

УДК 004.896

С.В. Титенко

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ WEB-СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕРВНОГО НАВ- ЧАННЯ

Вступ

Стрімкий розвиток технологій спонукає до змін практично в усіх галузях суспільства. Серед них і освітня галузь, яка останнім часом проходить непростий період трансформацій. На наших очах відбувається бурхливий розвиток і перші кроки практичного застосування дистанційної освіти в Україні. Разом з тим, суспільство очікує реалізації нової концепції в навчанні – “освіта впродовж усього життя” [1]. Стандартні і достатньо статичні п’яти-шестирічні університетські програми не спроможні в усій повноті задовольнити мінливі вимоги ринку праці. Інновації пронизують усі сфери життя, постійно змінюючи попит на різні професії і самі професії, зокрема. Тому освіта не може завершуватись після п’ятого року навчання в інституті чи університеті, вона повинна тривати й надалі. Технології дистанційної освіти мають величезний потенціал відповідей на такий суспільний виклик, надавши зручні механізми підтримки безперервного навчання.

Сьогодні є безліч чудових прикладів Web-систем для організації дистанційного навчання, серед яких Blackboard, WebCt, Moodle, IBM LearningSpace. Такі системи впевнено використовують переваги інформаційних технологій, тоді як дедалі більше доводиться стикатися з потребою в технологіях знань. Так, типова модель використання систем дистанційного навчання передбачає підготовку конкретного навчального курсу в певній предметній області, організацію доступу до матеріалів курсу, організацію спілкування учасників навчального процесу та проходження студентами точок контролю і завершення курсу іспитом. Натомість концепція безперервної освіти ставить свої специфічні вимоги до навчальних систем [2]. Модель освітнього процесу за вимогами безперервного навчання на відміну від класичного дистанційного навчання міститиме такі етапи, як визначення освітніх потреб і цілей учня, визначення вже наявних у учня знань і навичок, які відповідають цілям навчання, та побу-

дова і адаптивна підтримка релевантного індивідуалізованого навчального процесу на основі відомостей, отриманих на першому і другому етапах.

Освітні тенденції і розвиток інформаційних технологій вимагають застосування в системах дистанційного навчання таких характеристик і функцій, як адаптивність і індивідуалізація, врахування попередніх знань і досвіду студентів, більш ефективне керування навчальним контентом з можливістю повторного використання, поступального розвитку і накопичення контенту та міждисциплінарних зв’язків, генерація навчального курсу, інтелектуалізація соціальних мереж для освіти, інтелектуалізація контролю знань [2]. Дослідники в галузі інтелектуальних освітніх систем зробили вагомий внесок у вирішення цих проблем. Згідно з узагальнюючою моделлю адаптивної гіпермедіа-системи АНАМ (Adaptive Hypertext Application Model) [3] до компонентів адаптивної освітньої Web-системи серед інших мають увійти й такі, як модель предметної області, що описує, яким чином навчальна інформація системи структурується і поєднується, модель користувача, що описує, яка інформація про користувача повинна зберігатися в системі та модель викладання, або модель адаптації, яка містить у собі педагогічні правила, котрі визначають, яким чином модель предметної області і модель користувача поєднуються для забезпечення точної адаптації та індивідуалізації.

Огляд існуючих методів і технологій інтелектуальних освітніх Web-систем [2] дає змогу зробити висновки про шляхи вдосконалення моделей, архітектури і функціональності наведених систем з метою забезпечення на їх основі ефективної підтримки безперервного навчання. Зважаючи на аналіз особливостей безперервної освіти, слід зауважити, що адаптивні і інтелектуальні навчальні системи не приділяють достатньо безпосередньої уваги деяким специфічним вимогам безперервного навчання: відповідності архітектури системи явищу “інформаційного вибуху”, професійній спрямованості навчання, міждисциплінарності знань.

Проблема *невідповідності архітектури системи явищу “інформаційного вибуху”* [4] полягає в тому, що часто адаптивні та інтелектуальні навчальні системи сконцентровані лише на проблемах всередині курсу. В той же час, поза увагою залишається той факт, що існує потреба в інтенсивній підтримці великої кількості курсів, які треба постійно створювати у відпо-

відь на розширення цільових для навчання знань. Ця вимога відображається на функціональність засобів створення і збереження навчальних ресурсів. Дана проблема також виражається як проблема систем із контентом закритого типу [5].

Професійна спрямованість навчання передбачає відповідність кадровим потребам підприємств та зв'язок навчання з посадовими обов'язками. Ця потреба описується як актуальність і релевантність навчання та орієнтація на негайне застосування отриманих знань. Більшість адаптивних і інтелектуальних систем навчання не розглядають такі сутності, як посада, професія, компетенція і їх зв'язок із навчальними ресурсами. Незважаючи на те, що багато систем мають на меті передачу процедурних знань (так званих тренажерів), цей клас систем не відповідає завданню систематизації інформаційних навчальних ресурсів у гнучкій відповідності до посадових або професійних обов'язків. Деякі системи класу підтримки виробничої діяльності застосовують модель задач для налаштування навчання [6, 7]. Інтелектуальні системи безперервної освіти мають розвивати і поширювати цей досвід для підтримки безперервного навчання.

