

УДК 004.652:377.169.3

DESIGNING A DATABASE FOR A STUDENT MODULE WITHIN THE SUPPORT SYSTEM OF DISCIPLINES STUDY

N. Povoroznyuk, K. Bobrivnyk, S. Hribkov

National University of Food Technologies

Key words:

*Model of a student
Overlay method
Learning object
Concept
Model of data
The support system of
engineering disciplines
study*

ABSTRACT

The article suggests and substantiates a student's model for engineering and technological disciplines. The model is based on the overlay method of declarative and procedural knowledge processing. This enabled to determine the student module features designed for knowledge control, storage of learning outcomes and adaptive management of the process of discipline studying. A database that will provide information support of student's module functioning in the support system of the engineering disciplines study was designed as a base for creating a student module.

Article history:

Received 05.11.2016
Received in revised form
24.11.2016
Accepted 09.12.2016

Corresponding author:

N. Povoroznyuk

E-mail:

npnuht@ukr.net

ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ МОДУЛЯ СТУДЕНТА У СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН

Н.І. Поворознюк, К.Є. Бобрівник, С.В. Грибков

Національний університет харчових технологій

У статті запропоновано й обґрунтовано структуру моделі студента для інженерно-технічних і технологічних дисциплін. Математична модель ґрунтується на оверлейному методі обробки деклараційних і процедурних знань студента. Це дало змогу визначити функції модуля студента, що призначений для контролю знань, зберігання результатів навчання й адаптивного управління процесом вивчення дисциплін. Для створення модуля студента спроектована база даних, що забезпечить інформаційну підтримку його функціонування і взаємодії з модулем предметної області дисципліни у системі підтримки навчальних дисциплін.

Ключові слова: *модель студента, оверлейний метод, навчальний об'єкт, поняття, модель даних, система підтримки вивчення дисциплін.*

Постановка проблеми. В останні роки набули розвитку електронні засоби навчання, що призвело до появи дистанційної системи навчання за

допомогою інформаційних та електронних засобів. Така концепція здобула назву E-learning (Electronic Learning). Головною подією для розвитку даного напрямку є поява у 2010 р. відкритих он-лайн курсів, на яких одночасно навчаються сотні тисяч студентів [7]. Для того, щоб підвищити якість навчання, навчальні заклади використовують засоби E-learning [8;14]. Виділяють такі категорії сучасних електронних засобів навчання [9]: корпоративні системи управління навчанням (LMS, Corporate Learning Management Systems), системи управління навчальним контентом (LCMS, Learning Content Management Systems), засоби розробки навчального контенту (Course Authoring Tools), віртуальні класи (Virtual Classrooms) або віртуальні навчальні середовища (VLE, Virtual Learning Environment), освітні системи управління навчанням (ELMS, Education Learning Management Systems). Центральним компонентом системи підтримки навчання є модуль студента, що дає змогу здійснювати управління знаннями студентів, забезпечувати адаптивність процесу вивчення і відслідковувати його якість [5; 6].

Проблема розвитку та вдосконалення засобів E-learning з кожним роком стає більш актуальною для кожного вищого навчального закладу, тому що від якості підготовлених кадрів залежить майбутнє, а більшість сучасних компаній прагнуть отримати кваліфікованих робітників. Актуальність використання засобів E-learning підтверджує потік капіталовкладень у світовій індустрії електронного навчання, що складає 48 млрд дол. США у 2000 р. [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання створення якісних засобів навчання є надзвичайно актуальним при безперервному навчанні [10; 12] для забезпечення адаптивного та індивідуального підходу до навчального процесу у ВНЗ [13]. Сучасні методи та підходи до побудови електронних засобів навчання у вітчизняній і зарубіжній літературі описані у працях [5; 9; 10; 11]. Незважаючи на це, у сфері інженерно-технічного і технологічного навчання розроблено недостатньо електронних засобів, що мають універсальний характер і можуть бути застосовані у процесі вивчення цих дисциплін.

Мета статті: розробити математичну та інформаційну моделі функціонування модуля студента для системи підтримки вивчення інженерно-технічних і технологічних дисциплін.

