



Лабораторія СЕТ

Семантичні технології в дистанційному навчанні
www.setlab.net

Науковий звіт за темою:
**МОДЕЛІ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
КЕРУВАННЯ WEB-КОНТЕНТОМ СИСТЕМ
БЕЗПЕРЕРВНОГО НАВЧАННЯ**

Титенко Сергій Володимирович

Наукове керівництво:

к.т.н., доц. Гагарін Олександр Олександрович

2005 – 2009

Мета дослідження

Метою дослідження є підвищення ефективності безперервного навчального процесу на базі Web-систем в організаціях і установах різного характеру шляхом розробки комплексу моделей та інформаційних технологій керування навчальним Web-контентом.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати особливості безперервної освіти і вимоги, які вона ставить до систем навчання.
2. Проаналізувати існуючі методи і моделі інтелектуальних систем навчання.
3. Розробити комплексну модель керування Web-контентом системи для підтримки безперервного навчання.
4. На основі створеної моделі розробити Інтернет-систему для підтримки безперервного навчання.

I

АНАЛІЗ ГАЛУЗІ БЕЗПЕРЕРВНОГО НАВЧАННЯ І ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

Структура галузі дослідження

Згуровський М.З,
Богданова І.Ф.,
Панкратова Н.Д.,
Хохлов В.Ю.,
Дресвянніков В.О.,
Сивець С.Д. та ін.

**Концептуальні
і організаційні
засади БН**

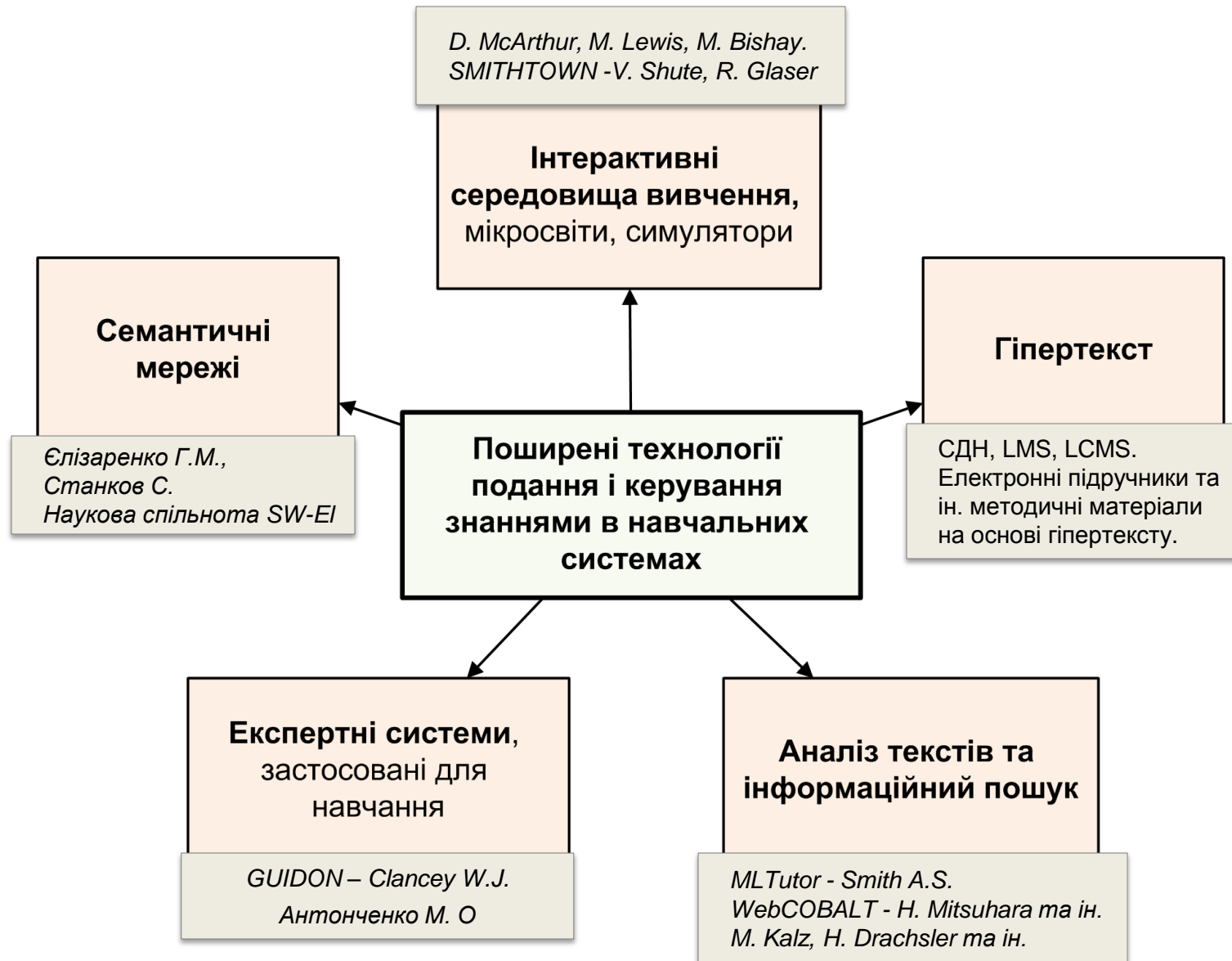
Blackboard, WebCt,
Moodle, Віртуальний
Університет, IBM
LearningSpace,
ATutor та ін.

