

## МОДЕЛЬ НАВЧАЛЬНОГО WEB-КОНТЕНТУ TREE-NET ЯК ОСНОВА ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ КЕРУВАННЯ ЗНАННЯМИ І БЕЗПЕРЕРВНИМ НАВЧАННЯМ

С.В. ТИТЕНКО, О.О. ГАГАРІН

Описано ієрархічно-мережеву модель навчального Web-контенту Tree-Net для підтримки безперервного навчання на основі управління знаннями. Розглянуто ієрархічні, бінарні і групові зв'язки між елементами контенту, які служать для його структурування і каталогізації, а також реалізації повторного використання, пошуку тематично-асоціативного контенту і побудови персонального навчального середовища.

### ВСТУП

Україна стоїть перед необхідністю впровадження і підтримки освітніх процесів за принципом «навчання впродовж усього життя». В умовах «інформаційного вибуху» і бурхливого розвитку інформаційних технологій, коли щорічний приріст знань складає 4–6%, а фахівець отримує до 50% знань після закінчення навчального закладу і майже 30% свого робочого часу мусить витратити на поновлення професійних знань [1], питання побудови ефективних систем підтримки *безперервного*, а також корпоративного навчання набуває особливої ваги. Найвищим капіталом будь-якої організації є її співробітники, а їх особистий розвиток і інтелект — найвищою технологією. Велика увага останнім часом приділяється технологіям *керування знаннями* (КЗ) організації у контексті навчання [2, 3]. Знання організації — це різноманітна інформація, необхідна для підтримки основних бізнес-процесів на високому рівні, а також для адекватного реагування на різноманітні впливи [4]. КЗ фокусується на тому, як організація визначає, створює, здобуває, розподіляє і застосовує знання.

Як корпоративне навчання, так і КЗ мають справу з обміном знаннями і створенням співтовариств, в яких розповсюджуються знання. Дистанційне навчання в контексті безперервної освіти і КЗ беруть свій початок від однакових задач: навчання та покращення здатності виконувати робочі завдання, приймати ефективні рішення та позитивно впливати на навколишнє співтовариство. Пошуки шляхів синтезу обох процесів набувають значущості і мають потенціал оптимізації процесів, пов'язаних із знаннями, які інтегрують задачі КЗ і навчання.

Не зважаючи на спільні риси, дистанційне навчання у рамках підходів на базі класичних систем дистанційного навчання (СДН) і КЗ мають характерні відмінності у використанні і ставленні до знань у цих областях. КЗ носить динамічний характер, подає актуальні у часі знання, проте часом ці знання не достатньо добре структуровані і не підходять для повноцінного безпосереднього використання у навчальних курсах. Натомість дистанційне навчання фокусується на поданні опрацьованих і добре структурованих

знань за допомогою навчальних планів, які часто носять статичний характер. Але такі знання часом втрачають свіжість і актуальність, характерну для задач КЗ. Тому архітектура класичних систем дистанційного навчання погано задовольняє вимоги до процесів КЗ. Такі провідні системи дистанційного навчання, як WebCT і Blackboard, створені у більшій мірі для підтримки аудиторної діяльності, аніж для незалежних досліджень або самонавчання [2].

Експерти КЗ, зазначаючи неефективність стандартних рішень систем дистанційного навчання для КЗ [2, 3, 5], рекомендують активно збагачувати ці системи виконанням деяких задач. Зазначимо додаткові вимоги до функціональності СДН у контексті КЗ.

1. Експерти організації повинні бути більш «видимими» один для одного, підтримуючи експертні співтовариства для обміну знаннями і досвідом.
2. Застосовувати моделі компетенцій і профілів спеціалістів для удосконалення навчальних процесів та співробітництва.
3. Єднати навчальні матеріали з реальними і актуальними сховищами знань.
4. Підтримувати експертні співтовариства у створенні якісних навчальних об'єктів.

Слід виділити також проблеми, характерні для застосування підходів КЗ до організації навчання.

1. Структурування знань системи КЗ для забезпечення подальшої можливості їх використання у навчальних цілях в рамках навчальних програм.
2. Генерація навчальних курсів і персональних навчальних середовищ на основі ресурсів системи КЗ.

Доцільним для реалізації синтезу КЗ і безперервного навчання є застосування концепції, у якій керування знаннями відіграє роль сховища, або репозитарію, а навчальний процес є процесом його використання.

Основною сутністю, матеріалом, яким маніпулюють СДН і системи КЗ є *контент*. Під контентом (від англ. content) прийнято розуміти будь-яке змістовне наповнення інформаційного ресурсу — тексти, графіка, мультимедіа. У Web-сайтах для кінцевого користувача контент організується у вигляді сторінок засобами гіпертекстової розмітки. Бурхливий розвиток Інтернету призвів до появи багатьох програмних систем, які автоматизують керування інформацією Web-сайтів і застосовують різноманітні методи організації і навігації Web-контентом (каталогізація і рубрикація контенту та технології міток (тегів), організація меню, розділів і підрозділів сайту). Такі системи керування контентом, або CMS (content management systems), широко представлені на ринку. Навчальний Web-контент — це контент освітніх сайтів, порталів дистанційного навчання та інших Інтернет-систем, який використовується для передачі знань користувачам. У зв'язку із специфічними дидактичними завданнями СДН подання навчального контенту не може бути повністю задоволене звичайними CMS-системами. У зв'язку з цим набули поширення спеціальні класи систем, які використовуються для керування навчальним контентом і організації навчання: CMS (courseware management systems) — керування курсами, LMS (learning management systems) — керування навчанням, LCMS (learning content management systems) — керування навчальним контентом, а також СДН (термін СДН характерний для вітчизняних систем).