Вимога *міждисциплінарності знань*, що мають бути засвоєні в процесі навчання, пов'язана з професійною спрямованістю і відображає необхідність цілісного навчання для певної посадової або професійної позиції. Цим знову підкреслюється недостатність лише одного погляду всередину курсу – потрібен міждисциплінарний рівень. Тому в інтелектуальних системах безперервного навчання слід передбачити наявність єдиної багатопредметної бази навчальних матеріалів та існування в ній міждисциплінарних зв'язків.

Частою проблемою систем у галузі інтелектуального навчання є їх *вузькопрофільність* і тенденція до розв'язання деякої окремої задачі у відриві від реалізації інших функцій навчальної системи [8]. Багато систем, які розв'язують такі задачі, як адаптивна навігація або адаптивне подання контенту [2], не передбачають можливості для створення нової навчальної інформації, маючи контент як незмінну компоненту. Інші системи, вирішуючи питання тестування, не мають інструментів для управління контентом тощо. Існує брак комплексного розв'язання сукупності освітніх задач у рамках однієї системної моделі. Розподілена архітектура KnowledgeTree є одним із прикладів

подолання цієї проблеми [8]. Архітектура передбачає інтеграцію різних підсистем, які відповідають за різну навчальну діяльність. Натомість практика застосування цієї розробки відбувається в межах однієї дисципліни ("мови програмування С"), а алгоритми роботи компонентів системи є предметнозалежними і передбачають наявність відповідної добре формалізованої предметної області [9, 10]. Таким чином, тут ускладнюється забезпечення вимоги міждисциплінарності і керування контентом у різних предметних областях, а також задачі професійної спрямованості навчання, коли цілі відповідають конкретним професійним або посадовим позиціям. Отже, актуальним залишається завдання побудови системи безперервного навчання на основі комплексної моделі, яка забезпечить розв'язання сукупності освітніх задач у межах єдиного інтегрованого підходу.

Постановка задачі

Ставиться задача з пошуку і розробки ключових моделей, які мають лягти в основу інтелектуальної навчальної Інтернет-системи. Підґрунтям для розробки моделей повинні стати системні дослідження в сукупності галузей, пов'язаних із дистанційним навчанням. Запропоновані моделі відбиватимуть такі сутності і проблеми дистанційного навчання, як навчальний контент, його змістова і структурна складові, автоматизація контролю знань, знання про професії та їх зв'язок з предметом навчання, способи налаштування системи на індивідуальний навчальний процес і технології адаптації, організаційна, соціальна і формальна складові начального процесу. Зважаючи на це, ми ставимо за мету розробити комплекс взаємно інтегрованих моделей, на основі яких стане можливою програмна реалізація інтелектуальної освітньої Web-системи з великим ступенем автоматизації різних процесів дистанційного навчання. Така комплексна модель синтезуватиме в собі сукупність підлеглих моделей, які, в свою чергу, описують структури і методи підтримки різних освітніх процесів. Вимоги і задачі, що мають розв'язуватись на основі комплексної моделі, такі:

- створення єдиного інтегрованого багатопредметного сховища навчальних матеріалів на противагу набору відокремлених навчальних курсів;
- формалізація навчального контенту і реалізація концепції інтелектуального навчаль-

ного контенту, відповідно до якої інтелектуальне керування поданням навчальних матеріалів реалізується на основі попередньо створеного інтелектуального контенту [11];

- генерація і автоматизована перевірка та аналіз тестів;
- розробка моделі професійних компетенцій як засобу моделювання навчальних цілей;
- реалізація концепції освітнього запиту; налаштування навчального процесу і навчаючого середовища на основі моделювання цілей в освітньому запиті;
- адаптивне подання навчального контенту і реалізація технологій адаптації навчання.

Сукупність моделей для навчаючого гіпермедіа-середовища

Розв'язання поставленої задачі досягається розмежуванням роботи системи на два рівні: рівень управління знаннями та рівень організації безперервного навчання. Управління знаннями має за мету формування дидактично-орієнтованої бази знань предметної області, по якій відбувається навчання. Організація безперервного навчання здійснюється на основі використання формалізованих знань, які отримуються на першому рівні роботи з системою. Подамо перелік моделей, які відповідають за різні процеси і разом інтегруються в єдину комплексну модель навчаючого гіпермедіа-середовища для підтримки безперервного навчання через Інтернет.

Рівень управління знаннями

На рівні управління знаннями розв'язуються такі задачі, як структурування освітнього контенту, формалізація зв'язків і співвідношень ділянок навчальних матеріалів, формалізація змісту навчальних текстів і семантичне моделювання предметної області для освітніх цілей, а також моделювання компетенцій, професій і посадових інструкцій, що вимагається професійно-орієнтованими принципами безперервної освіти [2]. Все це вирішується на основі трьох моделей: ієрархічно-мережної моделі організації контенту Tree-Net, понятійно-тезисної моделі формалізації дидактичного тексту і моделі професійних компетенцій.

Ієрархічно-мережна модель організації навчального контенту Tree-Net. Tree-Net відповідає за структуру зберігання всієї сукупності нав-

чальних матеріалів [12]. Формалізується семантико-дидактична структура, зв'язки і співвідношення дидактичних матеріалів. Модель служить для управління знаннями на двох рівнях: всередині певного курсу, глобальною сукупністю всіх курсів і навчальних елементів. Вона є безпосередньою базою для генерації і подання контенту навчаючого гіпермедіа-середовища.