Промислові СДН

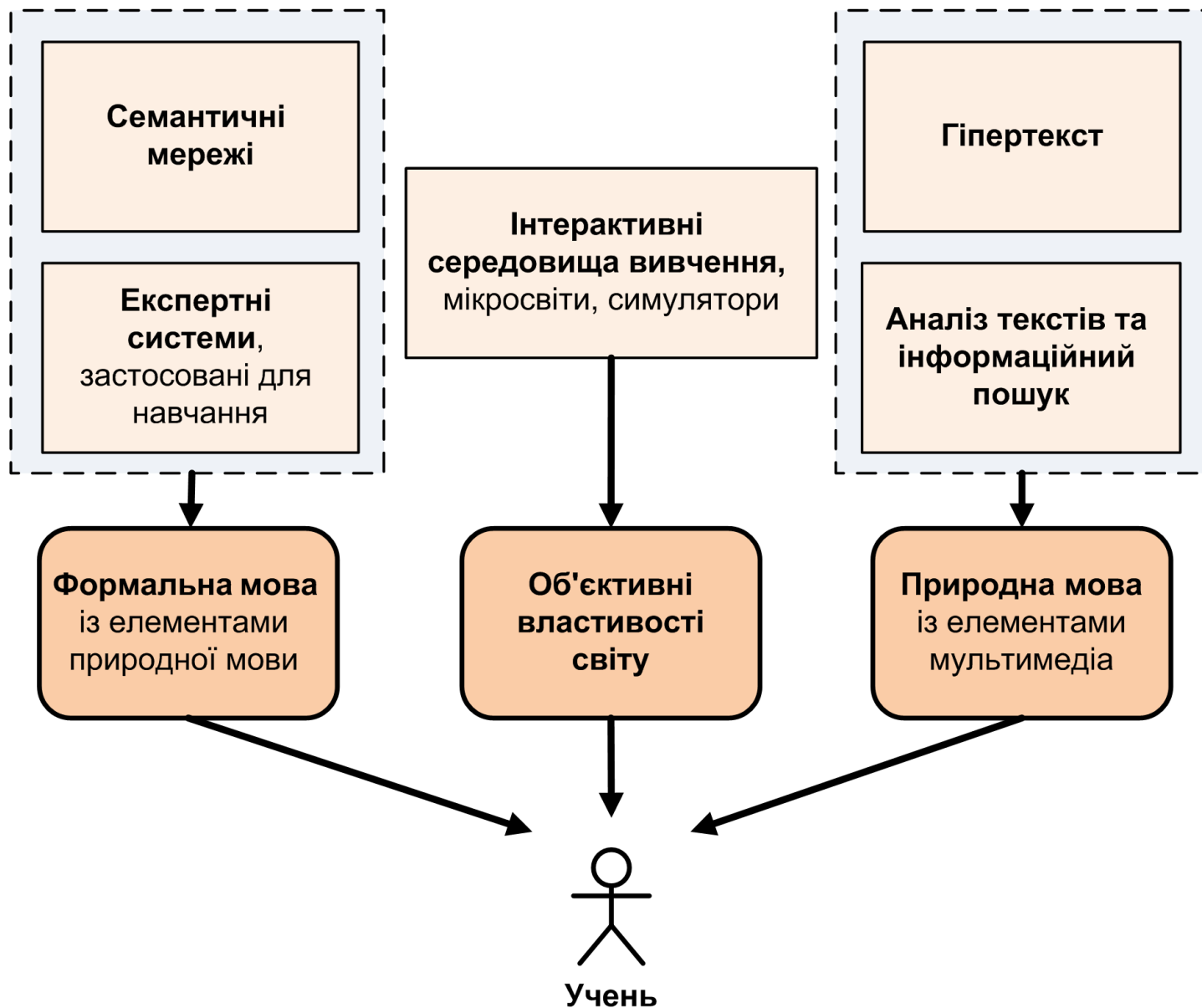
**Інтелектуальні
навчальні
системи**

Брусиловський П.,
Мюррей Т.,
П. Де Бра,
Башмаков О.І.,
Семікін В.О.,
Манако А.Ф.,
МакАртур Д.
Мазурок Т. Л. та ін.

Поширені технології подання і керування знаннями в навчальних системах

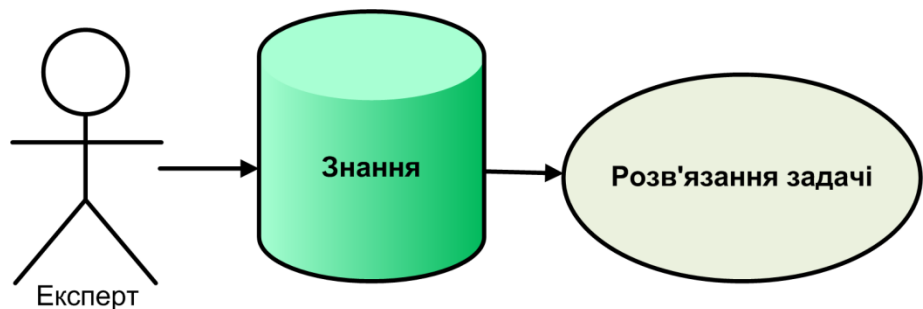


Ключові форми передачі знань учневі в зазначених типах навчальних систем



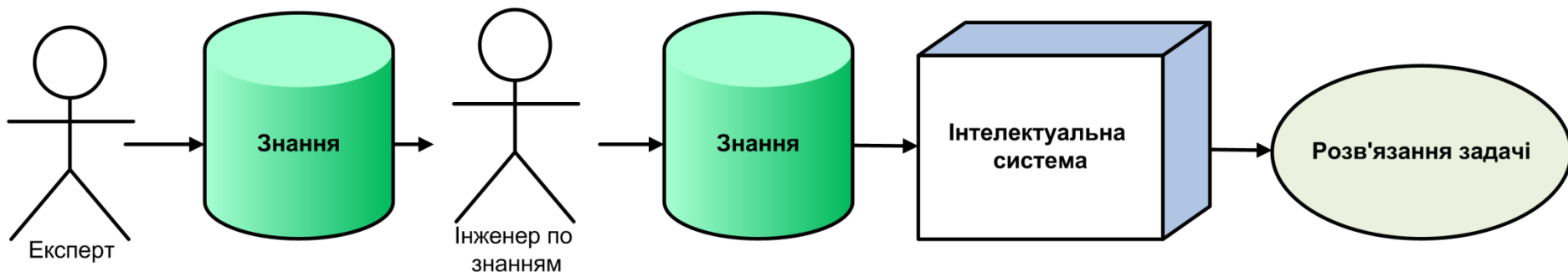
Класична мета моделювання знань в ШІ – розв'язання задач

Класичний процес розв'язання задачі експертом



Розв'язання задачі
відбувається на основі
експертних знань з
предметної області

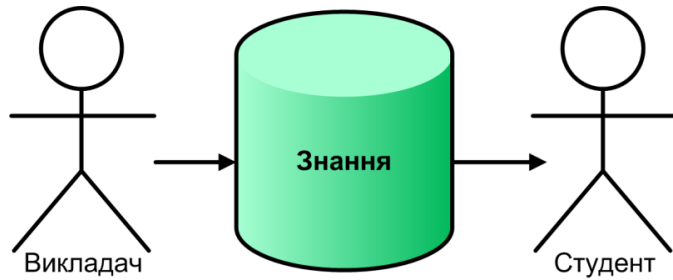
Розв'язання задач на основі системи штучного інтелекту



Від експерта до інженера передача відбувається *мовою комунікації*, тоді як інженер закладає знання в систему на *мові мислення*. Завданням інженера по знанням є розуміння мови комунікації експерта, що виражає його неявні знання, і переведення її на мову мислення системи, яка подає формалізовані знання.

Мета моделювання знань в інтелектуальних навчальних системах – передача знань

Класичний процес навчання



Класичний процес навчання – це «транспортування» знань *від носія знань до учня*

Дистанційне навчання



Ефективний процес навчання передбачає передачу знань від системи до студента зрозумілою для нього мовою, що є його *мовою комунікації*.

