



УДК 681.3

**МОДЕЛІ АГРЕГАТУВАННЯ ПОНЯТТЄВИХ ОБ'ЄКТІВ  
БЕЗПЕРЕРВНОГО НАВЧАННЯ ЗА ПІДТРИМКОЮ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**А.Ф. МАНАКО**

Запропоновано концептуальні абстрактні та робочі моделі агрегування поняттєвих об'єктів безперервного навчання за підтримкою інформаційних і телекомунікаційних технологій. Розглянуто загальні ідеї побудови моделей, надано словник понять, n3-модель агрегування поняттєвих n3-об'єктів (L3M-AC), практичні реалізації моделей.

**ВСТУП**

Навчання на базі комп'ютерів [1] стало можливим, завдяки досягненням у сфері комп'ютерно-комунікаційних та інформаційних наук і технологій, теорії когнітивного навчання, штучного інтелекту, комп'ютерної лінгвістики, інтерактивного мультимедіа т. ін. Системи та інструменти у галузі навчання, освіти і тренування за підтримкою інформаційних і телекомунікаційних технологій (ІКТ) спочатку створювалися і використовувалися для невеликих специфічних груп кінцевих користувачів, специфічних призначень та педагогічних застосувань, технічних платформ, середовищ т. ін. [1].

Доступ до цих систем та інструментів був обмежений для широкої аудиторії, оскільки вони не були інтегрованими, масштабованими і такими, що мали можливість розширюватися, їх не можна було багаторазово використовувати у різноманітних ситуаціях і контекстах, вони не були інтегрованими з іншими системами та інструментами, пов'язаними з повсякденною роботою, життям людей [1, 2].

Дослідники і практики багатьох країн світу, які усвідомили значення конвергенції навчання на базі комп'ютерів, консолідують зусилля для подолання зазначених бар'єрів [1, 2], щоб забезпечити створення і широкомасштабне введення у практику нового покоління систем та інструментів у сфері навчання, освіти і підготовки за підтримкою технологій — середовищ, мереж і систем *електронного навчання* (e-навчання) [1]. E-навчання — це могутній інструмент для безперервного навчання в умовах руху країн до інформаційного суспільства, економіки знань, який закладає основи для ефективного безперервного навчання.

Для прискорення розвитку та широкомасштабного використання дистанційної і безперервної освіти в Україні потрібні науково обґрунтовані моделі об'єктів безперервного навчання за підтримкою ІКТ і навчальних технологій (НТ) та інструменти для їх практичних реалізацій [1, 2]. Користувачі об'єктів безперервного навчання (нЗ-об'єктів) можуть шукати, вилучати, зберігати, обробляти, використовувати та поділяти їх з іншими за підтримкою ІКТ та НТ у численних інформаційних просторах, середовищах, використовуючи численні розподілені джерела і різноманітні методи та інструменти. Тому, з одного боку, нЗ-об'єкти треба розпізнавати, концептуалізувати та концептуально ефективно організувати у такий спосіб, щоб людям було значно простіше їх розуміти та ефективно використовувати впродовж свого життя. З іншого боку, моделювання нЗ-об'єктів необхідно для розуміння, організації та прогнозування нових нЗ-об'єктів, а також для розробки відповідних технологічних систем та інструментів, оволодіння їх роллю та функціями компонент [2].

В останні роки у сфері е-навчання та безперервного навчання за підтримкою ІКТ все більш актуальною стає проблема узгодження термінології, створення та широкого впровадження нових продуктів, систем, сервісів та інструментів, пов'язаних із розподіленою обробкою понятійної інформації [1]. Зокрема, створюється Робочою групою з термінології підкомітету 36 ISO/IEC JTC1 мультилінгвістичний словник термінів у сфері використання ІКТ в освіті, навчанні та тренуванні. Цей словник буде посилається на стандартизовані ІТ-терміни та базові терміни освіти, а також містити терміносистему, специфічну для е-навчання. Він буде доступний в електронній формі як стандарт англійською та французькою мовами, а також містити національні версії стандарту за поданням країн-учасників.