Виклад основних результатів дослідження. Для моделювання системи підтримки вивчення декларативних і процедурних знань інженерно-технічних і технологічних дисциплін застосовано оверлейний метод управління навчанням, описаний у працях [2; 3]. Структура дисципліни ґрунтується на онтологічній моделі, в основі якої лежать поняття [4]. Оверлейна векторна модель ґрунтується на теоремі Байєса. Мета системи підтримки вивчення навчальної дисципліни полягає в досягненні заданих рівнів навченості (межових імовірностей) для всіх чи вибраних фрагментів навчального матеріалу. Контроль здійснюється за допомогою тестових завдань за заданий час [6]. З кожним елементом моделі студента пов'язані гіпотези про ступені засвоєння відповідного йому навчального фрагмента. На кожному кроці навчання формується перелік навчальних дій для студента з усіх навчальних фрагментів, які містять визначений перелік понять у процесі вивчення даної теми і є

адаптивними для даного студента, на основі продукційних правил системи підтримки навчання.

Модель навчального процесу з використанням електронних засобів навчання традиційно описують [5; 9] як взаємодію трьох складових – модель студента, модель предметної області дисципліни і модель обробки знань студента, що містить набір правил роботи студента в системі:

$$MIST = \langle LMs, DM, OMZ \rangle, \quad (1)$$

де LMs — модель студента; DM — модель предметної області; OMZ — модель обробки знань студента.

Модель студента складається з двох компонент:

- модель особових характеристик;
- модель знань про дисципліну.

Модель студента LMs має такий вигляд [6]:

$$LMs = \langle MIDs, FMKs \rangle, \quad (2)$$

де $MIDs$ — модель індивідуальних характеристик студента; $FMKs$ — модель декларативних і процедурних знань студента. Таким чином враховуються індивідуальні особливості кожного окремого студента, а також набір знань, який він опанував при вивченні дисципліни.

Модель індивідуальних характеристик студента $MIDs$ для інженерно-технічних і технологічних дисциплін містить дві складові, а саме: Rs — мотивація до набуття знань; Ms — провідна система сприйняття навчального матеріалу:

$$MIDs = \langle Rs, Ms \rangle. \quad (3)$$

Модель знань студента є множиною і її доцільно представити як:

$$FMAKs = \langle Kn_s, Ab_s, Ks, cp_s \rangle, \quad (4)$$

де Kn_s — рівень декларативних знань студента; Ab_s — рівень процедурних знань студента; Ks — результати контролю знань студента; cp_s — перелік понять, засвоєних із даної дисципліни.

Для управління навчанням пропонується використати продукційний метод, тому що він не є достатньо громіздким для опису процесу навчання, на відміну від його застосування для опису кожної навчальної дії студента [5]. Як модель обробки знань студента запропоновано оверлейну модель, що описана в [3]. Ядро оверлейної моделі знань студента має вигляд вектора, що містить декларативні і процедурні знання з предметної області дисципліни, засвоєні на кожному кроці вивчення дисципліни:

$$D(k) = [D_1(k), D_2(k), ..., D_j(k), ..., D_j(k)], \quad (5)$$

де $D_j(k)$ — ймовірність вірного застосування j -го продукційного правила на k -ому кроці вивчення дисципліни.

Імовірність вірного застосування продукційного правила обчислюється з використанням байєсовського підходу за результатами складання тесту на

k -му кроці навчання [3]. Зв'язок правил роботи системи із поняттями дисципліни демонструє відношення:

$$OMZ = D(k) \times cp. \quad (6)$$

Модель предметної області являє собою навчальний матеріал дисципліни, що складається з таких видів навчальних фрагментів: теоретичних, практичних, контрольних. Властивості кожного навчального об'єкта описуються вектором параметрів — метаданими згідно із стандартом SCORM [1; 4; 5]. Формування і видача студентові відповідного навчального матеріалу відбувається за результатами тестування і забезпечується встановленням взаємозв'язку навчальних фрагментів і понять, фрагментів практичних занять і понять, тестових завдань і понять. Модель предметної області дисципліни математично описується так:

$$DM = \langle FCd, MSd, TLd, PLd, SFd, Kd, cp \rangle, \quad (7)$$

де FCd — цілі вивчення дисципліни; MSd — перелік модулів дисципліни; MT — теми дисципліни; TLd — теоретичні навчальні фрагменти; PLd — практичні навчальні фрагменти; Kd — контрольні навчальні фрагменти; SFd — модель навчального об'єкта; cp — сукупність понять дисципліни.

