам-классам i -го уровня иерархии с их функциональными назначениями (k_i – число элементов множества A^i ; $k_1 = 1$, т. е. на первом (верхнем) уровне иерархии находится только один объект $(a_1^1, V(a_1^1))$ (система-класс, описывающая понятие-категорию); $k_2 \geq 2$ и $k_{i+1} \geq 2k_i$ ($i = \overline{2, N-1}$) [5].

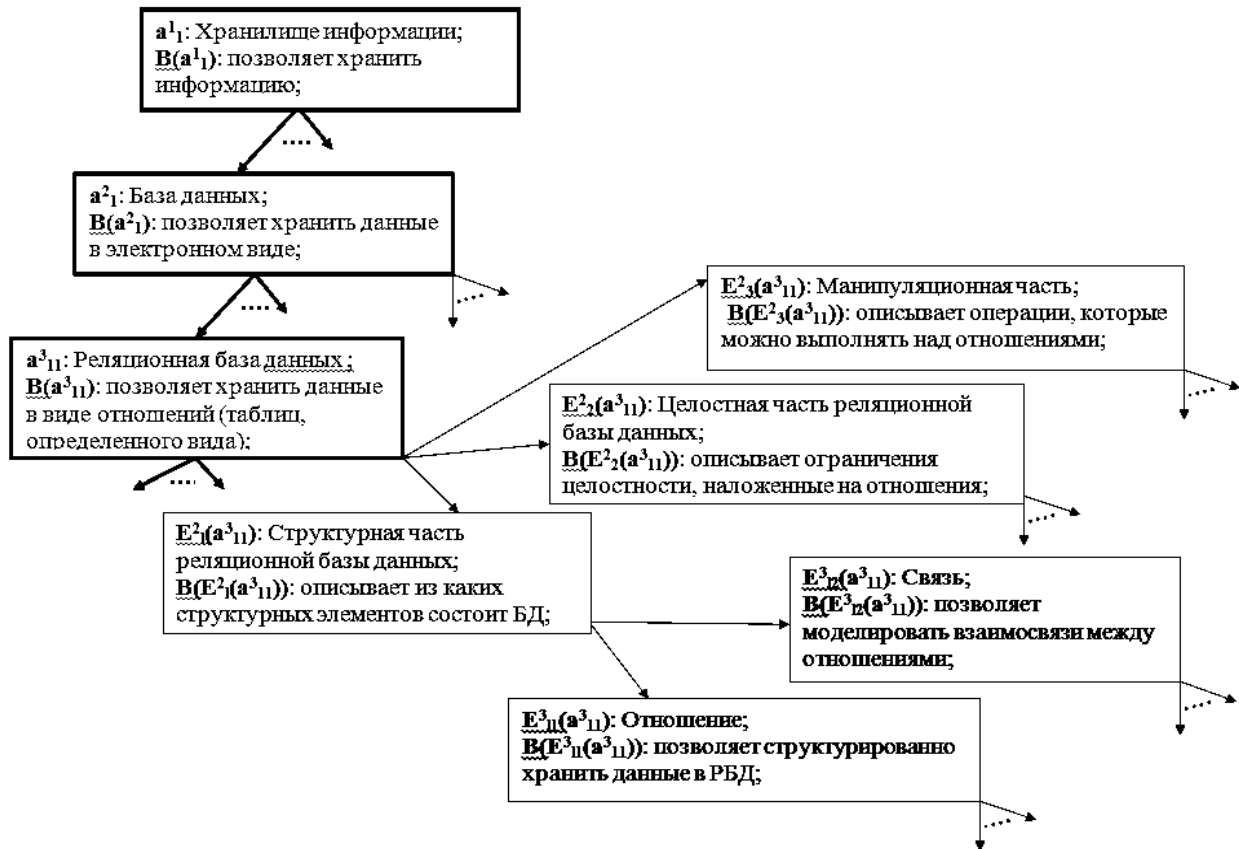


Рис. 1. Фрагмент ИККМ в области баз данных

Множество EA дуг графа A , определяется критериями естественной классификации, и отражает родовидовые связи систем-классов.

С учетом того, что любая система-класс имеет единственную надсистему-класс (у данного вида один род), для любого элемента $(a_r^i, V(a_r^i)) \in A^i$ ($i = \overline{2, N}$) существует единственный элемент $(a_{s_r}^{i-1}, V(a_{s_r}^{i-1})) \in A^{i-1}$, такой, что множество

$$EA\left((a_{s_r}^{i-1}, V(a_{s_r}^{i-1})), (a_r^i, V(a_r^i))\right)$$

состоит из одной дуги; для всех остальных элементов $(a_s^{i-1}, V(a_s^{i-1})) \in A^{i-1}$ ($s \neq s_r$) оно пусто

$$EA\left((a_s^{i-1}, V(a_s^{i-1})), (a_r^i, V(a_r^i))\right) = \begin{cases} \{e_{s,r}^{i-1,i}\} & \text{при } s = s_r, \\ \emptyset & \text{при } s \neq s_r. \end{cases}$$

Рассмотрим графовую структуру $P(a_j^i)$, раскрывающую партитивное строение произвольной системы-термина a_j^i .