Модель освітнього процесу за вимогами безперервного навчання на базі КЗ повинна містити етап побудови і адаптивної підтримки релевантного навчального курсу [6]. Підтримку адаптивності слід реалізовувати на основі інтелектуальності контенту, яка закладається на етапі його створення [7]. У свою чергу, інтелектуальний контент має стати центральною сутністю керування знаннями в контексті синтезу СДН і КЗ.

Класичні системи дистанційного навчання, такі як Blackboard, Learning Space, WebCT, Moodle та ін., не здатні забезпечити адаптивність процесу навчання, яка є однією з ключових вимог безперервної освіти [6]. У роботах, що стосуються інтелектуальних і адаптивних навчальних систем, пропонуються розвинені моделі контенту і предметної області [8–10], але не приділяється достатньої уваги процесу управління корпоративними знаннями в контексті безперервного і професійно-орієнтованого навчання [6], а також питанням останніх тенденцій у сфері управління контентом Web-сайтів [11]. У зв'язку з цим пропонується модель контенту як складова інтелектуальної системи безперервного навчання [12, 13]. У поєднанні з такими компонентами, як понятійно-тезисна модель [14], модель контролю і діагностики знань і моделей студента, професійних компетенцій, освітнього запиту, педагогічного процесу, покликані забезпечити функціонування Web-системи безперервного навчання за концепцією, в якій управління знаннями відіграє роль підготовки репозитарію або *порталу знань*, а організація навчання відбувається на основі технологій використання цього репозитарію у якості *генератора курсів і персонального навчаючого середовища* [15].

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Розробка моделі Web-контенту, яка стане підґрунтям для побудови адаптивної системи безперервного навчання через Інтернет у контексті керування знаннями. Модель повинна задовольняти такі вимоги:

- ієрархічне і багаторівневе подання великих об'ємів контенту по різних предметних областях;
- підтримка міжпредметних і різноманітних внутрішньопредметних зв'язків [6];
- наявність широких можливостей у тематичному і асоціативному групуванню та сортуванню контенту;
- підтримка еволюційного розвитку освітнього порталу як необхідна складова в умовах «інформаційного вибуху», доступність функціональності навіть при умові неповного опису [6];
- повторне використання контенту і організація нових навчальних курсів на основі існуючої інформації;
- підтримка процесу управління знаннями в процесі безперервного навчання;
- реалізація широких можливостей керування і навігації Web-контентом сучасних підходів до організації Інтернет-ресурсів, таких як каталогізація і рубрикація контенту, технології міток (тегів), організація меню, розділів і підрозділів сайту [11];
- інтеграція з іншими компонентами розроблюваної навчальної системи, серед яких понятійно-тезисна модель як понятійна складова моделю-

вання контенту, а також моделі контролю і діагностики знань, студента, професійних компетенцій, освітнього запиту і педагогічного процесу [12].

### ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ TREE-NET

Tree-Net — ієрархічно-мережева модель даних, яка є основою для формалізації та структурування інформації освітніх порталів для підтримки безперервного навчання, являє собою сукупність двох ієрархічних структур — дерева елементів контенту і дерева тематичних груп (рис. 1). Між елементами контенту можуть встановлюватись бінарні зв'язки, що дозволяє, окрім ієрархії, пов'язати контент у мережу на основі асоціативності. *Дерево контенту* вказує на фізичне розташування контенту, це основна навігаційна модель контенту сайту. Завдання *дерева тематичних груп* — подати ієрархію тем предметних областей. Елементи контенту можуть бути віднесені до однієї чи більше тематичних груп. Таким чином Tree-Net забезпечує як загальне структурування Web-контенту освітнього порталу, так і подання його семантики, завдяки моделюванню предметних областей, що служить інтелектуалізації навчальної системи.