Сукупність елементів контенту або Web-сторінок задається множиною $V = \{v_1, \dots, v_n\}$. Ієрархія контенту визначається відображенням $Ch: V \rightarrow 2^V$, що ставить у відповідність кожному елементу контенту v_i множину його дочірніх елементів. Для визначення множини всіх нащадків елемента контенту v використовується оператор $Desc(v)$. Для позначення множини елементів контенту, які мають логічну і структурну єдність, єдине джерело походження, наприклад одне авторство, і подають одну тему, вводиться поняття *семантичного блока* контенту. Фізично семантичний блок є деякою гілкою в ієрархії контенту. Множина елементів семантичного блока визначається оператором $Desc(v)$, де v – вершина блока в дереві контенту. *Мережна структура* контенту служить для встановлення бінарних зв'язків асоціативності між елементами контенту. Кожен елемент має сукупність пов'язаних з ним елементів, що задається відображенням $N: V \rightarrow 2^V$. Множина $G = \{g_1, \dots, g_{nG}\}$ вказує на сукупність тематичних груп, в яких можуть брати участь елементи контенту. Тематичні групи структуруються в ієрархію, яка задається відображенням $ChG: G \rightarrow 2^G$. Множина нащадків групи g , де $g \in G$, визначається оператором $DescG(g)$. Для визначення ж множини нащадків множини груп $A \subseteq G$ використовується оператор $DescGG(A)$. Кожен елемент контенту може брати участь у довільній кількості тематичних груп, що задається відображенням $GV: V \rightarrow 2^G$.

Понятійно-тезисна модель (ПТМ). ПТМ – модель формалізації дидактичного тексту [13–15]. Вона відповідає за формалізацію вмісту навчальних матеріалів. Навчальний текст формалізується виділенням семантико-дидактичних елементів. Формалізація відбувається всередині фрагменту навчального тексту із врахуванням загальної структури навчального курсу. Модель використовується також для автомати-

зації побудови засобів контролю знань, що, в свою чергу, застосовується для адаптації навчального процесу.

Основними семантичними сутностями ПТМ є *поняття* і *тези*. Поняття виражає предмет знань, який обговорюється в тому чи іншому фрагменті навчального матеріалу. Теза — це деяка відомість або твердження про поняття. Кожному поняттю відповідає власний набір тез, добутих із тексту, які характеризують дане поняття: множина понять — $C = \{c_1, \dots, c_{n2}\}$, множина тез — $T = \{t_1, \dots, t_{n1}\}$, множина елементів контенту — $V = \{v_1, \dots, v_{n3}\}$. Кожний елемент контенту v_i може мати довільну кількість тез t_j — $TV : V \rightarrow 2^T$. Кожна теза t_j стосується одного елемента контенту v_i — $VT : T \rightarrow V$. Кожне поняття c_k може мати довільну кількість тез t_i . Приналежність тез до понять задається відображенням $CT : T \rightarrow C$. Кожне поняття має деякий набір тез, що задається відображенням $TC : C \rightarrow 2^T$.

Модель професійних компетенцій (МПК).

МПК моделює знання про спеціальності, професії і посади. Моделювання компетенцій є одним з основних методів забезпечення релевантності безперервного навчання [16]. Як пропонується в [16], кожна навчальна діяльність повинна безпосередньо пов'язуватись із професійними очікуваннями або вимогами. Для цього використовуються посадові інструкції і ключові посадові завдання. Таким завданням має бути поставлений у відповідність навчальний контент.

У МПК моделюються і описуються конкретні професійні компетенції (знання, навички, уміння), з сукупності яких формується загальна картина певної спеціальності (професії). Модель зорієнтована на конкретні професії і посади, на які є попит на ринку праці.

У праці [17] аналізуються професії, будуються так звані професіограми, робиться психологічний аналіз професії, а в [18] розглядаються професійні компоненти в підготовці фахівців у вищих навчальних закладах, аналізуються нормативні документи, що описують професії, і їх зв'язок з освітніми стандартами. Ідеї і методи генерації комплексного навчального курсу на основі стартових знань і навичок студента та вимог до бажаної посади розглядаються в [19]. Там же пропонується варіант моделі

посадових компетенцій і їх зв'язок із навчальним контентом. Ці та інші праці, а також державні стандарти та нормативні документи можуть стати підґрунтям для подальших досліджень зі створення МПК для описуваної системи.

МПК реалізується завдяки зв'язкам з навчальним контентом (ПТМ і Tree-Net) і служить для моделювання цілей навчання і формування освітнього запиту до системи. Модель призначена для подальшого використання для генерації навчаючого гіпермедіа-середовища у відповідь на освітній запит користувача і грає ключову роль в організації роботи дистанційної освітньої системи за парадигмою безперервного навчання.

Для структурування множини компетенцій $S = \{s_i\}, i = 1, \dots, n_S$, використовується ієрархічно-мережний підхід моделі Tree-Net: ієрархія компетенцій — $ChS : S \rightarrow 2^S$, батьківські зв'язки — $FS : S \rightarrow S$, мережні зв'язки між компетенціями — $NS : S \rightarrow 2^S$. Аналогічно у відповідності до Tree-Net-моделі організуються асоціативні групи компетенцій, а також створюється структура для підтримки збереження різнотипних наборів і підмножин компетенцій. Зв'язок контенту і компетенції задається відображеннями $VS : V \rightarrow 2^S$ і $SV : S \rightarrow 2^V$, а зв'язок понять і компетенцій — відображеннями $SC : S \rightarrow 2^C$.