Когнітивно-семантичний підхід



Технології, методи і моделі, породжені класичною задачею ШІ – **моделювання знань людини**. Представляє модель “**Знати**” і подає знання **мовою мислення**

Когнітивно-
семантичний підхід

Орієнтується на **розв'язання задач** (а не на навчання)

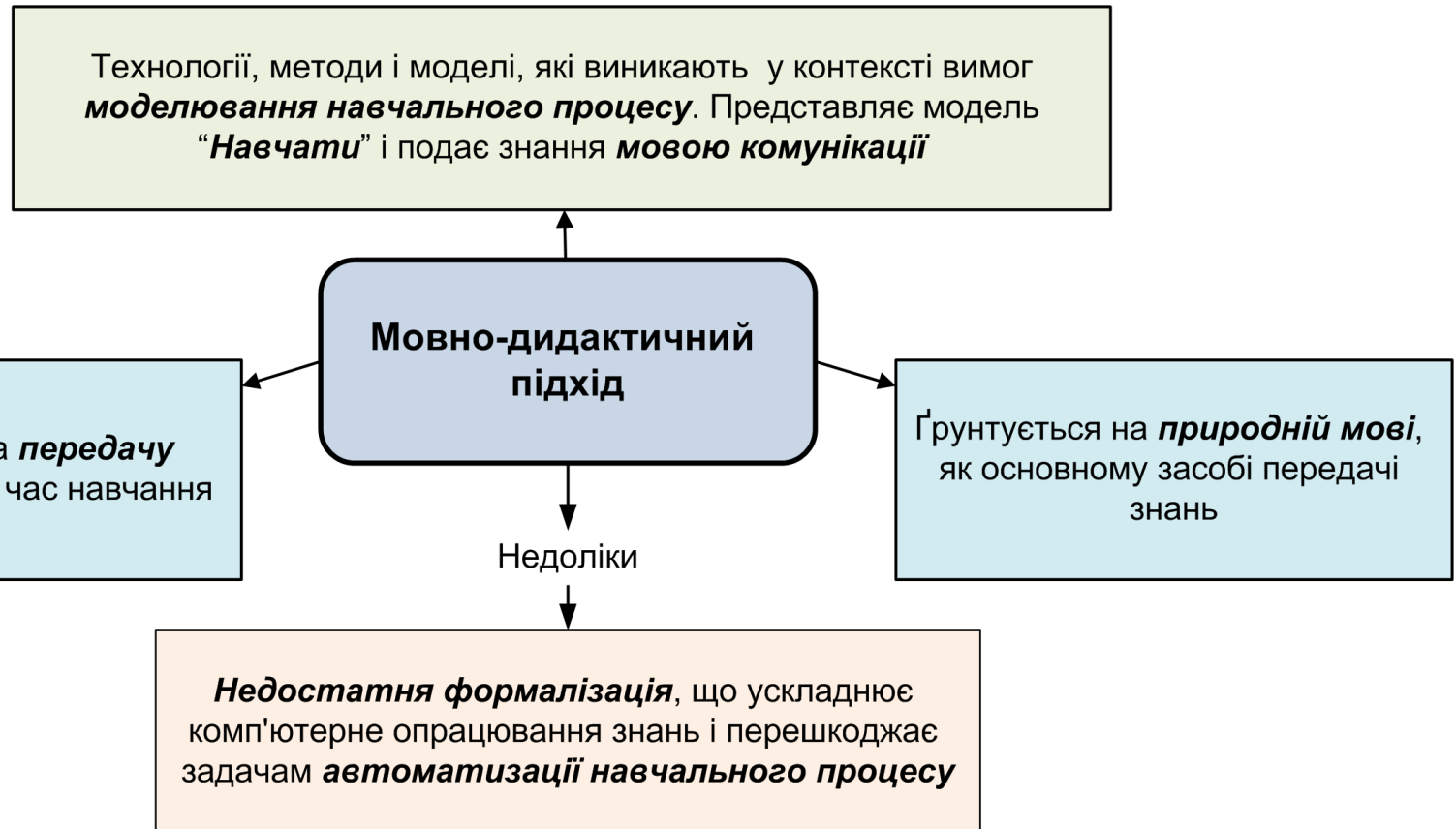
Має на меті створення **формальної мови**, не залежної від природної мови і придатної для комп'ютерних маніпулювань

Недоліки

Ускладнення зворотного процесу передачі **знань** від системи до учня із-за нездатності системи «добре говорити» звичною для людини мовою подання знань – її **природною мовою**

Проблема „всеосвіченості”, в результаті якої відбувається формалізація таких аспектів предметної області, які не мають педагогічної значимості, тим самим ускладнюється як побудова БЗ, так і її застосування для навчання

Мовно-дидактичний підхід



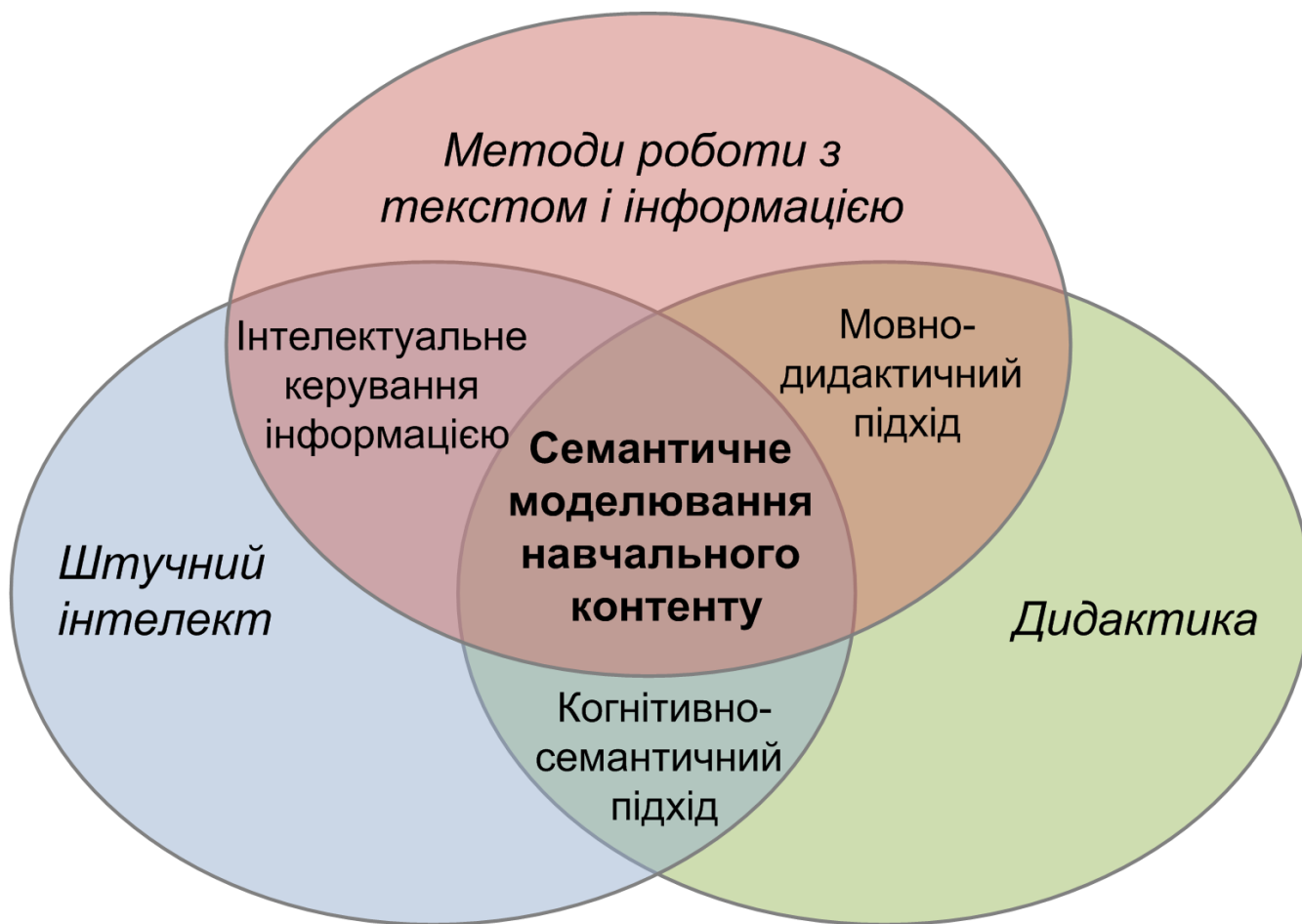
Різні підходи до подання знань в навчальних системах