### ЗАГАЛЬНА ІДЕЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ

Європа, безумовно, рухається в епоху знань і успішний перехід до економіки і суспільства, які базуються на знаннях, повинен супроводжуватися рухом до *безперервного навчання* [3]. «Оскільки ми рухаємося до суспільства знання, то змінюється і наше розуміння: Що таке навчання, де, як і для яких цілей воно проводиться? Критерієм є *якість* навчальної практики та її результатів, у тому числі задоволення самих учнів. Навчальні системи повинні адаптуватися до сучасного образу життя людей і бути орієнтованими на користувача з прозорими межами між секторами і рівнями» [3]. Іншими словами, спроби моделювати лише наявні навчальні простори, середовища або об'єкти в процесі руху до суспільства знань не можуть бути успішними. Треба водночас зосереджувати увагу на нових об'єктах безперервного навчання (нЗ-об'єктах), центром яких повинні бути компетентні люди, необхідні для довготривалої участі у суспільстві знань. Це означає, що увагу треба переводити від постачальника нЗ-об'єктів до користувача нЗ-об'єктів, точніше, до *індивідуалізованих* агрегативань нових пакетів нЗ-об'єктів, наприклад:

- нЗ-об'єктів безперервного Учня;
- поняттєвих нЗ-об'єктів користувача (у ролі безперервного Учня т.ін.).

Ці дійсно нові, індивідуалізовані агрегування нЗ-об'єктів, які треба моделювати, широкомасштабно реалізовувати, «вирощувати», використовувати та поділяти з іншими у кіберпросторах безперервного навчання — таких, як е-навчання, е-медицина, е-робота, е-торгівля, е-уряд т. ін.

## СЛОВНИК ПОНЯТЬ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ

Наведені нижче терміни та поняття важливі для розуміння моделей, що пропонуються в цілому. Цей список поповнюється ([1, с. 259–309] та глосарій у роботі [4]).

**агрегування** = дія за значенням *агрегувати* і *агрегуватися* та її результат = **агрегування** (на нЗ-просторі) = колекція всіх окілів контекстів для всіх нЗ-об'єктів нЗ-простору.

**ресурс** = все, що має ідентифікацію [4].

**ІКТ** = інформаційні і телекомунікаційні технології.

**кіберпростір** = **cyberspace** = простір, у якому люди взаємодіють через комп'ютерно-комунікаційні мережі ( за визначенням [12] — це «не ясний, туманний» простір).

**НТ** = навчальні технології [1].

Приклад (поняття-визначення): «Концепція **навчальної технології**, відома як **навчальні об'єкти**, має потенціал революціонізувати парадигму навчання. Концепція проста: використовуючи засоби баз даних і знань, Інтернет та інших цифрових технологій, підготовлювати навчальний зміст у формі дискретних малих 'шматочків' навчання або 'навчальних об'єктів', які можна використовувати автономно або динамічно агрегувати для забезпечення 'тільки достатнього' і 'тільки своєчасного' навчання [4]» (Докладніше див., наприклад, [1]).

**навчальний об'єкт** = **н-об'єкт** = будь-яка сутність, цифрова і не цифрова, що може бути використана для навчання, освіти або тренування [1].

Приклад (поняття-визначення): **навчальний об'єкт** = колекція інформаційних об'єктів, агрегування якої здійснюється за допомогою метаданих, що дозволяє враховувати особисті уподобання та потреби індивідуального учня. Численні навчальні об'єкти можуть групуватися у великі агрегування та гніздуватися у межах агрегувань, формуючи їх необмежене різноманіття та розмір. Тому, звичайно, ця колекція є специфікованою ієрархією агрегувань об'єктів.

**ІНТ** = ІКТ та НТ [1].

**безперервне навчання** = **life-long learning** = **нЗ** = **ІЗ** = **НЗ** = **ЛЗ** = офіційне або неофіційне навчання, або неформальне навчання, або будь-яка їх комбінація [1, 3].