За допомогою компетенцій можна будувати *профіль спеціаліста*. Для цього окреслюється коло компетенцій, які відповідають даному профілю: $Exp = \{exp_1 : exp_i \in 2^S\}$ — множина спеціалістів, які моделюються в системі, exp_i — профіль спеціаліста на основі компетенцій.

Рівень організації безперервного навчання

На рівні організації безперервного навчання в системі розв'язуються такі задачі, як реалізація індивідуалізованого навчання, постановка освітнього запиту для ініціалізації персонального освітнього простору, побудова індивідуального навчального курсу, автоматизований контроль і діагностика знань, стратегії адаптації навчання, організація взаємодії учасників навчального процесу. На цьому рівні моделюються інформаційні структури для опису освітніх цілей, реалізації педагогічних стратегій і адаптації навчання, подаються методи організації навчального процесу. Ці задачі розв'язуються на основі таких моделей, як модель ос-

вітнього запиту, модель учня, модель контролю і діагностики знань та стану навчання, модель викладання і педагогічних стратегій, організаційна модель навчання.

Модель контролю і діагностики знань та стану навчання (МКД). МКД подає технології генерації і автоматизованого аналізу тестів і реалізується на основі КМК. При цьому будівельним матеріалом тестових завдань є семантичні сутності ПТМ. ІММ використовується для зв'язку між завданнями тестів і конкретною порцією навчального контенту. МКД служить також для перевірки досягнення цілей навчання, поданих за допомогою моделі професійних компетенцій (МПК). Технологія побудови тестів на основі понятійно-тезисної моделі розглянута в попередніх працях автора [13–15].

Модель учня (МУ). МУ описує цілі, рівень знань, навичок, стиль навчання і роботи з навчальними матеріалами. Вона зберігає власні уподобання учня щодо налаштування навчального гіпермедіа-середовища. МУ структурно будується на основі Tree-Net, ПТМ, МПК і моделі освітнього запиту.

Множиною учнів у системі є $L = \{l_i\}$, де $i = 1, \dots, n_L$. Кожен учень може вивчати певну кількість курсів, що задається відображенням $LE: L \rightarrow 2^E$. Цільовий контент учня – $LV\text{Aims}: L \rightarrow 2^V$, цільові курси учня – $LE\text{Aims}: L \rightarrow 2^E$, цільові компетенції учня – $LS\text{Aims}: L \rightarrow 2^S$. При цьому множина цільових компетенцій може бути попередньо визначеним профілем спеціаліста $\text{exp}_i \in \text{Exp}$, $\text{exp}_i \in \{s: s \in S\}$. Цільові поняття учня – $LC\text{Aims}: L \rightarrow 2^C$. Таким чином, цілі учня задаються множиною $LA\text{ims} = \{LV\text{Aims}, LE\text{Aims}, LS\text{Aims}, LC\text{Aims}\}$.

Модель знань учня будується за принципами оверлейної моделі. Засвоений матеріал задається відношенням $LV \subseteq L \times V$, яке, в свою чергу, задається матрицею $LVw = \|lvw_{ij}\|$, де lvw_{ij} – числове вираження рівня засвоєння i -м учнем j -ї ділянки контенту. Аналогічно засвоєні поняття і компетенції задаються відповідно відношеннями $LC \subseteq L \times C$ і $LS \subseteq L \times S$. Загальна модель здобутків або знань учнів – $L\text{Know} = \{LV, LC, LS\}$. Таким чином, комплексна модель учня об'єднує інформацію про його курси, його цілі і знання: $L\text{Model} = \{LE, LA\text{ims}, L\text{Know}\}$.

Модель освітнього запиту (МОЗ). МОЗ – сукупність структур і методів для реалізації запиту до системи на освітні послуги. Запит будується на основі Tree-Net і ПТМ та може містити в собі інформацію про цільові навчальні матеріали, професійні компетенції, посаду чи спеціальність.

МОЗ призначена для ініціалізації індивідуального навчального процесу. Після надходження освітнього запиту, сформованого користувачем, відбувається налаштування нового освітнього процесу, фіксуються цілі навчання, створюється попередня модель учня і викладання, окреслюється необхідний обсяг навчального контенту та готується попередній контроль. МОЗ служить як механізм налаштування навчального гіпермедіа-середовища. Результатом роботи освітнього запиту є ініціалізація моделі цілей учня $LA\text{ims} = \{LA\text{ims}, LE\text{Aims}, LS\text{Aims}, LC\text{Aims}\}$. Реалізація запиту відбувається на основі користувацького Web-інтерфейсу для ініціалізації навчання і вибору контенту.

Модель викладання і педагогічних стратегій (МВ). МВ описує методики подання навчальних матеріалів, прийняття рішень про сценарій навчання і адаптацію, точки контролю і способи контролю. Вона служить для реалізації ряду педагогічних функцій системи, серед яких генерація, зберігання і адаптація індивідуального навчального курсу, візуалізація і індивідуальне налаштування користувацького інтерфейсу освітнього середовища, а також налаштування навчального процесу і педагогічних стратегій викладачем.