СДН, LMS, LCMS.
Електронні підручники та ін.
методичні матеріали на основі
гіпертексту.
Методи адаптивної фільтрації
інформації:
MLTutor - Smith A.S.
WebCOBALT - H. Mitsuhashi та ін.
M. Kalz, H. Drachsler та ін.

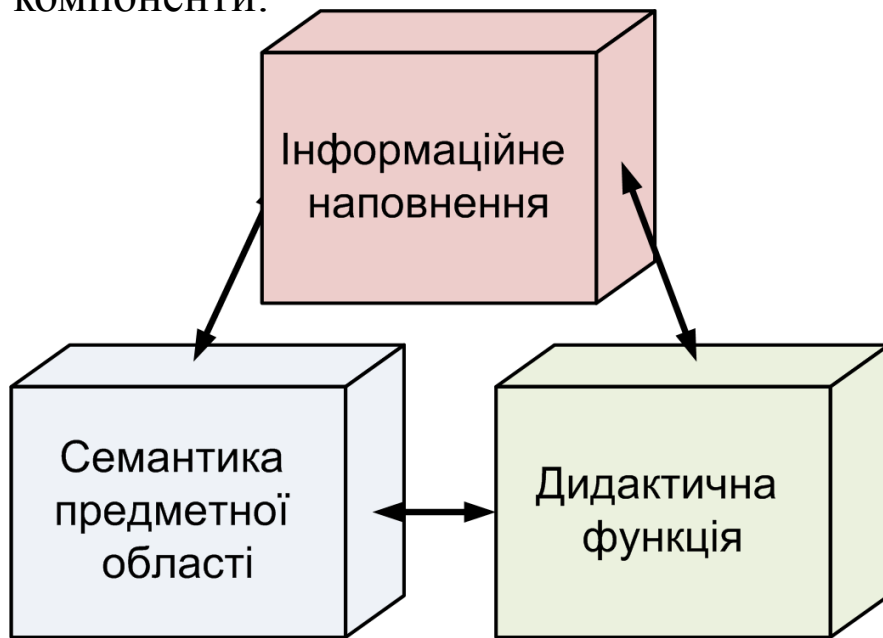
Експертні системи:
GUIDON - Clancey W.J.
Антонченко М. О
Семантичні мережі:
Єлізаренко Г.М., Станков С.
Та ін. моделі ШІ, безпосередньо
застосовані до навчання

Синтез підходів для моделювання знань в навчальних системах



Семантична модель керування навчальним контентом як засіб моделювання знань в навчальних системах

Завдання моделювання знань навчальної системи зводиться до побудови **семантичної моделі керування навчальним контентом** *, що включає такі компоненти:



Структурні компоненти загальної моделі керування навчальним контентом інтелектуальної навчальної Web-системи

Контент * – це інформаційне наповнення Web-систем, що являє собою текст або мультимедіа.

Таким чином навчальна система повинна містити:

1. **Контент** *, тобто інформаційне наповнення, яке виражає знання мовою комунікації людини;
2. Його **семантичну формалізацію** з урахуванням моделювання предметної області;
3. **Дидактичну функцію**, яка керує на основі семантики контенту процесом **постачання контенту** учневі.

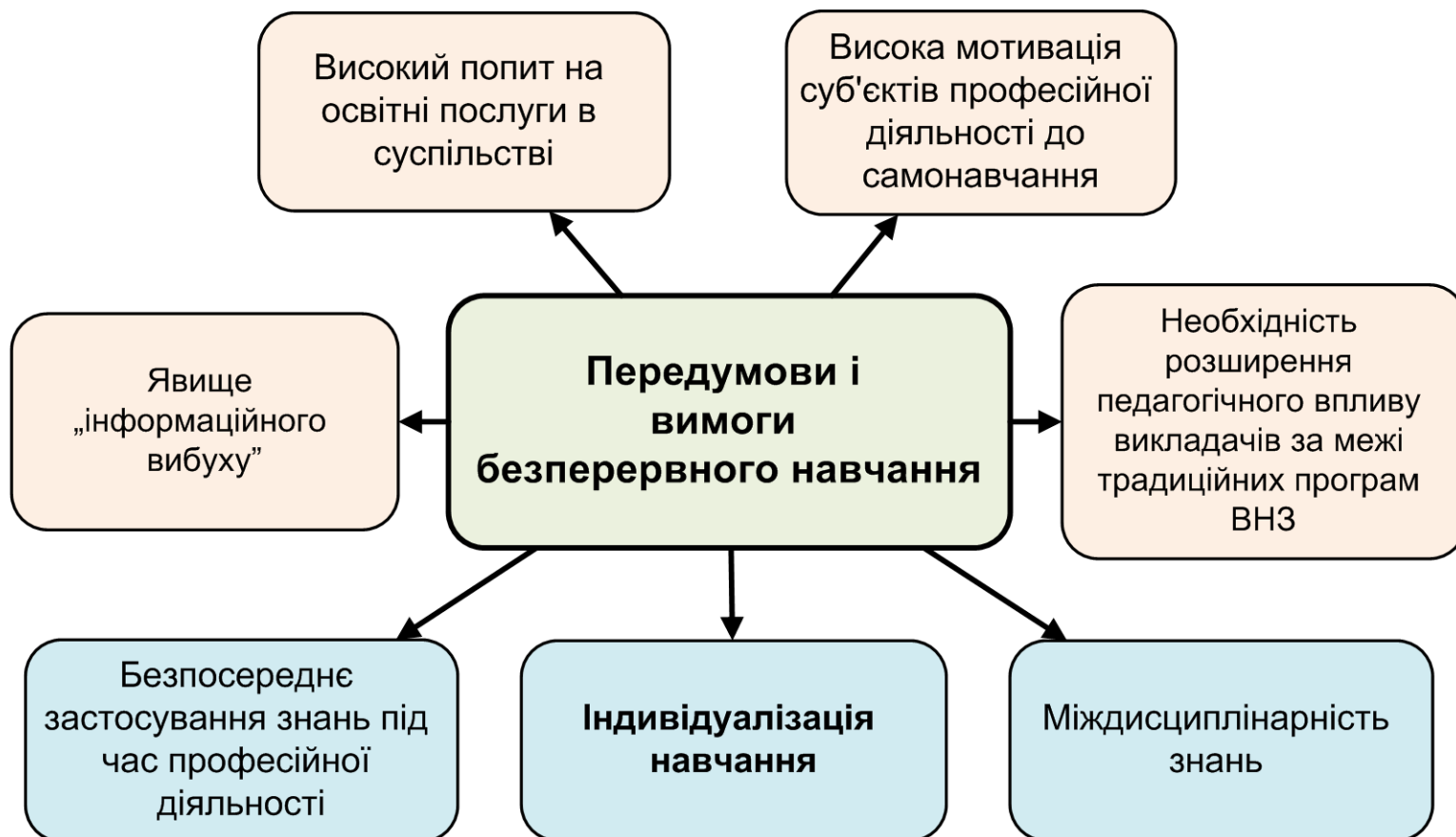
* Термін «**контент**» набув широкого вживання в науковій літературі, зокрема в наступних дисертаційних дослідженнях:
Манако Алла Федорівна. Лексикографічна теорія побудови МАНОК-систем та її застосування в інформаційних технологіях дистанційної освіти : Дис... д-ра наук: 05.13.06 - 2008.
Семикин, В. А. Семантическая модель контента образовательных электронных зданий: Автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.18 / Семикин Виктор Алексеевич ; Тюменск. гос. ун-т. – Тюмень, 2004. – 21 с.