**компетенція** = уміння, знання, цілі та навчальні результати.

**нЗ-об'єкт** = об'єкт нЗ-простору, який можливо моделювати програмним забезпеченням або підтримувати системою ІНТ.

**нЗ-простір** = кіберпростір безперервного навчання.

**нЗо-об'єкт** = одиниця безперервного навчання, яку можна агрегувати з нЗ-об'єктом.

**нЗн-об'єкт** = навчальний об'єкт безперервного навчання = навчальний об'єкт, який можна агрегувати з нЗо-об'єктами.

**абстрактна модель** = модель, яку можна моделювати програмним забезпеченням або реалізовувати системою ІНТ.

**концептуальна абстрактна модель** = абстрактна модель, яку можна описати за допомогою математичних моделей мовою UML, RDF, XML та формальними словниками понять.

**НЗМ = LЗМ = НЗ-модель** = концептуальна абстрактна модель нЗ-простору.

**НЗМ-А = LЗМ-А** = НЗ-модель агрегування нЗ-об'єктів.

**ФСП = VC** = Vocabulary of Concepts = формальний словник понять.

**поняття** = представлення ресурсу.

**поняття** = м-поняття або д-поняття.

**м-поняття** = ментальне представлення поняття (у мозку або у нейронній мережі).

**д-поняття** = дидактичне представлення поняття (нЗо-об'єктом).

**п-відношення** = зв'язок, який можна ідентифікувати для поняття або понять.

**зв'язок** = залежний або асоційований зв'язки, або узагальнюючий зв'язок, або властивість [4].

**п-контекст** = граф [4] або UML-діаграма, у яких вершинами є поняття, а ребрами є п-відношення.

**окіл п-контексту** (поняття або п-відношення) = п-контекст, який містить поняття або п-відношення.

**п-агрегування** (на множині-класі понять **C**) = колекція всіх окілів п-контекстів для всіх понять з **C**.

**нЗпн-об'єкт** = понятійний навчальний об'єкт безперервного навчання = навчальний об'єкт, який можна агрегувати з нЗо-об'єктами.

**поняттєвий навчальний об'єкт** = **пн-об'єкт** = навчальний об'єкт, у якому п-агрегування можна агрегувати з нЗо-об'єктами.

**RDF** = Resource Description Framework [4].

**UML** = Unified Modeling Language.

**XML** = Extensible Mark-up Language.

### НЗ-МОДЕЛЬ АГРЕГАТУВАННЯ ПОНЯТТЄВИХ НЗ-ОБ'ЄКТІВ (LЗМ-АС)

Загальна ідея побудови LЗМ-А — холістичний підхід до моделювання нЗ-об'єктів, тобто бачити, описувати та розглядати все у єдиному місці як єдиний стан, у якому крок за кроком і з додаванням цінності закручуються за спіраллю елементи таких категорій (подано укр. та англ. назви):

- <ФСП> = <VC> (Vocabulary of Concepts)
- <Правила> = <IF> (IF ... THEN .....)
- <Динаміки> = <B> (Behaviors)
- <Контексти> = <CX> (ConteXts)
- <Робочі моделі> = <WM> (Work Models)

- <Інформаційні моделі> = <ІМ> (Information Models)
- <Реалізації> = <ІМР> (IMPlémentations)

До базисних категорій (класів ресурсів) понять (категорій елементів)

L3M-A належать:

- <нЗ-простір>
- <нЗ-пакети учнів> (клас агрегувань нЗ-об'єктів Учня; див. також [РАРІ/D7])
- <нЗо-об'єкт>
- <нЗн-об'єкти> (про можливі їх метадані)
- <мета (цілі)>
- <пререквізити>
- <компоненти>
- <методи>
- <ролі>
- <сервіси>
- <діяльність>

Загальна мета будування L3M-A — це своєчасно визначати та описувати усі цінні агрегування нЗ-об'єктів, які у подальшому доцільно реалізувати.

Будування L3M-A визначено рекурсивно (за спіраллю, з додаванням категорій елементів) та представлено далі у вигляді моделей (1)–(5):

#### Семантичне агрегування нЗ-об'єктів

$$\langle L3M-A \rangle = \langle \langle VC \rangle, \dots \rangle = \langle \langle C \rangle, \langle X \rangle, \dots \rangle, \quad (1)$$

W — множина унікально ідентифікованих ресурсів;

VC — клас формальних словників понять на W ( $VC \subset W$ );

C — клас понять на W ( $C \subset W$ );

X — клас зв'язків на C ( $X \subset W$ );

... — те, що доцільно додавати до L3M-A.