Сукупність понять і їх визначення по суті є тлумачним словником, що забезпечує вивчення дисципліни. Структуру поняття навчальної дисципліни доцільно представити таким чином:

$$cp = \langle p_c, k_c, v_c, l_c \rangle, \quad (8)$$

де p_c — поняття; v_c — зміст поняття; l_c — розташування матеріалу; k_c — джерело інформації.

Модель навчального фрагмента TLF має вигляд:

$$TLF = \langle n_f, nm_f, k_f, v_f, e_f, cp \rangle, \quad (9)$$

де n_f — номер навчального фрагмента в темі, визначається ієрархією розташування навчальних об'єктів усієї дисципліни і вказує на порядок їх вивчення; nm_f — назва навчального фрагмента; k_f — тип навчального фрагмента (декларативний, процедурний); v_f — обсяг навчального фрагмента: базовий, детальний); e_f — форма представлення навчального фрагмента (текст-опис, аудіо, схематичне пояснення, табличне пояснення, анімація, відео, презентація, картинка); cp — набір понять, що містить даний теоретичний навчальний фрагмент.

Для опису взаємозв'язку теоретичних навчальних фрагментів і понять використаємо відношення:

$$TLF \in tl_f \times cp, \quad (10)$$

де tl_f — множина теоретичних навчальних фрагментів дисципліни; cp — множина понять.

Особливістю інженерно-технічних і технологічних дисциплін є практичні заняття, які є обов'язковими елементами програми. Основною ознакою таких

занять є те, що вони включають контроль теоретичних знань протягом відпрацювання індивідуальних завдань. Практичні заняття містять різні варіанти завдань і понять, що відносяться до різних навчальних фрагментів дисциплін, що дає змогу підтримувати постійний стимул до збереження й оновлення знань у студента. Параметри навчального фрагмента практичного заняття такі:

$$PLF = \langle n_pl, t_pl, v_pl, l_pl, cp \rangle, \quad (11)$$

де PLF — набір практичних/лабораторних занять або завдань, що включені в одну тему; n_pl — номер навчального фрагмента практичного завдання; t_pl — текст навчального фрагмента практичного завдання; v_pl — вміст практичного завдання; l_pl — рівень практичного завдання (легкий, середній, складний); cp — набір понять, що включений у навчальний фрагмент практичного заняття.

$$PLF \in pl_f \times cp. \quad (12)$$

Параметри тестових завдань опишемо так:

$$k_tz = \langle n_tz, nm_tz, t_tz, l_tz, f_tz, cp \rangle, \quad (13)$$

де n_tz — номер тестового завдання; nm_tz — тестове завдання; t_tz — тип тестового завдання; l_tz — рівень тестового завдання (низький, середній, високий); f_tz — вірна відповідь; cp — поняття, що розкриває тестове завдання.

Поняття, що використовуються в тестовому завданні, є його невід'ємною частиною. Взаємозв'язок тестових завдань і понять відображає відношення:

$$KTZ \in k_tz \times cp, \quad (14)$$

де k_tz — множина тестових завдань дисципліни; cp — множина понять.

Це відношення задається матрицею $\|ktz_{j,t}\|$, рядки якої відповідають тестовим завданням $k_tz_1, k_tz_2, \dots, k_tz_j, \dots, k_tz_J$, а стовпці — поняттям $cp_1, cp_2, \dots, cp_i, \dots, cp_T$. Матриця (табл.) є одиничною, а кожен з елементів матриці $\|ktz_{j,t}\|$ визначається так:

$$ktz_{j,t} = \begin{cases} 1, & \text{якщо в } k_tz_j \text{ використовується } cp_i \\ 0, & \text{якщо в } k_tz_j \text{ не використовується } cp_i \end{cases}.$$