Висновки аналізу проблеми моделювання знань в системах навчання

1. Освітні системи вимагають такого підходу до проблеми моделювання знань, який свідомо врахує необхідність **комунікації з учнем** на мові, зрозумілій для нього, за допомогою застосування принципів і завдань **дидактики**
2. Так як універсальною мовою передачі знань для людини є **природна мова**, саме на її використанні повинен ґрунтуватися процес моделювання знань для систем навчання. Природна мова виступає тут перш за все у формі **навчального тексту**, який разом з **мультимедіа** стає провідним способом передачі знань в системах дистанційного навчання.
3. Щоб реалізувати педагогічний принцип, який передбачає, що перш за все вчитель повинен володіти знаннями, і вже потім передавати ці знання учням, слід збагатити навчальні системи **семантичними моделями знань на основі ШІ**. Натомість такі моделі повинні будуватися **в контексті дидактичних задач**, не перегромаджуючись нецільовою семантикою з одного боку і реалізуючи семантику, яка повинна підтримати **задачі навчання** з іншого. Також такий підхід повинен врахувати і вирішити **проблему всеосвіченості**.
4. Таким чином проблема моделювання знань в системах навчання повинна вирішуватися шляхом побудови **семантичної моделі керування навчальним контентом**.

Передумови і вимоги безперервного навчання

Безперервне навчання орієнтується на постійне вдосконалення і цілісний розвиток людини як особистості протягом усього її життя, підвищення можливостей її трудової і соціальної адаптації у світі, що так швидко змінюється.



Недоліки існуючих систем в контексті БН і тенденції їх подолання

Принцип «повного інтелектуального керівництва»

*Роботи з теорії конструктивізму в педагогіці,
McArthur, D., Lewis, M, Bishay, M.*

Однопредметність, тобто невідповідність архітектури явищу «інформаційного вибуху»

*Промислові системи класу СДН, LMS, LCMS.
Брусиловський П. – системи з відкритим типом контенту*

Недоліки існуючих моделей і технологій інтелектуальних навчальних систем в контексті БН та тенденції до їх подолання

Індивідуалізація лише всередині готового навчального курсу

Мазурок Т.Л. – формування навч. курсу з елементів багатопредметного контенту

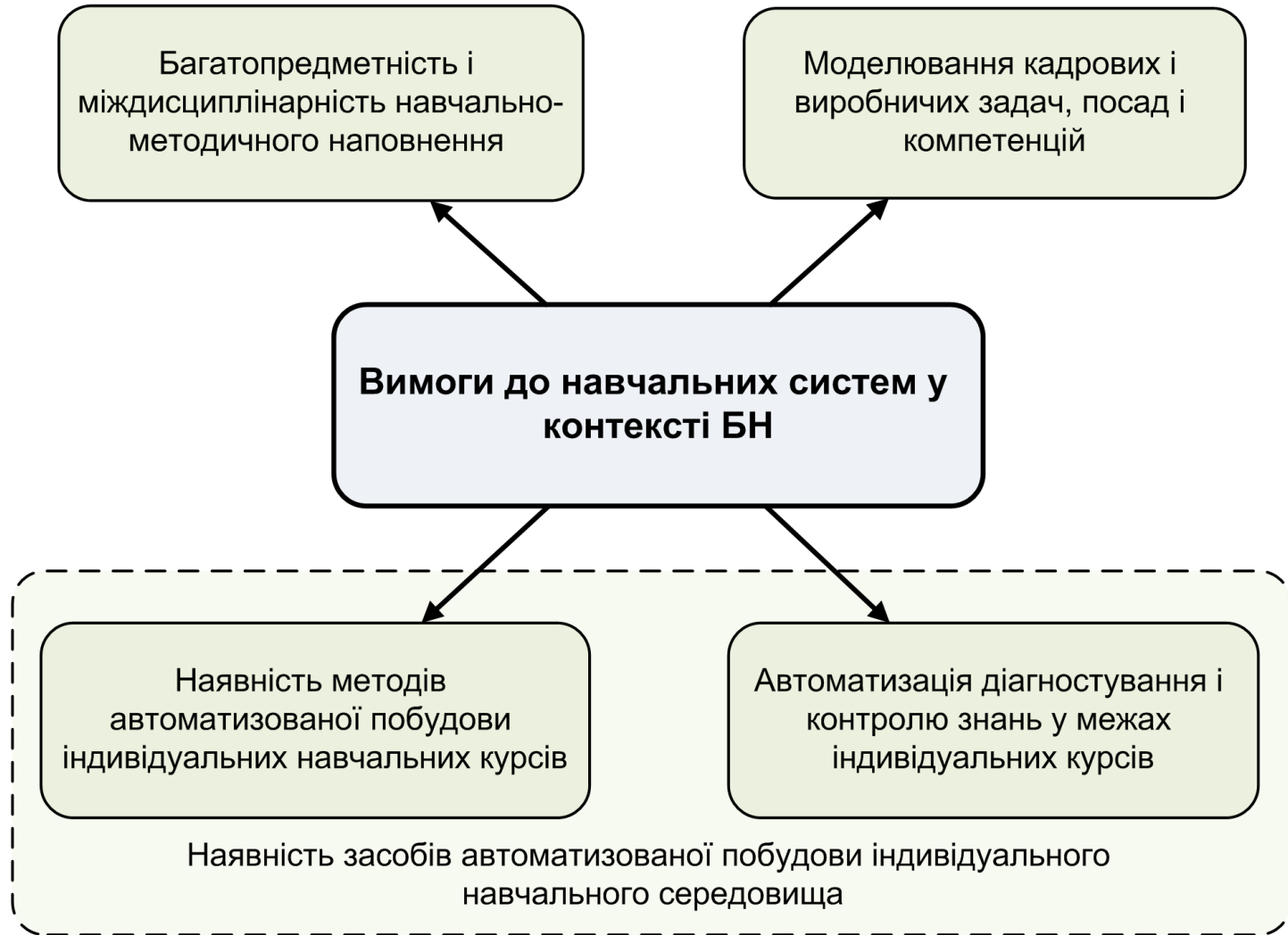
Відсутність достатньої уваги професійній спрямованості навчання