Методика генерації курсу являє собою сукупність інформаційних структур і алгоритмів генерації навчальних курсів з усієї сукупності навчального контенту для даного конкретного навчального процесу. Генерація індивідуального навчального курсу виконується на основі інформації моделей рівня управління знаннями. Перший етап – це підготовка всієї вибірки навчального контенту на основі цільового контенту, курсів, компетенцій та профілів спеціаліста, а також цільових понять:

$$V\text{select}_i = LV\text{Aims}_i \cup \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LE\text{Aims}_i}} LE\text{Aims}(l_i)_j \right) \times \\ \times \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LS\text{Aims}_i}} VS(LS\text{Aims}(l_i)_j) \right) \times$$

$$\times \cup \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LCAims_i}} VC(LCAims(l_i)_j) \right).$$

Далі аналізується ієрархія вибраних елементів контенту. По-перше, контент впорядковується в основну деревоподібну структуру, задану у відображенні F . В результаті отримується сукупність піддерев повного дерева контенту системи. Далі знаходяться вершини новоутворених піддерев за допомогою спеціального оператора $Roots : Roots(Vselect_i)$. Кожен з елементів цього набору є вершиною дерева. Кожна з цих вершин являтиме собою дерево новоутвореного курсу, а кількість вершин $|Roots(Vselect_i)|$ вкаже на кількість створених індивідуальних навчальних курсів.

Наступний крок – визначення ключового контенту. Це такий контент, який зустрічається в кожній із цілей учня: серед цільового контенту, контенту, що відповідає цільовим курсам, цільовим компетенціям і поняттям:

$$\begin{aligned} Vkey_i = & LVAims_i \cup \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LEAims_i}} LEAims(l_i)_j \right) \times \\ & \times \cup \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LSAims_i}} VS(LSAims(l_i)_j) \right) \times \\ & \times \cup \left(\bigcup_{j=1}^{J_{LCAims_i}} VC(LCAims(l_i)_j) \right). \end{aligned}$$

Таким чином, на основі цілей $LAIMS(l_i)$ за допомогою алгоритмів генерації на виході отримується вибірка цільового контенту $|Roots(Vselect_i)|$ і кількість $(Vselect_i)$ навчальних курсів, а також разом з ними елементи контенту $Vkey_i$, позначені як найбільш релевантні потреби учня l_i .

Курси, отримані в результаті роботи методів генерації курсів, фіксуються і зберігаються за допомогою спеціальних структур, що описують вибірки контенту. У процесі навчання застосовуються технології адаптації навчального курсу, що реалізуються на основі інформації моделі учня і результатів контролю знань на базі моделі контролю та діагностики.

Засоби налаштування стратегій викладання служать для конструювання і налаштування власної моделі викладання методичним персо-

налом, яка може застосовуватись для окремих курсів і навчальних процесів.

Організаційна модель навчання (ОМН). Ця модель описує організаційні сторони дистанційного навчання, служить для вирішення таких завдань, як питання доступу, облікові записи, ролі користувачів, часова організація, розклад, особистий склад учасників конкретного навчального процесу, фінансові питання, функціонування електронного деканату тощо. До неї як підмодель слід віднести і модель освітньої спільноти (МОС), що служить для організації взаємодії через Інтернет учасників навчального процесу. Сюди слід віднести й такі традиційні засоби спілкування, як електронне листування, форуми, блоги, а також wiki-системи. Метою МОС є опис єдиної моделі різнотипної взаємодії під час навчання та її інтеграція з іншими моделями.

Схематичне зображення комплексної моделі Web-системи безперервного навчання показано на рис. 1.

Першим кроком до використання системи є підготовка дидактичних матеріалів. Далі ці матеріали формалізуються і передаються в комплексну базу знань навчального контенту (рівень управління знаннями), що виражаються двома взаємопов'язаними рівнями у відповідних моделях: понятійно-тезисній моделі (ПТМ) і ієрархічно-мережній моделі (Tree-Net) організації навчального контенту. Крім того, експертами готується система професійних компетенцій (МПК), і встановлюються зв'язки відповідності між компетенціями і елементами бази знань навчального контенту. Користувач взаємодіє з освітньою системою і за допомогою системи професійних компетенцій формується запит на формування освітнього процесу (МОЗ). Особливу роль відіграють моделі рівня організації безперервного навчання, які "вміють" використовувати закладені в систему дидактично-орієнтовані знання предметної області і описання професій для формування адекватного навчального процесу. Навчальний процес відбувається за допомогою інтелектуального навчаючого середовища на основі гіпертексту і гіпермедіа, що автоматично генеруються в процесі взаємодії користувача з системою (МВ). У процесі навчання і проходження студентом контролю знань (МКД) система акумулює знання про учня (МУ) і адаптується до його поточних потреб за допомогою всіх складових бази знань (МВ). Організаційні і адміністративні аспекти, а також форма навчання