Таблиця. Матриця взаємозв'язку тестових завдань і понять навчальної дисципліни

Тестові завдання	Поняття								
	cp_1	cp_2	cp_3	cp_4	cp_5	$\dots$	cp_i	$\dots$	cp_T
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_tz_1	1	0	1	1	1		1		0
k_tz_2	0	0	1	0	1		1		0

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_{tz_3}	1	1	1	1	1		0		0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
k_{tz_j}	0	1	0	0	1		0		1
...									
k_{tz_j}	1	0	0	0	0		0		1
	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	...	s_t	...	s_T

Структура взаємозв'язку тестових завдань і понять дисципліни має матричний вигляд. У таблиці представлений приклад матриці $\|ktz_{j,t}\|$ з додатковим нижнім рядком, що містить кількість понять тестового завдання $cp_t(t=\overline{1,T})$. Усі тестові завдання розташовані в порядку вивчення дисципліни. Визначається кількість завдань за формулою:

$$S_t = \sum_j k_{tz_{j,t}}, \quad (15)$$

де S_t — кількість тестових завдань зі всієї множини тестових завдань KTZ , в яких використовується поняття cp_t . Необхідно дотримуватися умови $3 \leq S_t$, тому що засвоєння навчального матеріалу, згідно з теорією дидактики, відбувається при застосуванні понять на різних етапах вивчення дисципліни не менше трьох раз.

Для всіх видів навчальних фрагментів дисципліни використовується структура матриці (див. табл.). Таким чином, відбувається оцінка опрацювання кількості тестових завдань і відповідних декларативних і процедурних понять кожного навчального об'єкта, що студент отримав під час вивчення навчального матеріалу, і тих, що були ним засвоєно. Модуль студента, призначений для управління процесом вивчення, показує ступінь засвоєння навчального матеріалу дисципліни і знань студента. Модуль студента забезпечує такі функції системи:

- визначення індивідуальних характеристик студента;
- адаптивне управління представленням форм навчальних фрагментів за визначеними індивідуальними характеристиками студентів;
- забезпечення контролю знань тестовими завданнями за трьома рівнями складності;
- оцінка оволодіння навчального матеріалу студентами по кожному навчальному фрагменту, за рахунок визначення засвоєних понять;
- формування множини навчальних фрагментів для повторного вивчення незасвоєних розділів на основі результатів тестування контролю знань;
- аналіз результатів вивчення студентами навчальних фрагментів, що дасть змогу управляти розподіленням годин на їх вивчення.

Для підтримки функціонування модуля студента було побудовано модель даних, що охоплює всі інформаційні потоки з використанням CASE-засобу проектування та документування баз і сховищ даних AllFusion ERwin Data Modeler.

AllFusion ERwin Data Modeler надає можливість будувати схему даних, використовуючи логічний і фізичний рівень представлення інформації у предметній області. Логічний рівень дає змогу представити існуючі документи та джерела інформації, наближені до процесу автоматизації всієї предметної області. Фізичний рівень дозволяє отримати реляційну модель даних майбутньої бази даних, орієнтовану на різні СУБД.

Фізичний рівень побудованої моделі даних орієнтовано на СУБД MS SQL Server. Фрагмент моделі даних представлено на рисунку. Побудована модель даних дасть змогу отримати SQL-код для генерації основного фрагмента структури бази даних системи підтримки вивчення дисципліни. Ця структура буде використана в модулі студента як джерело інформації та для забезпечення його функціонування.