*Європейський проект TENCompetence,
Medved M. B., Вороб'єв, А. В., Мазурок Т. Л. – моделювання системи компетенцій*

Відсутність підтримки міждисциплінарності знань

Мазурок Т. Л. – моделювання міжпредметних зв'язків

Вимоги до навчальних систем у контексті БН



Не зважаючи на зроблені досягнення, досі відсутні розвинені моделі і реалізовані на їх основі інформаційні технології, які б системно забезпечили покриття сформульованих вимог БН до інтелектуальних навчальних систем

Постановка задачі

1. Розробити **семантичну модель керування навчальним Web-контентом** системи підтримки безперервного навчання. Модель повинна вирішувати наступні задачі:
 - 1) подання **великої кількості навчальних матеріалів**;
 - 2) підтримка **міжпредметних і міждисциплінарних зв'язків**;
 - 3) **семантичне моделювання предметних областей** навчання для підтримки дидактичних задач системи;
 - 4) **автоматизація контролю знань**.
2. Розробити і інтегрувати з моделлю інформаційного наповнення **модель професійних компетенцій**, яка стане засобом моделювання навчальних цілей, індивідуалізації і професійної орієнтації безперервного навчання на основі навчальної Web-системи.
3. Розробка методів **генерації індивідуального навчального Web-середовища** на основі навчальних цілей.
4. На основі розроблених моделей і методів створити **інформаційну Web-систему** підтримки безперервного навчання.

II

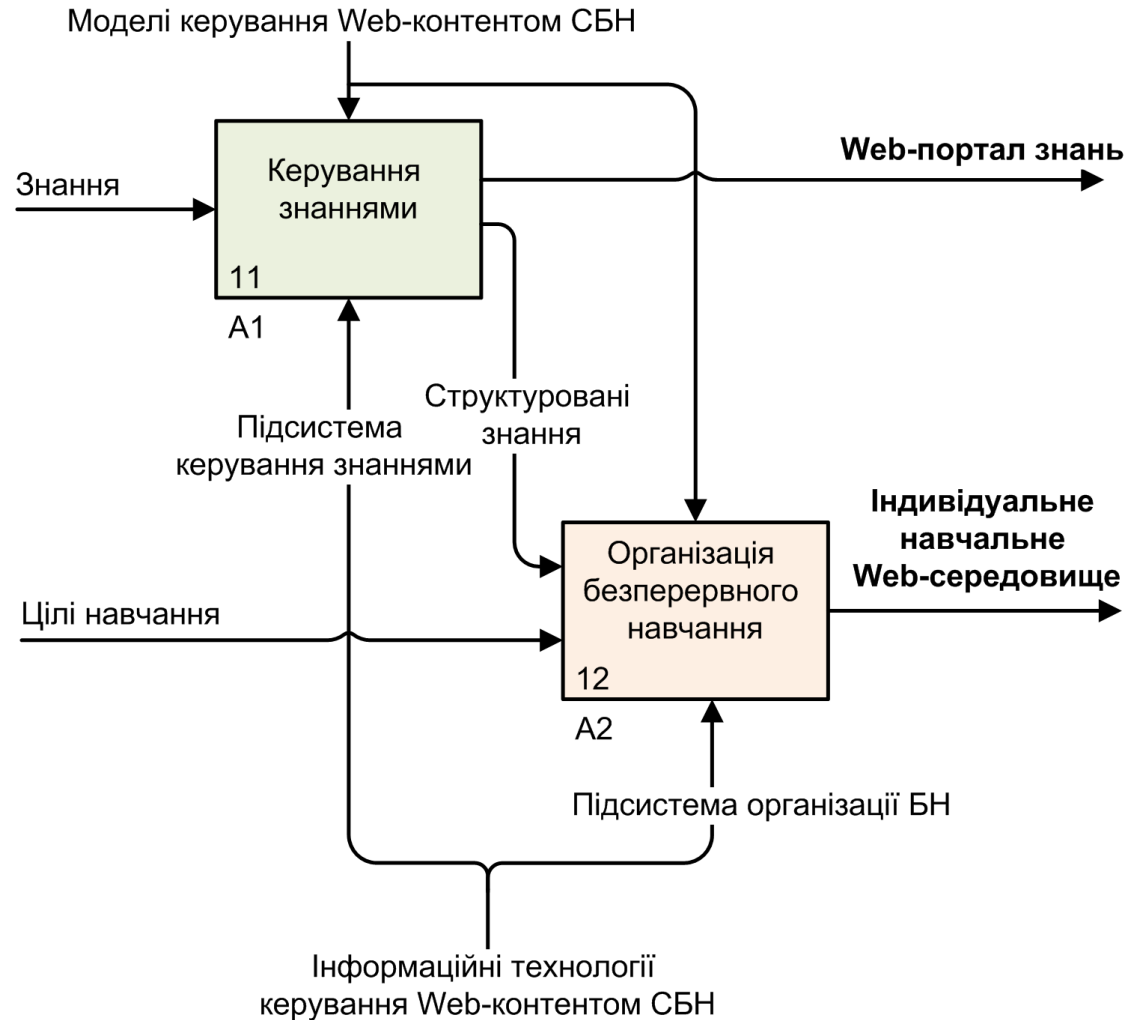
КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ WEB-СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕРВНОГО НАВЧАННЯ

Семантична модель керування контентом системи безперервного навчання

СМКК=<КЗ, ОБН>

1. Модель *керування знаннями* (КЗ) призначена для формування дидактично-орієнтованої бази знань предметної області, по якій відбуватиметься навчання.

2. Модель *організації безперервного навчання* (ОБН) ґрунтується на використанні формалізованих знань, представлених за допомогою МКЗ.



Модель керування знаннями

Знання організації – це різноманітна інформація, необхідна для підтримки основних бізнес-процесів організації на високому рівні, а також для адекватного реагування на різноманітні впливи. У ролі організації в нашому випадку може виступати як освітня установа, так і будь-яке підприємство, що бажає організувати освітній процес для своїх співробітників.

Керування знаннями фокусується на тому, як організація визначає, створює, здобуває, розподіляє і застосовує знання.