Множество вершин $VP(a_j^i)$ графа $P(a_j^i)$ является конечным множеством с разбиением

$$VP(a_j^i) = \{E^l(a_j^i)\},$$

где $l = \overline{1, NP(a_j^i)}$,

$$E^l(a_j^i) = \{(a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l))\}_{r=1}^{N^l(a_j^i)}$$
 – подмноже-

ство вершин, соответствующих функциональным элементам l -го уровня партитивной структуры системы-термина,

$$N^l(a_j^i) – \text{число элементов множества } E^l(a_j^i),$$

$a_j^i\{x\}_r^l$ – сокращенное написание составного l -буквенного обозначения партитивных элементов терминов.

На первом уровне партитивной структуры системы-термина рассматривается единственный элемент в виде самой системы-термина a_j^i :

$$E^1 = \{(a_j^i, B(a_j^i))\} \quad (N^1(a_j^i) = 1).$$

Множество дуг $EP(a_j^i)$ графа отражает партитивные отношения, т.е. для любого элемента

$$(a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l)) \in E^l(a_j^i) \quad (l = \overline{2, NP(a_j^i)})$$

существует единственный элемент

$$(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}, B(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1})) \in E^{l-1}(a_j^i),$$

такой, что множество

$$EP(a_j^i)[(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}, B(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1})), (a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l))]$$

состоит из одной дуги, задающей вхождение элемента

$$(a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l))$$

в элемент

$$(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}, B(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}))$$

как части; для остальных элементов множество дуг является пустым

$$EP^E(a_j^i)[(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}, B(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1})), (a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l))] = \begin{cases} \{(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1}, B(a_j^i\{x\}_{s_r}^{l-1})), (a_j^i\{x\}_r^l, B(a_j^i\{x\}_r^l))\} & \text{при } s = s_r, \\ \emptyset & \text{при } s \neq s_r. \end{cases}$$

На базе математической модели ИККМ может быть выделено ряд элементов, которые могут быть положены в основу обучающего процесса.

ИККМ как основа для обучения

Построение ИККМ в области знаний конкретной учебной дисциплины может быть организовано как некий групповой творческий процесс, в ходе которого студенты должны:

- продемонстрировать и закрепить теоретические знания, полученные в ходе аудиторных занятий;

- продемонстрировать знания, полученные в ходе самостоятельной работы (поиска и изучения дополнительных литературных источников);

- показать умение логически мыслить в ходе анализа определений изученных понятий и построения родовидовых или партитивных отношений.

На базе разработанной ИККМ могут быть предложены следующие элементы для обучения:

- поиск и знание основных понятий (терминов) учебной дисциплины $a \in A^U$;

- поиск и знание определений этих понятий (терминов), которые могут быть привязаны к соответствующему понятию-вершине РВК или ПК;

- поиск и знание литературных источников, из которых могут быть взяты определения;

- умение выделить в родовидовом определении ссылку на родительское понятие и видовое отличие;

- умение проанализировать и установить родовидовые связи между выделенными понятиями;

- умение выделить структурные элементы (части) $E^l(a_j^i)$, которые описывают строение соответствующей системы-термина;

- умение проанализировать и установить партитивные (типа «часть-целое») отношения между выделенными понятиями;

- поиск и знание конкретных примеров реализации той или иной системы-термина, которые могут быть промоделированы в виде конечных вершин ИККМ.

В целом, ИККМ как основа для построения обучающей системы позволяет:

- систематизировать основные понятия дисциплины путем создания родовидовых классификаций;

- рассматривать изучаемые системы с точки зрения отношений «часть-целое» путем создания партитивных классификаций;

- добавлять изученные понятия, их определения и ссылки на изученные литературные источники.

Организация работы по построению ИККМ как группового процесса дает возможность:

- основной массе студентов продемонстрировать полученные теоретические знания, добавив в модель изученные понятия, их определения и литературные источники;

– более сильным студентам продемонстрировать свои интеллектуальные возможности, добавляя в модель новые структурные отношения между понятиями;

– более слабым студентам ознакомиться со структурированными знаниями и поучаствовать в проекте, поддержав или проголосовав против предложенных другими структурных отношений.