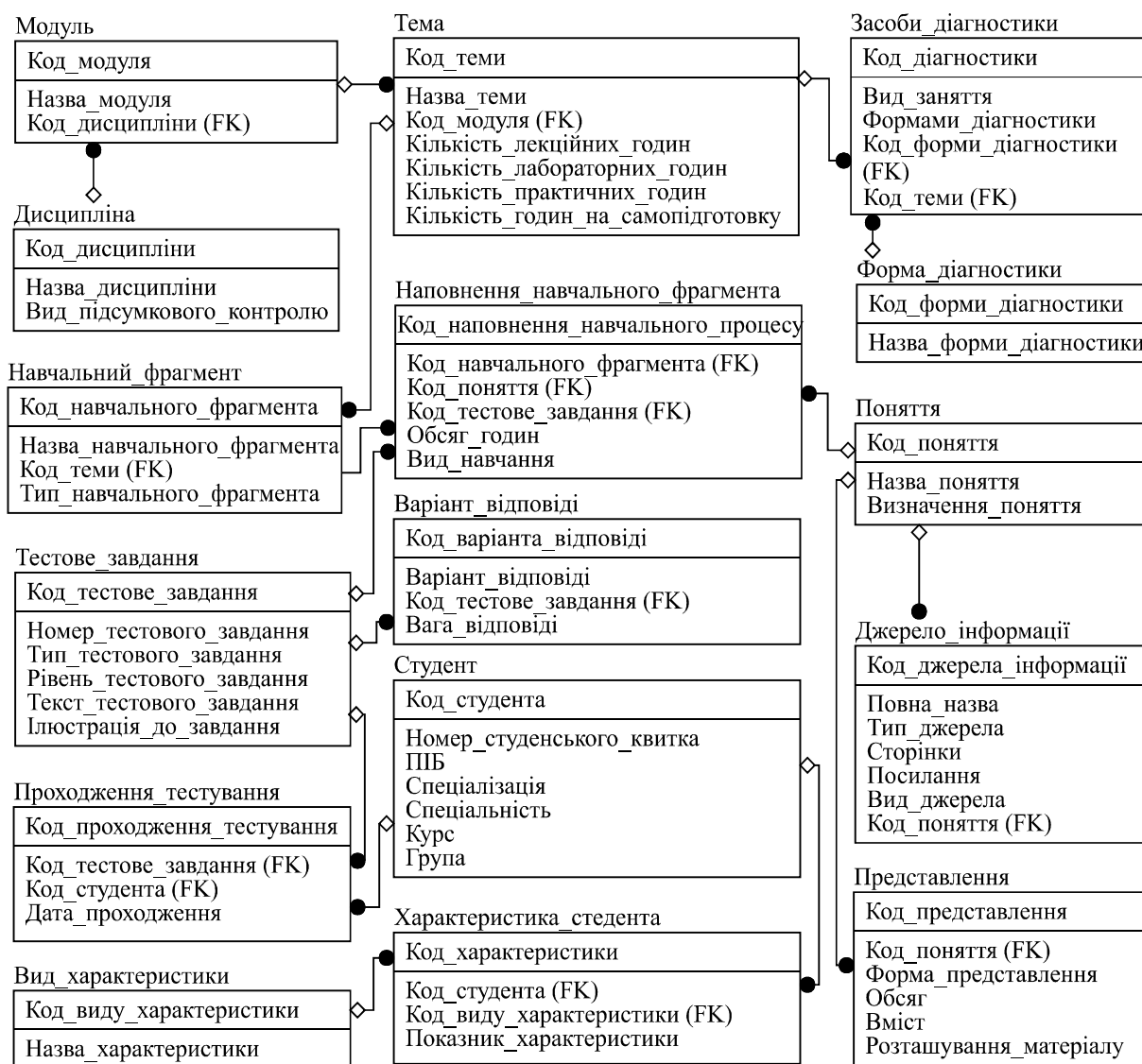


Рис. Структура логічної моделі даних системи підтримки вивчення дисципліни

Система підтримки вивчення дисципліни забезпечує покращення якості процесу навчання студентів за рахунок використання модуля студента, який є центральною компонентою для управління навчанням.

Висновки

У результаті проведеного дослідження удосконалено модуль студента для вивчення інженерно-технічних і технологічних дисциплін. Проведено математичне моделювання процесу вивчення інженерно-технічних і технологічних дисциплін з використанням оверлейного методу.

Для вивчення інформаційних джерел підтримки навчання проведено інформаційне моделювання з використанням CASE засобу проектування та документування баз і сховищ даних AllFusion ERwin Data Modeler. Розроблена модель даних є реляційною та орієнтованою на СУБД MS SQL Server. Модель даних буде використана для створенні БД, що забезпечить інформаційну підтримку роботи модуля студента для вивчення інженерно-технічних і технологічних дисциплін з використанням електронних засобів навчання.