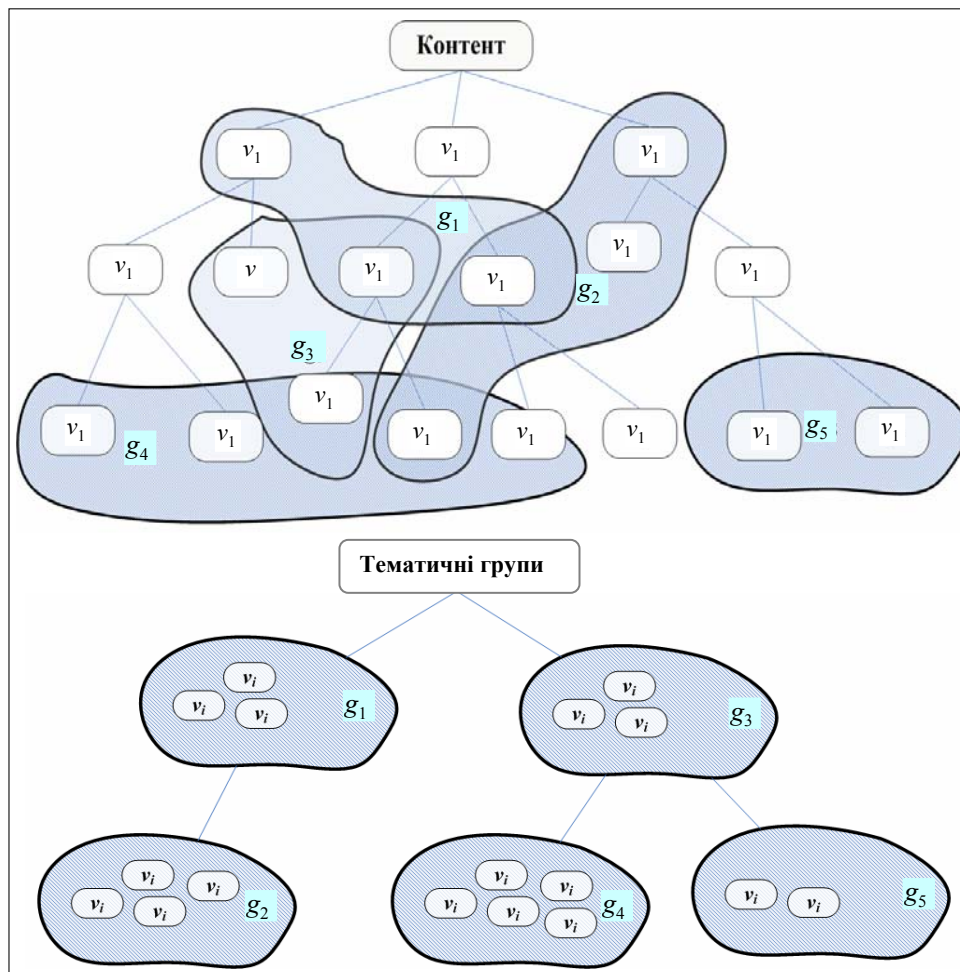


Рис. 1. Схематичне зображення Tree-Net моделі

## ІЄРАРХІЧНА СТРУКТУРА КОНТЕНТУ

Ієрархічно-мережева модель даних Tree-Net є основою формалізації і структуризації інформації Інтернет-систем, у тому числі для освітніх порталів. Опишемо ієрархічну складову структури контенту Tree-Net-моделі.

Найпростішим елементом контенту є *подання* ( $v_i$ ), яке відповідає одній Web-сторінці сайту. Зауважимо, що завданням Web-сторінки є подання логічно завершеної порції контенту з точки зору її суті, тоді як основні налаштування візуального оформлення задаються централізовано для усього порталу за допомогою відповідних Web-технологій. Множина усіх елементів контенту

$$V = \{v_i\}, \text{ де } i = 1 \dots n_V.$$

Ієрархічна структура контенту визначається тим, що кожен елемент може мати дочірні елементи, які, в свою чергу, також можуть мати дочірні елементи, і так далі.

$$Ch: V \rightarrow 2^V.$$

Множина безпосередніх дочірніх елементів для даного елемента контенту  $a$  позначається

$$Ch(a), a \in V.$$

Відповідно до ієрархічної структури кожен елемент має один батьківський елемент, що задається відображенням

$$F: V \rightarrow V.$$

При цьому у вершині ієрархії знаходиться абстрактний елемент  $v = \text{default}$ . Таким чином  $F(v)$  позначає батьківський елемент для елемента контенту  $v$ .

Множина усіх елементів-нащадків даного елемента  $e \in V$  являє собою послідовне об'єднання множин дочірніх елементів вглиб по ієрархічній структурі. Для визначення елементів-нащадків застосовуватимемо оператор

$$\text{Desc}(e), e \in V.$$

## СЕМАНТИЧНИЙ БЛОК КОНТЕНТУ

Семантичні блоки контенту служать для організації контенту багатопредметного Web-порталу і є одним із засобів групування елементів контенту з метою моделювання різноманітних предметних областей. *Семантичний блок* — це множина елементів контенту, які мають логічну і структурну єдність і єдине джерело походження, наприклад, одне авторство, і подають одну тему. Сюди можна віднести готові статичні курси, контент яких завантажено до системи. Фізично семантичний блок контенту є деякою гілкою у дереві контенту. Для створення нового семантичного блоку елемент, який стане його вершиною, спеціальним чином позначається як блок, і тоді усі його нащадки будуть віднесені до даного блоку. У такий спосіб створюється семантичний блок на основі деякої гілки у загальному дереві контенту (рис. 2).