Итоговая оценка за работу студента в процессе построения ИККМ может быть оценена по формуле

$$\text{Total} = \frac{\max \text{Mark}}{\max \text{InternalMark}} * \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^{\text{lim}_i} K_i * M_j,$$

где Total – итоговая оценка студента за работу;

max Mark – максимальная оценка, которую может получить студент за работу (задается преподавателем) и относительно которой масштабируется итоговая оценка;

$$\max \text{InternalMark} = \sum_{i=1}^{n_k} K_i * \text{lim}_i * 5 \text{ – внутренняя}$$

максимальная оценка, которую может получить студент в системе;

N_k – количество различных оцениваемых активностей студента;

lim_i – максимальное количество определенной активности для студента (задается преподавателем);

K_i – коэффициент сложности определенной активности (задается преподавателем);

M_j – оценка по 5-ти бальной шкале для активности, выставленная преподавателем.

Поддерживаемое системой компьютерное обучение организовано с немаловажными элементами состязательности, т.к. строится единая для всех участников обучения классификационная модель понятий дисциплины, а дополнительные баллы участники получают с учетом их активности, качества участия, а также коэффициентов сложности, присваиваемых преподавателем.

Разработка обучающей веб-системы для дисциплины «Базы данных»

На базе предложенной ИККМ была разработана обучающая веб-система, которая была использована для закрепления теоретического материала и получения студентами дополнительных баллов по дисциплине «Базы данных». Пример интерфейса по построению родовидовой классификации в области баз данных приведен на рис. 2. Использование системы предлагалось тем студентам, которые претендовали на «отличную» оценку по дисциплине и готовы были проявить свои аналитические и творческие способности для построения по изученному материалу, а также путем самостоятельного анализа дополнительной литературы, классификационной модели в области баз данных.

Веб-система предоставляет обучающемуся следующие возможности:

- изучать текущую сформированную классификационную модель по дисциплине;

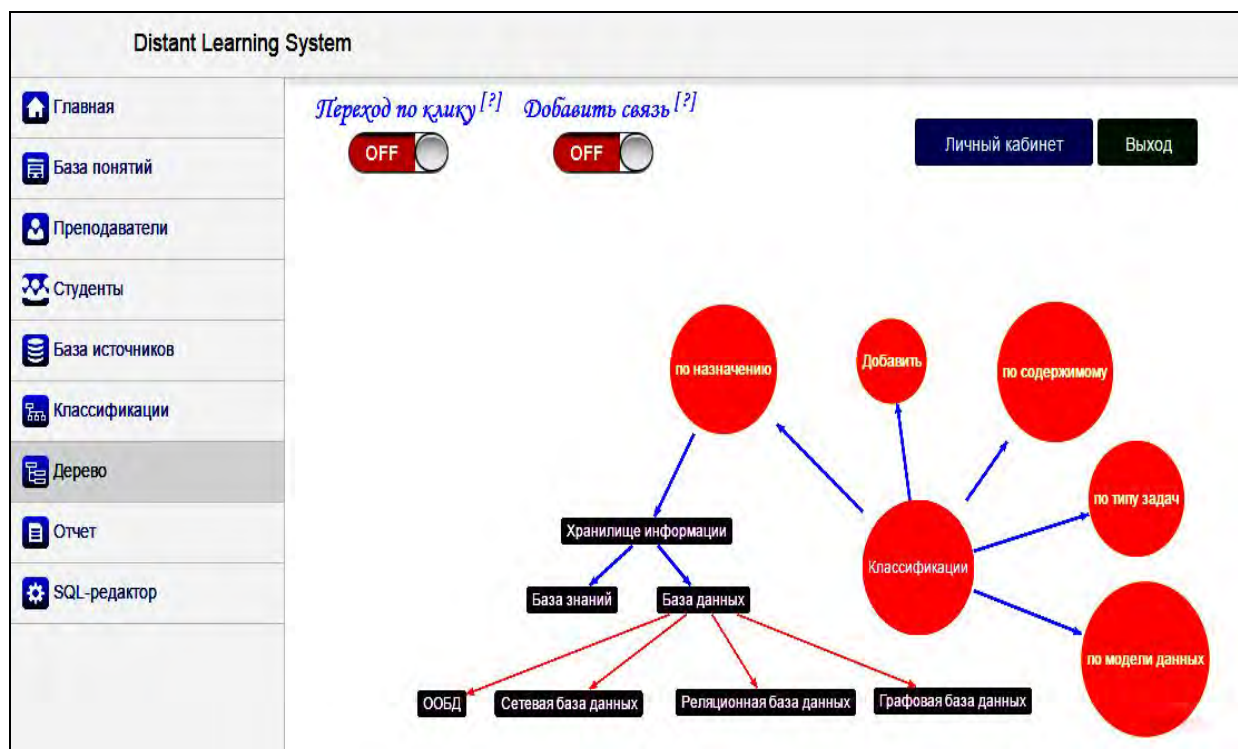


Рис. 2. Пример интерфейса обучающей веб-системы

- розширяти модель путем додавання нових понять, їх определений, нових літературних джерел, родовидових і партитивних зв'язей між поняттями;

- голосувати за правильність доданих друзими студентами понять і зв'язей;

- отримувати оцінку і рекомендації викладача стосовно свого участя в проекті;

- отримувати автоматично розраховані оцінки свого участя в процесі.