Література

1. Поворознюк Н.І. Обґрунтування вибору алгоритму обробки інформації для моделі знань студента / Н.І. Поворознюк, С.В. Грибков, К.Є. Бобрівник // Materials of the XI International scientific and practical conference 30.01-07.02.2015, "Science and civilization". — 2015. Volume 23. Mathematics. Modern information technologies. — Sheffield : Science and education LTD. — P. 61—64.
2. Ildar Galeev, Larissa Tararina, Oleg Kolosov, Vlad Kolosov Structure and implementation of partially integrated adaptive learning environment, in Allison Rossett (ed): Proceedings of E-Learn 2003, Phoenix. — Arizona USA. — November 7—11. — P. 2151—2154.
3. Peacher D.R., McCalla G.I. Using Planning Techniques in Intelligent Tutoring System / Intern. J. Man-Machine Studies. — 1986. — # 24. — P 234—238.
4. Бобрівник К.Є. Онтології — засіб для формування змісту навчальних дисциплін / К.Є. Бобрівник, Н.І. Поворознюк // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. — Харків : НТУ «ХПІ». — 2015. — № 33(1142). — С. 119—124.
5. Верлань А.Ф. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах / А.Ф. Верлань, М.Ф. Ус, А.В. Пискун, В.А. Федорчук. — Черкасы : РИО Черкаского института управления, 2002. — 104 с.
6. Бобрівник К.Є. Розробка модуля студента для електронних засобів навчання технічних і технологічних дисциплін / К.Є. Бобрівник, Н.І. Поворознюк // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. — Київ : ДП «УНДІЗ». — 2015. — Т. 35. — № 1. — С. 76—80.
7. Сараев В. Неленинский университет миллионов // Эксперт: журнал. — Москва, 2014. — № 28 (907). — ISSN 1812—1896.
8. Udaya Sri K., Vamsi Krishna T. V. E-Learning: Technological Development in Teaching for school kids / International Journal of Computer Science and Information Technologies. — 2014. — P. 6124—6126.
9. Vendors of Learning Management and E-Learning Products By Don McIntosh, Ph.D. (2012) — 144 p. — Режим доступу: <http://www.trimeritus.com>.
10. Титенко С.В. Генерація індивідуального навчального середовища на основі моделі професійних компетенцій у Web-системі безперервного навчання / С.В. Титенко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. — 2009. — № 1 (131). — Ч. 2. — С. 267—273.
11. Zaitseva L., Boule C. Student models in Computer-based Education // Proceedings of the 3-rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. — Athens, Greece, 2003. — P. 451.
12. Афанасьев Ю.И. Оптимизация модели управления процессом обучения / Ю.И. Афанасьев // Современные проблемы науки и образования scholar. — № 1—1 — 2015 [Электрон-

ный ресурс]. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-modeli-upravleniya-protssom-obucheniya>.

13. Анохина-Наумец А.В. Интеллектуальная система оценивания знаний: модель студента и методика экспериментальной проверки алгоритма адаптации / А.В. Анохина-Наумец, Р.С. Лукашенко // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)» — 2011. — Т. 14. — № 2. — С. 346—362.

14. Zaitseva L., Bule J. E-learning courses using and evaluation in Riga Technical University / Proc.of the 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008). — Spain, Santander, Cantabria, 2008. — P. 1057—1058.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ МОДУЛЯ СТУДЕНТА В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН

Н.И. Поворознюк, Е.Е. Бобровник, С.В. Грибков

Национальный университет пищевых технологий

В статье предложена и обоснована структура модели студента для инженерно-технических и технологических дисциплин. Математическая модель основывается на оверлейном методе обработки декларационных и процедурных знаний студента. Это дало возможность определить функции модуля студента, который предназначен для контроля знаний, хранения результатов обучения и адаптивного управления процессом изучения дисциплин. Для создания модуля студента спроектирована база данных, которая обеспечит информационную поддержку его функционирования и взаимодействия с модулем предметной области дисциплины в системе поддержки учебных дисциплин.

Ключевые слова: модель студента, оверлейный метод, учебный объект, понятие, модель данных, система поддержки изучения дисциплин.