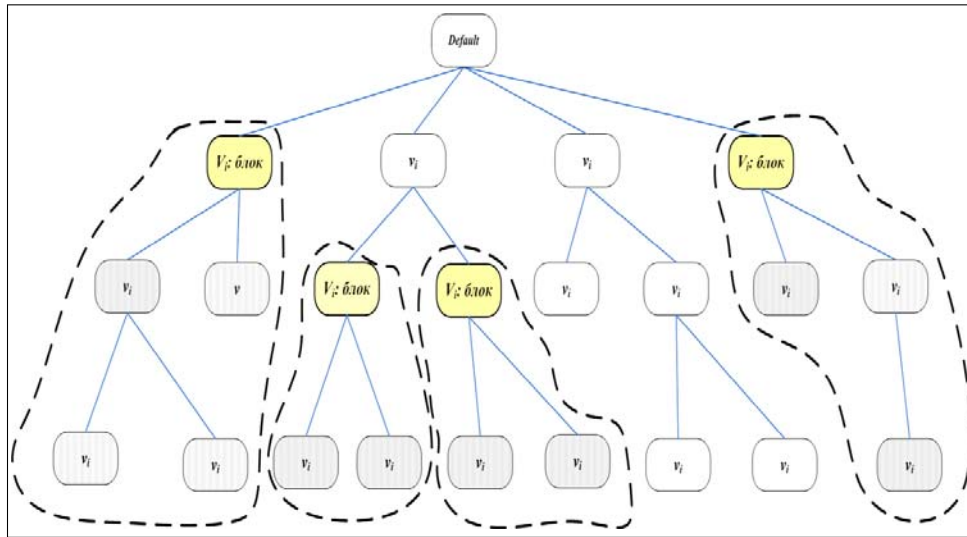


Рис. 2. Приклад семантичних блоків

Множина елементів семантичного блоку визначається оператором  $\text{Desc}(v)$ , де  $v$  — вершина блоку у дереві контенту.

### БІНАРНІ МЕРЕЖЕВІ ЗВ'ЯЗКИ

Мережева структура контенту полягає у тому, що кожен елемент, окрім зв'язків ієрархії, може мати додаткові зв'язки із іншими елементами. Семантична роль таких мережевих зв'язків — відношення асоціативності. Таким чином, кожен елемент має сукупність пов'язаних із ним елементів. Така мережева структура задається відношенням

$$N \subseteq V \times V.$$

Дане відношення задається квадратною  $(n_V \times n_V)$  матрицею  $Nw = \|nw_{ij}\|$ , рядки і стовпці якої відповідають елементам контенту. Елемент матриці  $nw_{ij}$  — числове вираження зв'язку елементів  $v_i$  та  $v_j$ . Якщо  $nw_{ij} = 0$ , вважаємо, що зв'язок між  $v_i$  з  $v_j$  відсутній, а  $(v_i, v_j) \notin N$ .

$$\begin{array}{cccc}
 & v_1 & v_2 & v_j & \dots \\
 v_1 & - & nw_{12} & nw_{1j} & \\
 v_2 & nw_{21} & - & nw_{2j} & \\
 v_i & nw_{i1} & nw_{i2} & - & \\
 \dots & & & & 
 \end{array}$$

Елемент  $v$  може мати *прямі*, *обернені* і *взаємні* зв'язки з іншими елементами. При цьому взаємний зв'язок може бути *симетричним*. Прямий зв'язок елементів  $v_k$  та  $v_l$  існує, якщо  $(v_k, v_l) \in N$ . Обернений зв'язок цих елементів існує, якщо  $(v_l, v_k) \in N$ . Взаємний зв'язок елементів  $v_k$  та  $v_l$  існує, якщо  $(v_k, v_l) \in N$  &  $(v_l, v_k) \in N$ . Взаємний зв'язок цих елементів є симетричним, якщо елементи  $nw_{kl} = nw_{lk}$  матриці  $\|nw_{ji}\|$  рівні.

Різні групи елементів, з якими елемент  $v_k$  пов'язаний, будемо позначати таким чином:

- прямим зв'язком  $N \text{ from } v(v_k) = \{v_i : (v_k, v_i) \in N\}$ ;
- оберненим  $N \text{ to } v(v_k) = \{v_i : (v_i, v_k) \in N\}$ ;
- взаємним  $N \text{ com } v(v_k) = \{v_i : (v_i, v_k) \in N \ \& \ (v_k, v_i) \in N\}$ ;
- симетричним  $N \text{ sym } v(v_k) = \{v_i : (v_i, v_k) \in N \ \& \ (v_k, v_i) \in N \ \& \ nw_{ik} = nw_{ki}\}$ .
- усі пов'язані елементи  $Nv(v_k) = N \text{ from } v(v_k) \cup N \text{ to } v(v_k)$ .

## ПСЕВДОНІМИ І ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕНТУ

Тенденції примноження інформації і знань ускладнюють однозначну каталогізацію інформаційних об'єктів. Одним із ефективних методів гнучкого управління контентом і побудови ефективної навігаційної схеми Web-сайту є технологія *псевдонімів* у моделі Tree-Net. Основним завданням цього методу є забезпечення повторного використання вже існуючого контенту для нових специфічних цілей. Відбувається це завдяки можливості розташувати вже існуючий в системі елемент контенту в іншому місці ієрархії. Подібне завдання виникає, наприклад, у випадках, коли цілий розділ або окрема сторінка певного навчального курсу розкриває деяку тему або питання у контексті іншого навчального курсу. Тут включення готової ділянки навчального контенту до нового курсу дасть змогу спростити і прискорити процес його формування. Щоб запобігти ситуації, коли навчальна ділянка, позбавлена свого контексту, втрачає дидактичну ефективність, дану функцію слід застосовувати для таких елементів контенту, які у рамках предмету володіють логічною завершеністю.