#### Правила логічного агрегування

$$\langle L3M-A \rangle = \langle \langle VC \rangle, \langle IF \rangle, \dots \rangle, \quad (2)$$

IF — клас правил на W ( $IF \subset W$ ), які формулюються за різними шаблонами-зразками ТТ (ТТ = templates; клас ТТ  $\subset W$ ):

$$\langle IF \rangle = \langle \mathbf{IF} \ \langle \rangle \ \mathbf{THEN} \ \langle \rangle \rangle. \quad (2a)$$

Приклад правила логічного агрегування.

Правило будування ієрархій класів ресурсів

$$\langle IF \rangle = \mathbf{IF} \ w \in \Psi, \ \square \mathbf{THEN} \ w \in \Omega, \ \forall \Omega, \Psi \subset \Omega, \quad (2b)$$

$\Psi, \Omega$  — класи на W.

(ЯКЩО ресурс є членом класу, ТО припускається, що цей ресурс є членом усіх суперкласів цього класу.)

#### Динаміки агрегувань

$$\langle L3M-A \rangle = \langle \langle VC \rangle, \langle IF \rangle, \langle B \rangle, \dots \rangle, \quad (3)$$

$В$  — клас динамік агрегувань на  $W$  ( $В \subset W$ ).

Ці динаміки будуються з використанням простих, інтуїтивно зрозумілих правил (наприклад, (2)) та методів трансформацій агрегувань у агрегування з динамічними зв'язками. Наприклад, нехай  $w1, w2 \in W$ , а зв'язок  $\alpha(w1, w2) = \epsilon$  модифікація (н3-об'єкт\_1, н3-об'єкт\_2). Тоді статичний зв'язок <модифікація> трансформується і розглядається як динамічний <зв'язок-подія>, тобто елемент <модифікаціяподія>, який можна описувати детальніше:

<модифікація (н3-об'єкт\_1, н3-об'єкт\_2)> =  
 тип (подія\_52, модифікація)  
 євхід (подія\_52, н3-об'єкт\_1)  
 євихід (подія\_52, н3-об'єкт\_2)  
 єчастина (компонент\_5, подія\_52)  
 єпереклад (компонент\_5, діяльність\_521)  
 (тип, євхід, євихід, єчастина, єпереклад — це зв'язки)

**Контексти агрегувань**

$$\langle L3M-A \rangle = \langle \langle VC \rangle, \langle IF \rangle, \langle B \rangle, \langle CX \rangle, \dots \rangle, \tag{4}$$

$CX$  – клас контекстів агрегувань на  $W$  ( $CX \subset W$ ).

Важливим підкласом  $CXA \subset CX$  є:

$$\langle CXA \rangle = \langle \langle CX \rangle, \langle IND \rangle, \langle IND-A \rangle, \langle \rangle, \dots \rangle, \tag{4a}$$

$IND$  — клас (кількісних) показників, пов'язаних з агрегуваннями на н3-просторі, тобто, н3-об'єкт агрегування має атрибут  $= ind \in IND$ ;

$IND-A$  — клас агрегатів н3-об'єктів агрегування на н3-просторі.

**агрегат н3-об'єктів агрегування**  $= fa(ind)$ , де показники  $ind \in \in IND$ ,  $fa$  — функція обчислення їх значення для н3-об'єктів агрегування ( $fa \in FA$  — клас на  $W$ ).

**агрегація** = процес обчислення агрегатів агрегування.

$$\alpha = \alpha t / \max \tag{4б}$$

$\alpha \square$  — ступінь агрегації агрегування;

$\alpha t$  — кількість реально обчислених агрегатів у час  $t$ ;

$\alpha \max$  — максимально можлива кількість обчислених агрегатів у час  $t$ .