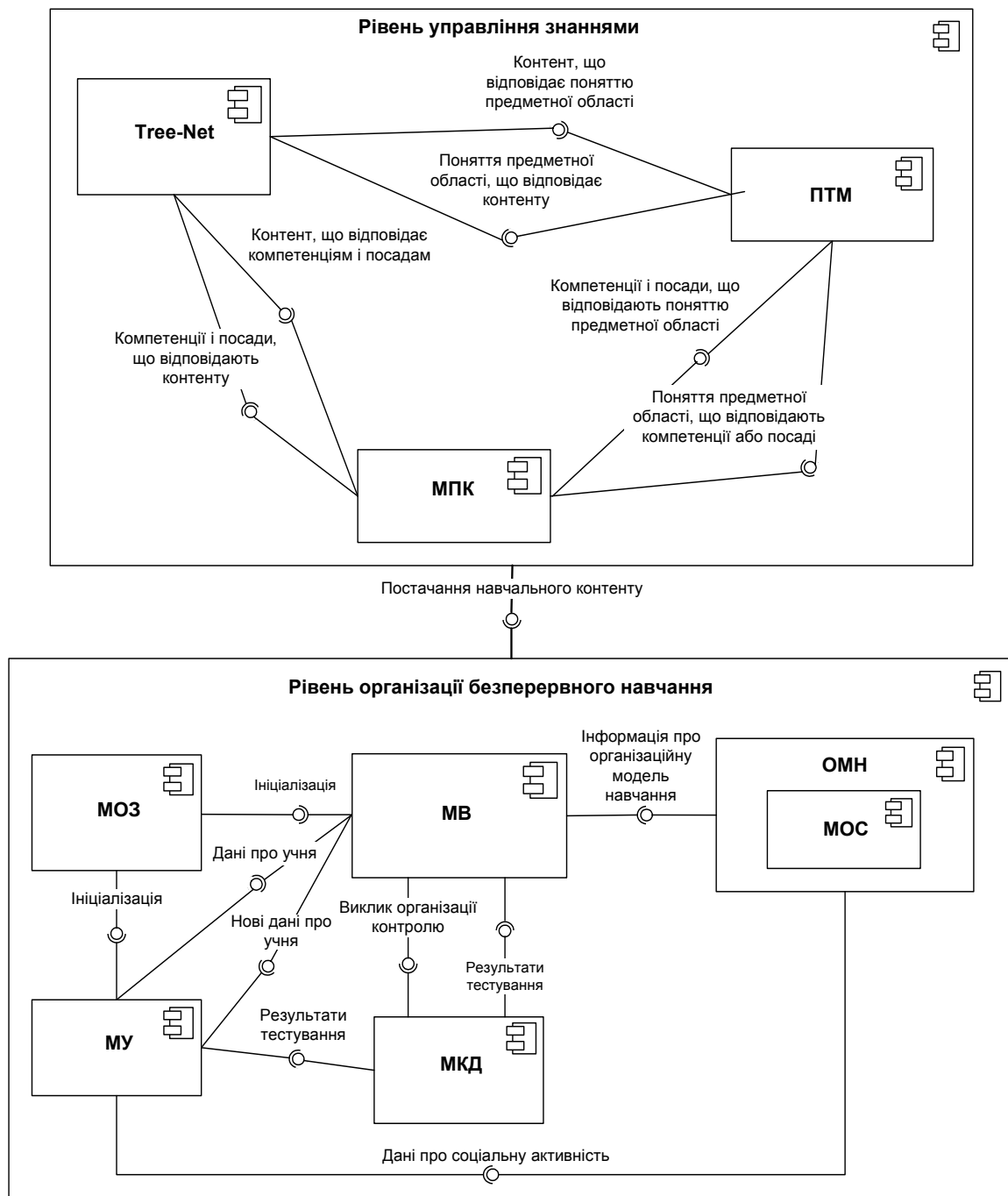


Рис. 1. Структурна схема комплексної моделі Web-системи безперервного навчання. Діаграма компонентів у нотатції UML

налаштовуються у відповідній підсистемі (ОМН). Соціальна складова навчального процесу підтримується за допомогою організації освітньої Інтернет-спільноти на основі єдиної системи взаємодії учасників навчального процесу (МОС). Архітектуру програмного забезпечення Web-системи безперервного навчання, що ґрунтується на такій комплексній моделі, зображено на рис. 2.

База знань предметної області складається з трьох інформаційних взаємопов'язаних сховищ: бази контенту на основі Tree-Net, понятійно-тезисної бази і компетенції. Відповідно, персоналу системи надаються спеціальні інструментальні засоби формування і актуалізації такої бази знань. З іншого боку, студент починає свою роботу із системи ініціалізації навчання і вибору цільового контенту, які функ-