Сутність застосування технології псевдонімів полягає у встановленні відношень між двома елементами контенту, один з яких стає *джерелом* даних, а інший — їх *одержувачем*. Відношення псевдонімів описується відображенням

$$A:V \rightarrow V.$$

Таким чином, елемент  $v_k$  є *псевдонімом* елемента  $v_l$  тоді, коли  $(v_k, v_l) \in A$ . При цьому  $v_k$  відіграє роль одержувача, а  $v_l$  — джерела.

Відношення «псевдонім» розділяється на такі *типи*: посилання, статична та динамічна копії, статична та динамічна вибірки. Тип відношення керує тим, які саме властивості елемента-джерела отримає елемент-одержувач. Сукупність типів являє собою множину

$$A \text{ Types} = \{a \text{ Link}, a \text{ Copy}, a \text{ Select}, a \text{ DCopy}, a \text{ DSelect}\}.$$

Типізація відношення псевдонімів задається відображенням

$$A \text{ Type}: A \rightarrow A \text{ Types}.$$

Розкриємо роль кожного з типів.

*Посилання.*  $AType(A_i) = aLink$ . Елемент-одержувач приймає адресу (URL) елемента-джерела, тому фактично є посиланням на нього. Це відношення дає можливість забезпечити навігацію до вже існуючого елемента контенту через інше місце в ієрархії. Таким чином елемент-одержувач стає посиланням на джерело, тобто відсилає до іншого місця у ієрархії контенту.

*Статична копія.*  $AType(A_i) = aCopy$ . Усі атрибути копіюються в момент створення, після чого якісний зв'язок із джерелом не потрібен. Від елемента-джерела використовується лише інформація про *бінарні і групові зв'язки*. Зміна атрибутів статичної копії відбувається безпосереднім чином і не має зв'язку із елементом-джерелом.

*Статична вибірка.*  $AType(A_i) = aSelect$ . Копіюється елемент як статична копія і його нащадки: для елемента копії створюються *нащадки* — *статичні копії* усіх нащадків елемента-джерела.

*Динамічна копія.*  $AType(A_i) = aDCopy$ . Служить як постійно актуальна копія деякого елемента без його нащадків. Атрибути такого елемента безпосередньо видобуваються із елемента-джерела в кожен момент звернення. Допускається часткова зміна атрибутів динамічної копії із можливістю використання поновлювальних значень атрибутів джерела.

*Динамічна вибірка.*  $AType(A_i) = aDSelect$ . Служить як постійна копія деякої гілки. Така вибірка є постійно актуальною копією елемента-джерела і всіх його нащадків. Усі ієрархічні зміни гілки-джерела мають вплив на вибірку. Передбачається можливість зміни атрибутів і налаштування елементів і структури динамічної вибірки. Для зміни атрибутів у нащадках слід повторити/змінити ієрархію, створюючи елементи, починаючи від вершини динамічної вибірки, і внести необхідні значення атрибутів. При цьому створені елементи, нащадки динамічної копії, можуть самі бути динамічними або статичними копіями. У такий спосіб виконується гнучке налаштування вибірки.

## ТЕМАТИЧНІ ГРУПИ КОНТЕНТУ І МЕРЕЖЕВІ ЗВ'ЯЗКИ НА ОСНОВІ ГРУП

Тематичні групи призначені для організації різноманітних міжпредметних і внутрішньооб'єктних зв'язків між елементами контенту. Тематичні групи використовуються для моделювання предметних областей, каталогізації, групування і вибірки асоціативного контенту. Організація тематичних груп відбувається в ієрархічній структурі. Це дозволяє вибудовувати таксономію предметних областей. Кожен елемент контенту може брати участь у довільній кількості тематичних груп, на основі яких визначаються зв'язки асоціативності між елементами контенту.

Множина  $G$  вказує на тематичні або асоціативні групи, в яких можуть брати участь елементи контенту.

$$G = \{g_1, \dots, g_{n_G}\},$$

де  $n_G$  — кількість тематичних груп контенту.

Організація тематичних груп відбувається в ієрархічній структурі. Ієрархія груп визначається відображенням, яке ставить у відповідність кожній групі  $g_i$  множину її дочірніх елементів



$$\text{Ch } G: G \rightarrow 2^G.$$

Зауважимо, що кожна тематична група може мати лише одну батьківську групу. Відображення  $FG$  задає батьківство тематичних груп

$$FG: G \rightarrow G.$$

Аналогічно, множина усіх груп-нащадків даної групи  $g \in G$  являє собою послідовне об'єднання множин дочірніх елементів вглиб по ієрархічній структурі. Для визначення груп-нащадків застосовуватимемо оператор  $\text{Desc } G(g)$ ,  $g \in G$ .  $\text{Desc } GG(A)$  — множина нащадків множини груп  $A \subseteq G$  — визначається як послідовне об'єднання  $\text{Desc } G(g_i)$ .

$$\text{Desc } GG(A) = \cup (\text{Desc } G(g_i)),$$

де  $g_i \in A$ ,  $A \subseteq G$ .