Компоненти моделі керування знаннями (КЗ):

$$\text{КЗ} = \langle \text{Tree-Net, ПТМ, МПК} \rangle$$

Tree-Net – Ієрархічно-мережева модель організації навчального контенту

ПТМ – Понятійно-тезисна модель формалізації смислу навчального контенту

МПК – Модель професійних компетенцій.

На рівні керування знаннями в системі вирішуються такі **задачі**:

1. Структурування **навчального Web-контенту** (*Tree-Net*)
2. Формалізація **зв'язків і співвідношень** між ділянками навчальних матеріалів (*Tree-Net*)
3. Формалізація смислу навчальних текстів і **семантичне моделювання предметної області** для освітніх цілей (*Tree-Net, ПТМ*)
4. **Моделювання компетенцій**, професій і посадових інструкцій, що вимагається професійно-орієнтованими принципами безперервної освіти (*МПК*).

Tree-Net – ієрархічно-мережева модель організації навчального контенту

Tree-Net – сукупність двох взаємопов'язаних областей: *контенту* і *тематичних груп*.

$$Tree-Net = \langle V_{range}, G_{range} \rangle,$$

де V_{range} – область контенту, G_{range} – область тематичних груп.

$$V_{range} = \langle V, Ch, F, N, A, VType, AType \rangle,$$

де V – елементи контенту (інформаційні Web-сторінки); Ch , F – відношення, що задають дочірні і батьківські зв'язки відповідно; N – відношення, що задає бінарні зв'язки; A – відношення псевдонімів; $VType$ – типізація елементів контенту; $AType$ – типізація відношень псевдонімів.

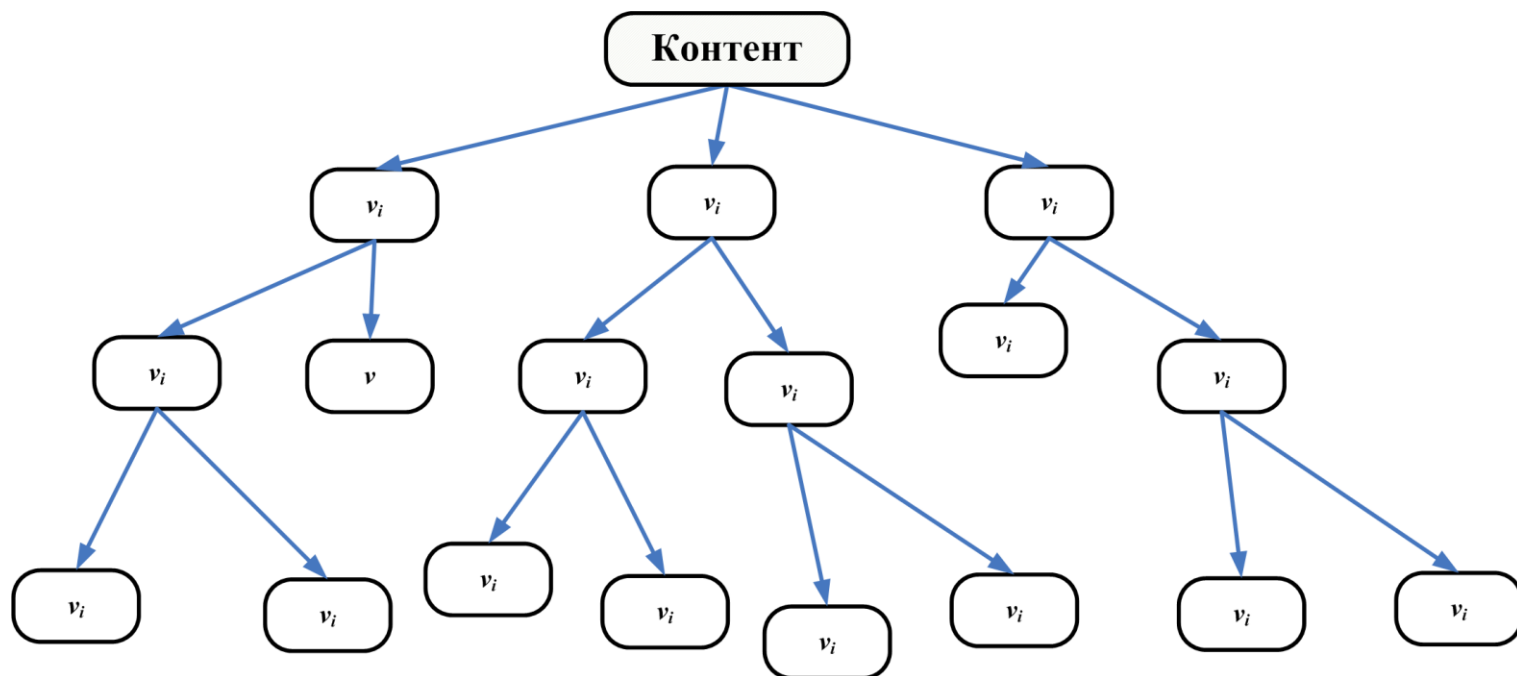
$$G_{range} = \langle G, ChG, FG, VG \rangle,$$

де G – множина тематичних груп; ChG , FG – відношення, що задають дочірні і батьківські зв'язки між групами відповідно; VG – відношення, що задає зв'язки між групами і контентом.

Дерево контенту

Множина елементів контенту: $V = \{v_i\}$, де $i=1..n_V$. Дочірні елементи: $Ch: V \rightarrow 2^V$. Відношення батьківства: $F: V \rightarrow V$. Оператор визначення усіх елементів-нащадків: $Desc(e)$, $e \in V$.

Таким чином $\langle V, Ch, F \rangle$ множина контенту разом із ієрархічними відношеннями задає **дерево контенту**:



Псевдоніми і повторне використання контенту

Тенденції примноження інформації і знань ускладнюють однозначну каталогізацію інформаційних об'єктів. Одним з 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 місті ієрархії**.

Сутність застосування технології псевдонімів полягає у встановленні відношень між двома елементами контенту, один з яких стає *джерелом* деяких своїх властивостей, а інший – їх *одержувачем*. Відношення псевдонімів описується наступним відображенням:

$$A: V \rightarrow V$$

Таким чином кажемо, що елемент v_k є *псевдонімом* елемента v_l у тому разі, коли $(v_k, v_l) \in A$, при цьому v_k *відіграє роль одержувача*, а v_l – джерела.