Веб-система була розроблена на мові C# з використанням технології ASP.NET MVC. База даних розроблялась з допомогою СУБД Microsoft SQL Server.

Для нормального функціонування програми зі сторони сервера необхідний хостинг для клієнт-серверного застосування і IIS-сервер, зі сторони клієнта необхідний процесор рівня не нижче Pentium 4, монітор з дозволом не менше 1280x1024, встановлена ОС Windows 7 і вище, встановлений .NET Framework 4.5, і браузер Google Chrome з підтримкою HTML5.

Висновки і перспективи

В роботі запропонована інтегрована концептуальна класифікаційна модель, яка може бути використана як основа для створення навчальних систем в межах технології групових дослідницьких проектів. Запропонована модель дозволяє вивчити, закріпити і систематизувати теоретичні знання по навчальній дисципліні. Запропонована система оцінювання участя навчальних в груповому процесі побудови класифікаційної моделі.

Запропонована модель і розроблені принципи її використання в процесі навчання були

випробовані в ході створення навчальної веб-системи для дисципліни «Бази даних». Система була використана для оцінки самостійної роботи студентів спеціальності «Програмна інженерія».

Запропонована модель може використовуватися для закріплення і перевірки теоретичних знань по технічним і природничонауковим дисциплінам.

На її основі може бути реалізована навчальна система, яка дозволить студенту вивчити, закріпити і систематизувати знання по навчальній дисципліні на основі колективного творчого побудови класифікаційної моделі в відповідній області знань.

Список літератури

1. Andrew Ng. *Origins of the Modern MOOC.* / Andrew Ng., Jennifer Widom [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cs.stanford.edu/people/ang/papers/mooc14-OriginsOfModern-MOOC.pdf>.

2. *Нові педагогічні та інформаційні технології в системі освіти* / Під ред. Е.С. Полат. – М., 2000.

3. Солов'єва Е.А. *Естествена класифікація: системологічні основи* / Е.А. Солов'єва. – Х.: ХТУРЭ, 1999. – 222 с.

4. Дейт К. Дж. *Введення в системи баз даних.* – 8-е изд. / К.Дж. Дейт. – М.: Вільямс, 2005. – 1328 с.

5. Нестеренко О.О. *Застосування класифікаційних моделей в інтелектуальних системах* / О.О. Нестеренко, М.С. Широкопетлева // *Всхідно-Європейський журнал передових технологій.* – 2005. – № 4/2(16). – С. 113-118.

Поступила в редакцію 21.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Гребенник, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

КЛАСИФІКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЯК ОСНОВА НАВЧАННЯ В МЕЖАХ ТЕХНОЛОГІЇ ГРУПОВИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПРОЄКТІВ

О.О. Мазурова, М.А. Єрохін, О.М. Сподарець

Дана робота присвячена створенню комп'ютерних навчальних систем в межах перспективної технології групових дослідницьких проектів. Акцент під час навчання зроблено на групову, з елементами змагання, творчу роботу з побудови класифікаційної моделі в галузі знань навчальної дисципліни. Інтегрована концептуальна класифікаційна модель, що запропонована для проведення навчання, дозволяє студентам самостійно вивчити, закріпити та систематизувати знання з дисципліни, засвоїти основні поняття (терміни) та їх визначення, промодельовати родовидові та партитивні відношення між системами, що вивчаються.

Ключові слова: навчальна система, класифікаційна модель, груповий дослідницький проект, родовидова класифікація, партитивна класифікація, поняття, визначення.

CLASSIFICATION MODEL AS A FOUNDATION OF LEARNING IN TERMS OF TECHNOLOGY OF GROUP RESEARCH PROJECTS

O.A. Mazurova, M.A. Yerokhin, A.M. Spodarets

The given work is devoted to the development of computer-based learning systems in terms of promising technology of group research projects. The emphasis in training is placed on collective, with elements of competition, creative construction of the classification model of the corresponding knowledge area. Proposed for learning, integrated conceptual classification model allows students to explore, consolidate and systematize knowledge of the discipline, to acquire basic concepts (terms) and their definitions, to model genus-species and partition relations between the studied systems.

Keywords: learning system, classification model, group research project, genus-species classification, partition classification, concept, definition.