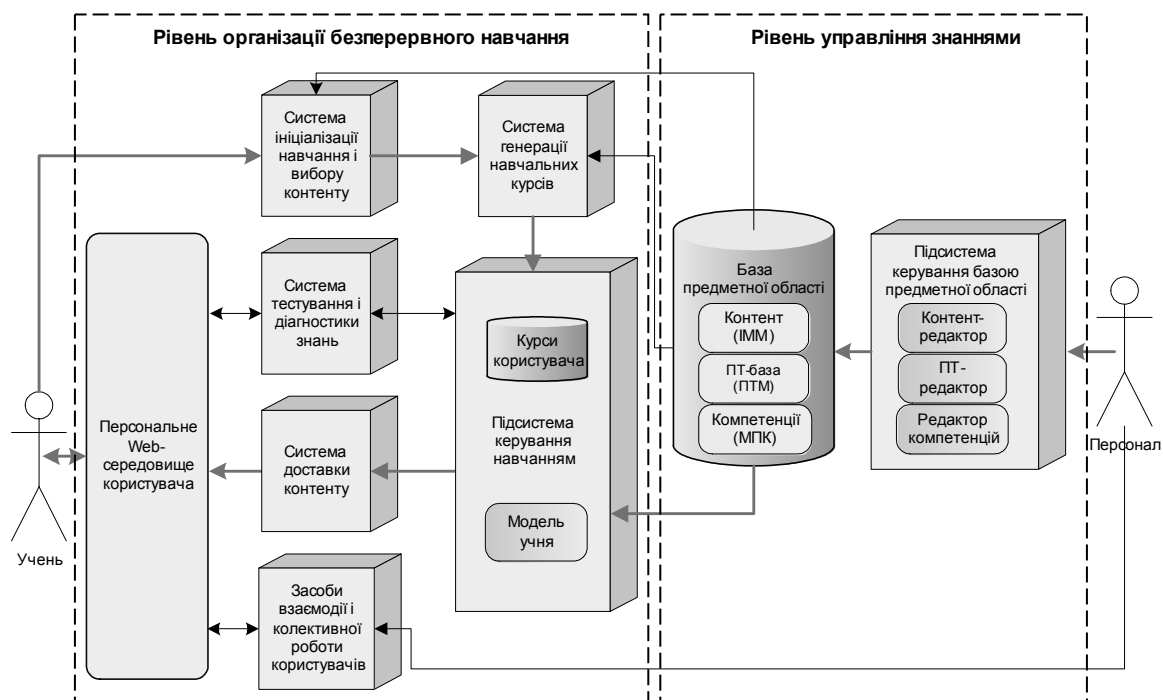


Рис. 2. Архітектура програмного забезпечення Web-системи безперервного навчання

ціонує на основі знань, закладених у базі знань предметної області, і спирається на МОЗ. За результатами цього етапу підсистема керування навчанням генерує персональні навчальні курси студента і зберігає їх за допомогою спеціальних структур. Тут же формується модель учня. Система доставки контенту служить для постачання персонального освітнього контенту курсів студенту. Система тестування і діагностики відповідає за механізми контролю знань. Між учасниками освітнього процесу відбувається взаємодія завдяки засобам колективної роботи.

Висновки

Запропонований комплекс моделей дає можливість системно підійти до побудови інтелектуальної Web-системи для безперервного навчання. Моделі рівня управління знаннями дозволяють розглядати сукупність навчальних матеріалів по всіх дисциплінах як єдине ціле, використовувати міждисциплінарні зв'язки і застосовувати єдині методи управління навчальним контентом на рівні його завантаження і використання під час навчання.

Практика застосування ієрархічно-мережної моделі Tree-Net у розробці FreshKnowledge [20] на сайті дистанційного навчання [21], а

також у багатьох інших інформаційних проєктах (див. [22]) демонструє ефективність підтримки контенту на основі Tree-Net. Модель управління контентом, реалізована в системі, дає можливість перейти від фізичного управління контентом до управління на рівні семантики, що, в свою чергу, значно оптимізує часові витрати на підтримку Web-ресурсів і робить сам ресурс більш інтелектуальним, а його контент – легко доступним.

Понятійно-тезисна модель і її застосування для формалізації змісту дидактичних текстів та автоматизації контролю знань демонструється програмним продуктом EduManager [23] і підсистемою тестування на сайті дистанційного навчання [21]. Робота програми показує переваги понятійно-тезисного (ПТ) підходу порівняно з іншими технологіями генерації тестів на основі методів штучного інтелекту [24, 25]. Серед ключових переваг слід зазначити простоту процесу формування БЗ, достатньо високу лінгвістичну зрозумілість тестових завдань, природний зв'язок тестових завдань із навчальним матеріалом, що надає підґрунтя для технологій адаптації навчання. Порівнюючи ПТ-підхід із ручним формуванням тестів, слід зазначити, що ПТ-підхід потребує менших зусиль на підготовку БЗ, ніж на ручну підготовку тестів.

Системний опис комплексної моделі для побудови інтелектуального навчаючого Інтернет-середовища є фундаментом для подальших досліджень і вдосконалення програмної реалізації. Результати досліджень активно впроваджу-

ються в реальних і експериментальних проектах [20–23]. Про поточні і попередні результати інформується на сайті авторів www.setlab.net [22].

С.В. Титенко

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ WEB-СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Представлен комплекс моделей, которые служат основанием для программной реализации автоматизированной системы непрерывного обучения. С помощью рассмотренных моделей решаются такие задачи, как создание многопредметного хранилища учебных материалов, многоуровневая формализация учебного контента, автоматизация тестирования и диагностики знаний, генерация индивидуального учебного курса и адаптация учебного процесса к потребностям обучаемого.

S.V. Tytenko

THE SET OF MODELS FOR BUILDING THE ONGOING LEARNING WEB-SYSTEM

This paper presents a set of models, providing the software implementation of automated system for ongoing learning. Furthermore, using these models, the following tasks are solved: the creation of multi-subject storage of learning materials; multi-level learning content formalization; automation of knowledge diagnosis and testing; generation of individual learning course and adaptation of learning process to learners' needs.