Генеалогічна лінія групи  $g$  — множина усіх її пращурів — визначається оператором  $\text{Anc } G(g)$ ,  $g \in G$ . Генеалогічна лінія множини груп  $A \subseteq G$  позначається  $\text{Anc } GG(A)$  і визначається як послідовне об'єднання  $\text{Anc } G(g_i)$ .  $\text{Anc } GG(A) = \cup (\text{Anc } G(g_i))$ , де  $g_i \in A$ ,  $A \subseteq G$ .

## ЕЛЕМЕНТИ КОНТЕНТУ І ЇХ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ТЕМАТИЧНИМИ ГРУПАМИ

Кожен елемент контенту може брати участь у довільній кількості тематичних груп, що задається відображенням

$$GV: V \rightarrow 2^G.$$

Матриця  $GVw = \|g_{vw_{ij}}\|$  задає це відношення, разом з тим зберігаючи міру відповідності або релевантності даного елемента групі. Так, рядки матриці  $\|g_{vw_{ij}}\|$  відповідають елементам контенту  $v_1, v_2, \dots, v_{nV}$ , а стовпці — групам  $g_1, g_2, \dots, g_{nG}$ . Таким чином для кожного елемента  $v_i$  ( $i$ -й рядок) задається множина груп  $\{g_i\}$  (стовпці), в яких даний елемент бере участь, при цьому ненульові елементи матриці  $g_{vw_{ij}}$  вказують на міру відповідності елемента групі. У свою чергу, зв'язок множини усіх елементів контенту і групи, до якої вони безпосередньо належать, задається відображенням

$$VG: G \rightarrow 2^V.$$

Дане відображення також задається згаданою матрицею  $GVw = \|g_{vw_{ij}}\|$ . Введемо оператор і за його допомогою будемо визначати множину елементів контенту, кожен з яких бере участь хоча б в одній групі із заданої множини груп. Тобто елементи контенту, що належать множині груп  $A \subseteq G$ , визначаються оператором

$$VGG(A) = \{v: GV(v) \cap A \neq \emptyset\}.$$

Множину елементів контенту, які беруть участь у групі  $g$  або в деякій із її нащадків, будемо називати *контентом гілки*  $g$ .

$$VGbr(g) = \{v: g \in GV(v) \text{ або } GV(v) \cap DescG(g) \neq \emptyset\}.$$

Множину елементів контенту, які беруть участь хоча б в одній групі із множини  $A \subseteq G$  або в деякій із її нащадків, будемо називати *контентом множини гілок*  $A \subseteq G$ .

$$VGGbr(A) = \{v: v \in VGbr(g_i), \text{ де } g_i \in A \cup DescGG(A)\}.$$

## ТЕМАТИЧНО-АСОЦІАТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ КОНТЕНТУ

На основі тематичних груп ми можемо визначати зв'язки асоціативності між елементами контенту. Виділяємо різні області асоціативності для елемента контенту: *найближче коло*, *помірне* (заглиблююче) та *широке* (узагальнююче) коло тематично-асоціативного контенту.

*Найближче коло тематично-асоціативного контенту елемента*  $a$ ,  $a \in V$  — множина елементів контенту, які безпосередньо беруть участь у тих самих тематичних групах, що і даний елемент  $a$ ,  $a \in V$ . Служить для визначення сукупності найбільш близького за змістом контенту тієї ж тематики. Визначається оператором

$$V_{\text{narrow}}(a) = \{v: GV(v) \cap GV(a) \neq \emptyset\}.$$

*Помірне (заглиблююче) коло тематично-асоціативного контенту елемента*  $a$ ,  $a \in V$  — множина елементів контенту, які беруть участь у тих самих групах, що й  $a$ , або в групах, які відповідно є *нащадками*. Служить для визначення набору контенту тієї ж тематики, у тому числі по темам більш специфічного характеру. Визначається оператором

$$V_{\text{medium}}(a) = V_{\text{narrow}}(a) \cup \{v: v \in VGGbr(G_a), \text{ де } G_a = GV(a)\}.$$

*Широке коло (узагальнююче) тематично-асоціативного контенту елемента*  $a$ ,  $a \in V$  — множина елементів контенту, які беруть участь у тих самих групах, що й  $a$ , а також елементів у групах, які є послідовно *працюррами* по лінії кожної групи з множини груп елемента  $a$ . Служить для визначення контенту тієї ж тематики і тематики більш загальної. Визначається оператором

$$V_{\text{wide}G}(a) = V_{\text{narrow}G}(a) \cup \{v: v \in VGG(\text{Anc}GG(G_a)), \text{ де } G_a = GV(a)\}.$$

*Повне коло тематично-асоціативного контенту елемента*  $a$ ,  $a \in V$  — контент помірною тематично-асоціативного кола, об'єднаний із контентом широкого кола елемента  $a$ . Служить для визначення повного набору асоціативного контенту тієї ж тематики, а також споріднених тематик більш загального і більш специфічного характеру.

$$V_{\text{total}G}(a) = V_{\text{medium}G}(a) \cup \{v: v \in VGG(\text{Anc}GG(G_a)), \text{ де } G_a = GV(a)\}.$$

Величину, яка вказуватиме на міру асоціативності двох елементів контенту  $v_k$  і  $v_l$  називатимемо *асоціативною відстанню* і позначатимемо  $Dis_{kl}$ .