**Робочі моделі (на L3M-A)**

$$\langle L3M-A \rangle = \langle \langle VC \rangle, \langle IF \rangle, \langle B \rangle, \langle CX \rangle, \langle WM \rangle, \dots \rangle, \tag{5}$$

$WM$  (на  $L3M-A$ ) — клас робочих моделей ( $WM \subset W$ ).

Будування  $L3M-A$  здійснюється на чотирьох рівнях :

- <довгострокова> мета = <G>
- <цілі> = <Gs>
- <засоби> = <P>
- <виконання> = <GO>

$$\langle WM \rangle = \langle \langle G \rangle, \langle Gs \rangle, \langle P \rangle, \langle GO \rangle \rangle, \tag{5a}$$

WM — керована колекція G, Gs, P, GO, де

G — опис загальної (довгострокової) мети WM:

- опис загального (довгострокового) ситуаційного контексту;
- формулювання загальної (довгострокової) мети.

Gs — опис цілей WM з точки зору його користувачів:

формулювання цілей, які потрібно досягти, та головних питань (для обговорення).

P — опис принципів різного характеру, які використовуються для досягнення цілей.

GO — опис дій учасників введення у практику складових, які необхідні для забезпечення інноваційного розвитку нЗ-простору або його складових.

Будування L3M-AC. Загальна мета будування L3M-AC — це своєчасно визначати та описувати усі цінні агрегування нЗпн-об'єктів для подальшої реалізації.

$$\langle \text{L3M-AC} \rangle = \langle \langle \text{VC} \rangle, \langle \text{IF} \rangle, \langle \text{B} \rangle, \langle \text{CX} \rangle, \langle \text{WM} \rangle, \dots \rangle. \quad (6)$$

До базисних категорій (класів ресурсів) елементів L3M-AC (6) належать такі агрегування нЗпн-об'єктів:

**Рівень\_1:**

<назва>

<мета (цілі)>

<пререквізити>

<компоненти>

<методи>

<метадані>

**Рівень\_2 (<компоненти>):**

<ролі>

<учень> <інфошукач> <вчитель> ...

<діяльність> (=д.)

<навчальна д.> <допоміжна д.> <структура д.>

<середовище>

<назва>

<пн-об'єкт>

<сервіс> (<індекс-пошуку> <е-пошта> <е-конференція>)

<метадані>

**Рівень\_3 (<метод>):**

<назва>

<послідовність-дій>

<п-алгоритм> (<п-тест> <п-апроцедури>...)

<IF-завершення>

<IF-не-завершено>

<метадані>

**Рівень\_...** далі префікс **п-...** позначає складову пн-об'єкту; префікс **мат...** — матеріал, точніше контейнер для всіх типів контенту, який подається користувачеві): <назва>

<мова> (якою подано об'єкт)

<п-позначення> (знак, яким позначено поняття = термін, формула ...)

<п-визначення> (визначення поняття)

<п-факти>

<п-приклади>

<п-визначення> <п-пояснення> <п-ілюстрація> ...

<маттекст> <матзображення> <матаудіо> ...

<не-приклади>

<п-визначення> <п-пояснення> <п-ілюстрація> ...

<аналогії>

<метадані>

Елемент <п-алгоритм> означає, що ця <послідовність-дій> реалізується алгоритмом. Приклади <п-алгоритм>:

- подання спочатку деяких <п-приклади>, а потім деяких <не-приклади>;

- подання парами <п-приклади> і <не-приклади>.

Різні <п-алгоритми> розробляються з урахуванням особистих уподобань користувачів (про формальний опис уподобань учня на базі відповідних дидактично обґрунтованих методів (і дидактичних теорій), які, у свою чергу, належать до різних педагогічних стилів-архітектур – рецептивне навчання, директивне навчання, кероване відкриття, дослідницьке навчання докладніше, наприклад, у роботі [1].

## ПРАКТИЧНІ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛЕЙ

За останні роки проведено дослідження і розробки, пов'язані з будівництвом моделей агрегування поняттєвих об'єктів безперервного навчання за підтримкою ІКТ [5–12]. Зараз практичні реалізації моделей розгорнуто навколо Міжнародного центру дистанційних технологій навчання (МЦДТН), створеного у 2001 р. на базі Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та Міносвіти і науки України [12].