1. Тімар Т., Дарваш П., Коварович Я., Поулсен С. Коментарі до Національної доктрини розвитку освіти України (аналіз проекту освітньої доктрини від 15 травня 2001 р.) // Бюлетень Програми підтримки вироблення стратегії реформування освіти № 2 червень/липень 2001, <http://www.irf.kiev.ua/old-site/ukr/programs/edu/2001/bulletin-02.pdf>
2. Гагарін О.О., Титенко С.В. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2007. – № 6. – С. 37–48.
3. De Bra P., Houben G.J., Wu H. Aham: A dexter-based reference model for adaptive hypermedia // Proceedings of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia. – Darmstadt, Germany, 1999. – P. 147–156.
4. Черняк Л. Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы #09/2004 <http://www.osp.ru/os/2004/09/184560/>
5. Brusilovsky P., Henze N. Open corpus adaptive educational hypermedia // P. Brusilovsky, A. Kobsa and W. Neidl (eds.): The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization. Lecture Notes in Computer Science. – Berlin Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2007. – Vol. 4321. – P. 671–696.
6. Brusilovsky P. and Cooper D.W. Domain, Task, and User Models for an Adaptive Hypermedia Performance Support System // Gil, Y. and Leake, D. B. (eds.) Proc. of 2002 International Conference on Intelligent User Interfaces. – San Francisco, CA, ACM, 2002. – P. 23–30.
7. Vassileva J. A task-centered approach for user modeling in a hypermedia office documentation system, User Modeling and User-Adapted Interaction, 1996. – 6 (2-3).
8. Brusilovsky P. KnowledgeTree: A distributed architecture for adaptive e-learning // Nall J. and Robson R. (eds.) Proceedings of The Thirteenth International World Wide Web Conference, WWW 2004 (Alternate track papers and posters), New York, NY, May 17–22, 2004. – ACM Press. – P. 104–113.
9. <http://adapt2.sis.pitt.edu/cbum/> – ADAPT2. Advanced Distributed Architecture for Personalized Teaching & Training.
10. http://www.sis.pitt.edu/~paws/system_quizguide.htm – QuizGuide
11. Brusilovsky P., Knapp J. and Gamper J. Supporting teachers as content authors in intelligent educational systems // Int. J. Knowledge and Learning. – 2006. – Vol. 2, Nos. 3/4. – P. 191–215.
12. Титенко С.В., Гагарін О.О. Моделювання області знань в системі безперервного навчання на основі інтеграції моделі контенту Tree-Net і понятійно-тезисної моделі // VIII Міжнарод. конф. “Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2008”, Київ, 14–17 мая 2008.: Сб. тр./ Ред. кол.: С.В. Сирота (гл.ред.) і др. – К.: Просвіта, 2008. – С. 475–484.
13. Гагарин А.А., Луценко А.Н., Титенко С.В. Организация дистанционного обучения как информационный фактор реализации научно-технологической состав-

- ляющей экономической безопасности государства // Экономическая безопасность государства и информационные технологии в ее обеспечении / Под общ. ред. Г.К. Вороновского, И.В. Недина. – К.: Знання України, 2005. – С. 608–619.
14. *Титенко С.В., Гагарін О.О.* Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі // Сб. тр. Междунар. конф. “Интеллектуальный анализ информации-2006”. – К.: Просвіта, 2006. – С. 298–307.
15. *Титенко С.В., Гагарін О.О.* Практична реалізація технології автоматизації тестування на основі понятійно-тезисної моделі // Образование и виртуальность – 2006: Сб. науч. тр. 10-й Междунар. конф. Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Д.Р. Киншука, В.В. Семенца. – Харьков–Ялта: УАДО, 2006. – С. 401–412.
16. *Michele B. Medved.* Creating an Environment for Ongoing Learning // Learning Circuits - ASTD's Online Magazine Covering E-Learning, 2003. <http://www.learningcircuits.org/2003/dec2003/elearn.html>
17. *Романова Е.С.* 99 популярных профессий. Психологический анализ и профессиограммы. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 464 с.
18. *Морозова Т.Ю., Деордиця Ю.С.* До проблеми взаємодії ІТ-освіти та ІТ-індустрії // Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: Матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф., 11–13 грудня 2006 р., м. Луганськ. – Луганськ: Альма-матер, 2006. – С. 64–66.
19. *Воробьёв А.В.* Модель преодоления интервала междолжностных компетенций // Educational Technology & Society. – 2006. – 9(4).
20. *FreshKnowledge sCMS* – семантична система управління контентом <http://www.freshknowledge.net>
21. *Портал знань* – застосування комплексної моделі Web-системи безперервного навчання <http://www.znannya.org>
22. *Лабораторія СЕТ* – Віртуальна лабораторія новітніх інформаційних технологій. Дослідження в області дистанційного навчання. <http://www.setlab.net>
23. *Програмний продукт EduManager* демонстрація автоматизованої побудови тестів на основі понятійно-тезисної моделі. <http://www.setlab.net/ctm/>
24. *Елизаренко Г.Н.* Проектирование компьютерных курсов обучения: концепция, язык, структура. – К.: НТУУ “КПИ”, 2001.
25. *Stankov S., Žitko B. and Grubišić A.* Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems. AIED'05 Workshop SW-EL'05: Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning // Papers of 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2005). – Amsterdam, 2005. <http://hcs.science.uva.nl/AIED2005/W3proc.pdf>

Рекомендована Радою
теплоенергетичного факультету
НТУУ “КПІ”

Надійшла до редакції
19 червня 2008 року