Асоціативна (тематично-асоціативна) відстань  $Dis_{ij}$  служить для впорядкування або сортування асоціативних елементів. Розрахунок цієї величини, окрім структури груп, має також врахувати бінарні зв'язки між елементами. Асоціативна відстань допоможе вибрати із усієї сукупності тематично-асоціативного контенту групи найближчих асоціативних елементів із заданою кількістю елементів в групі.

### ЗАСОБИ ПОБУДОВИ ПЕРСОНАЛЬНОГО НАВЧАЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ TREE-NET

Основою для підготовки персонального навчаючого середовища є визначення інтересів користувача і подальший відбір необхідного контенту. Розгалужена структура Tree-Net дає можливість гнучко управляти інформацією і створювати стратегії персонального подання контенту користувачеві в залежності від його потреб.

Актуальною стає задача пошуку асоціативного контенту до деякої сторінки у випадку, коли інформація цієї сторінки цікавить користувача. Знаходження асоціативних елементів контенту даної Web-сторінки відбувається на основі джерел асоціативності. Нижче наведено джерела асоціативного контенту сторінки у порядку їх значення.

1. Бінарні зв'язки між елементами контенту.
2. Елементи члени тієї ж групи, до якої належить даний елемент.
3. Елементи того ж семантичного блоку контенту.
4. Елементи із дочірніх груп.
5. Елементи із батьківських груп.
6. Ієрархічні зв'язки у дереві контенту: батьківський і дочірні елементи.

Набір елементів контенту, отриманий в результаті пошуку асоціативних сторінок, можна подати структуровано за допомогою оператора Roots.

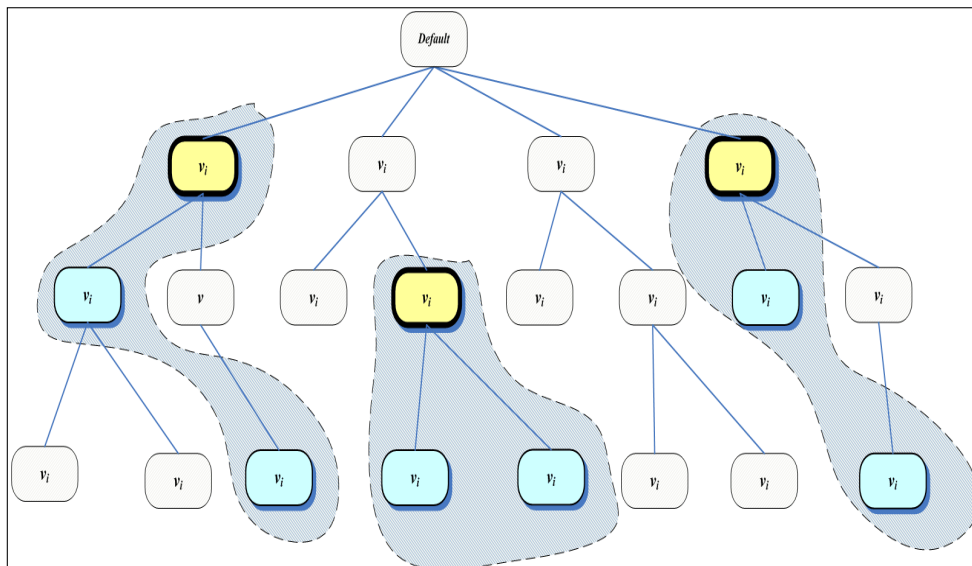


Рис. 3. Вибір елементів і визначення вершин оператором Roots

Робота оператора Roots TN-моделі полягає в пошуку у множині  $V' \subseteq V$  новоутворених незалежних коренів на основі відношень  $Ch$  і  $F$ , які описують ієрархію контенту. Потужність  $|Roots|$  вказуватиме на кількість утворених дерев на виборці  $V'$ . Приклад роботи оператора Roots зображено на рис. 3.

Новоутворені піддерева можуть розцінюватися як основа для персональних навчальних курсів та за допомогою відношень псевдонімів (посилань, копій і вибірок) подаватися окремо у якості персонального гіпермедіа середовища.

## **ВИСНОВКИ**

Запропоновано модель навчального Web-контенту Tree-Net, яка дозволяє комплексно підійти до вирішення завдань навчання і керування знаннями в організаціях і установах різного характеру. Tree-Net підтримує еволюційність у створенні порталу. Вона надає можливість розробляти і накопичувати навчальний матеріал поступово, при цьому функції системи будуть доступні на кожному етапі. Таким чином вирішується проблема «всеосвіченості», характерна для випадків застосування жорстких моделей подання знань.

Технологія вибірок і псевдонімів дозволяє повторно використовувати фрагменти навчальних матеріалів для нових курсів і навчальних процесів. Tree-Net забезпечує гнучке конструювання нових навчальних курсів і програм на основі вже існуючого в системі контенту.

Семантична складова і дерево тематичних груп дає можливість вибудувати ієрархію предметних областей. Використання цих даних дає можливість виконувати вибірку, фільтрацію, категоризацію і упорядкування навчального матеріалу на основі семантики вмісту. Все це сприяє використанню Tree-Net для побудови системи керування знаннями.