Практична реалізація моделей скерована у напрямках [10–12]:

- онлайн-ових поняттєвих об'єктів дистанційних мультимедійних курсів;

- систем керування пакетами онлайн-ової поняттєвої інформації безперервного Учня;

- онлайн-ового поняттєвого навчального середовища (з дисципліни «Інформатика» у складі українського навчального порталу «Рідна школа»).

## ВИСНОВКИ

Моделі агрегування поняттєвих об'єктів безперервного навчання за підтримкою ІКТ необхідні для розуміння, організації, розробки і впровадження навчально-орієнтованих систем та інструментів. Вони також допома-

гають створювати та використовувати агрегування поняттєвого контенту у цифрових/електронних форматах у формі навчальних об'єктів та/або одиниць навчання, які є розподіленими, інтероперабельними, багаторазово використовуваними, адаптовуваними до персоналізованих потреб, вимог або цілей кінцевих користувачів. З іншого боку, існує фундаментальна проблема: визначення і розуміння навчальних об'єктів є викликом-проблемою, оскільки їх необхідно розглядати у межах контексту загальної концептуальної моделі, яка базується на ієрархії об'єктів гранульованого контенту [1, 2]. Таким чином, запропоновані моделі є внеском у розв'язування цієї загальної проблеми.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Манак А.Ф., Манак В.В. Електронне навчання і навчальні об'єкти. — Київ: ПП «Кажан плюс», 2003. — 334 с.
2. Манак А.Ф. Информационные ресурсы для непрерывного обучения // УСиМ, 2002. — № 3/4. — С. 41–49.
3. *A memorandum on life-long learning*. Commission staff working paper. — Brussels, SEC, № 1832, 2000. — P. 36.
4. *Ora Lassila and Ralph Swick, eds., «Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification» [W3C Recommendation]*. — <http://www.w3c.org>.
5. *Sinita K., Manako A. Interactive Dictionary in a context of learning* // Proceedings of 8th International conference on Human-Computer Interaction: Communications, Cooperation and Application Design, Volume 2 / Edited by Hans-Jürg Bullinger and Jrgen Ziegler / Lawrence Erlbaum Associate, Publishers, London / ISBN 0-8058-3392-7, 22–26 of August, 1999, Munich, Germany. — P. 662–666.
6. *Sinita K., Manako A. Interactive Dictionary as an Information Wish-maker* // Educational Technology Magazine, Oct. 1999. — P. 14–19.
7. *Sinita K., Manako A. Extending glossary role in a virtual learning environment*. Proceeding of ComNEd'99 IFIP Conference, Finland, 1999. — P. 321–327.
8. *Metadata Structures and Programming for Distributed Dictionary resources in a Context of Learning* / A. Manako, V. Manako, K. Sinita, V. Shirokov // UkrPROG'2000 Proceedings of «The Second International Scientific and Practical Conference on Programming UkrPROG'2000», May 28–30. — Kiev, 2000. — P. 583–591.
9. *Terminological Resources of Autonomous Learning in Virtual Environments* / A. Manako et al. // Proc. of the 2nd Int. Workshop on Computer Science and Information Technologies, September 18–23. — USATU Publisher, Ufa, Russia, 2000. — P. 278–285.
10. Манак А.Ф., Манак В.В., Синица К.М. Розробка сімейства онлайнних інформаційних ресурсів для телекомунікаційних освітніх середовищ: Тр. міжнар. конф. «Електронні зображення». — Київ. — 2002. — С. 196–206.
11. *Управление знаниями обучаемого в дистанционном онлайнном курсе «Business English»* / А.Ф. Манак, В.В. Манак, К.М. Синица, Т.П. Павлова // Вісн. НТУУ «КПІ». — 2002. — № 37. — С. 106–120.
12. *Методичні рекомендації для слухачів дистанційного курсу навчальної дисципліни «Ділова українська мова в державному управлінні»* / Укладачі: І.М. Плотницька, С.А. Калашнікова, А.Ф. Манак. — Київ: Міленіум, 2003. — 58 с.

Поступила 26. 11. 2003