Модель Web-контенту Tree-Net забезпечує зручні засоби навігації по навчальному контенту на базі WWW. Ієрархічні, бінарні і групові зв'язки між елементами контенту відповідним чином відображаються на елементах навігації. Таким чином користувач отримує широкі можливості для орієнтації і пошуку необхідної йому навчальної інформації і пояснень. Так, на основі груп реалізовано інтеграцію таких сучасних технологій побудови Інтернет-проектів, як мітки і каталогізація контенту разом із семантичними технологіями моделювання предметної області, що надає розширені навігаційні можливості користувачам Web-ресурсу на базі Tree-Net. Різноманітні зв'язки елементів контенту міжпредметного і внутрішньопредметного характеру на базі Tree-Net дають можливість гнучко управляти навчальним контентом і моделювати специфічні області знань, визначаючи релевантну множину контенту, що відповідає інтересам студента. Модель Tree-Net є основою для розробки методів генерації персонального навчаючого середовища і динамічних навчальних курсів для підтримки безперервного навчання.

Разом із іншими компонентами Tree-Net є складовою комплексу моделей для побудови Web-системи безперервного навчання [12]. Про поточні і попередні дослідження щодо розвитку і використання моделі Tree-Net див. на сайті авторів [16]. Семантичну модель навчального контенту Tree-Net застосовано на практиці при побудові освітнього порталу [17].

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Богданова И.Ф.* Непрерывное образование в эпоху перехода к информационному обществу // Актуальные проблемы бизнес-образования // Тез. докл. 3-й Междунар. конф. — Минск, 2004. — С. 35–39.
2. *Convergence of Knowledge Management and E-Learning: the GetSmart Experience in JCDL* / B. Marshall et al. — 2003. — <http://ai.bpa.arizona.edu/go/intranet/Publication/JCDL>. — 2003. — Marshall.pdf.
3. *Efitova L., Swaak J.* Converging Knowledge Management, Training and e-learning: Scenarios to Make it Work // *Journal of Universal Computer Science*. — 2003. — 9, № 3. — С. 571–578.
4. *Комов С.А.* Корпоративные знания — как ими управлять? // Корпоративные системы. — 2005. — № 3. — <http://www.management.com.ua/ims/ims108.html>.
5. *Allee V.* eLearning is not Knowledge Management. — <http://www.linezine.com/2.1/features/vaenkm.htm>.
6. *Гагарін О.О., Титенко С.В.* Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання // *Наук. вісті НТУУ «КПІ»*. — 2007. — № 6(56). — С. 37–48.
7. *Brusilovsky P., Knapp J. and Gamper J.* Supporting teachers as content authors in intelligent educational systems // *Knowledge and Learning*. — 2006. — 2, № 3/4. — P. 191–215.
8. *Семикин В.А.* Семантическая модель контента образовательных электронных знаний. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Тюмень, 2004. — 21 с.
9. *Brusilovsky P.* Adaptive hypermedia, an attempt to analyze and generalize // P. Brusilovsky, P. Kommers, & N. Streitz (Eds.), *Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1077)*. — Berlin: Springer-Verlag, 1996. — P. 288–304.
10. *Brusilovsky P.* KnowledgeTree: A distributed architecture for adaptive e-learning // In: *Proceedings of The Thirteenth International World Wide Web Conference, WWW 2004 (Alternate track papers and posters)*. — NY 17–22 May, 2004. — NY: ACM Press. — P. 104–113.
11. *Титенко С.В., Гагарін О.О.* FreshKnowledge — система управління навчальним Веб-контентом на семантичному рівні // VII Междунар. конф. «Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2007», Київ, 15–18 мая 2007 г.: Сб. тр. — Київ: Просвіта, 2007. — С. 342–352.
12. *Gagarin A., Tytenko S.* Complex model of educational hypermedia environment for ongoing learning // *Образование и виртуальность: Сб. науч. тр. 11-й Междунар. конф. Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Др. Киншука и В.В. Семенца*. — Харьков-Ялта: УАДО, 2007. — С. 140–145.
13. *Гагарін О.О., Титенко С.В.* Проблеми створення гіпертекстового навчаючого середовища // *Вісн. Східноукр. національн. ун-ту ім. В. Даля. Ч.2*. — 2007. — № 4 (110). — С. 6–15.
14. *Титенко С.В., Гагарін О.О.* Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі // *Інтелектуальний аналіз інформації* — 2006: Сб. тр. междунар. конф. — Київ: Просвіта, 2006. — С. 298–307.
15. *Гагарін А.А., Луценко А.Н., Титенко С.В.* Организация дистанционного обучения как информационный фактор реализации научно-технологической составляющей экономической безопасности государства // *Экономическая безопасность государства и информационные технологии в ее обеспечении / Под общ. ред. Г.К. Вороновского, И.В. Недина*. — Киев: Знання України, 2005. — С. 608–619.
16. *Лабораторія СЕТ* — Віртуальна лабораторія новітніх інформаційних технологій. Дослідження в області дистанційного навчання. — <http://www.setlab.net>.
17. *Портал знань* — портал дистанційного навчання, побудований на основі Tree-Net. — <http://www.znannya.org>.

Надійшла 02.07.2008