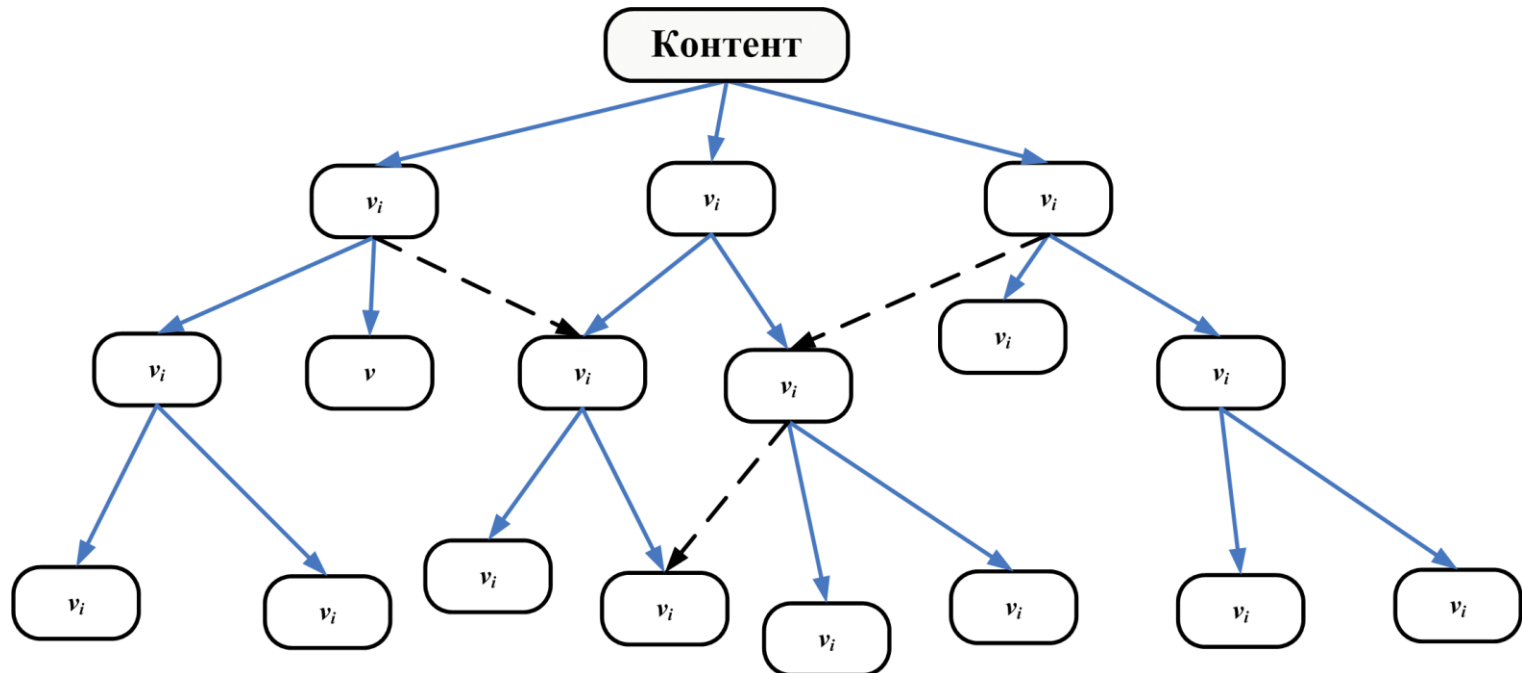
Відношення «псевдонім» розділяється на такі типи: посилання, статична копія, динамічна копія, статична вибірка, динамічна вибірка. Тип відношення керує тим, які саме властивості елемента-джерела отримає елемент-одержувач. *Сукупність типів являє собою множину*:

$$ATypes = \{aLink, aCopy, aSelect, aDCopy, aDSelect\}$$

Типізація відношення псевдонімів задається відображенням: $AType: A \rightarrow ATypes$.

Контент як орієнтований ациклічний граф

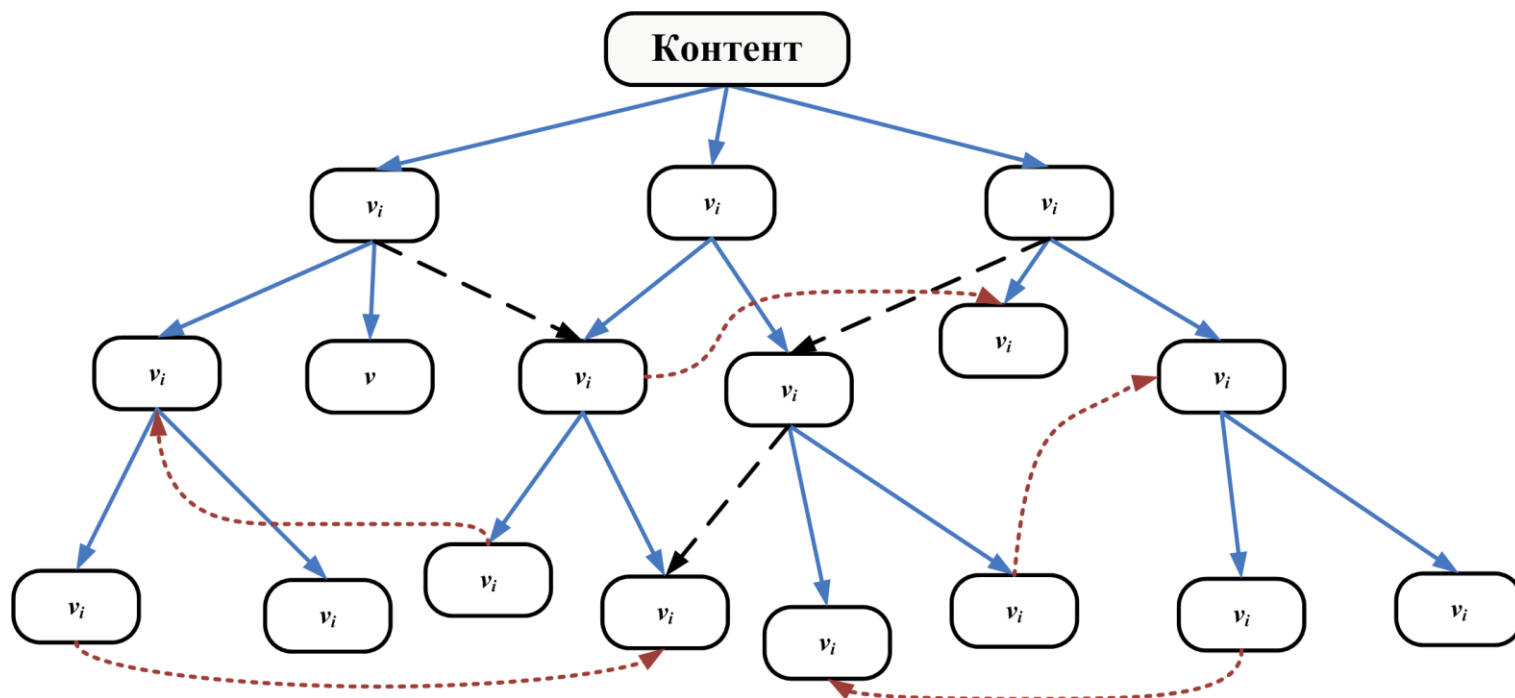
Сукупність множини контенту, ієрархічних відношень і відношення псевдонімів $\langle V, Ch, F, A \rangle$ задає структуру контенту у вигляді **орієнтованого ациклічного графу**:



Контент як мережа

Бінарні зв'язки асоціативності між елементами: $N \subseteq V \times V$, - задається відповідною квадратною $(n_V \times n_V)$ матрицею $Nw = \|nw_{ij}\|$.

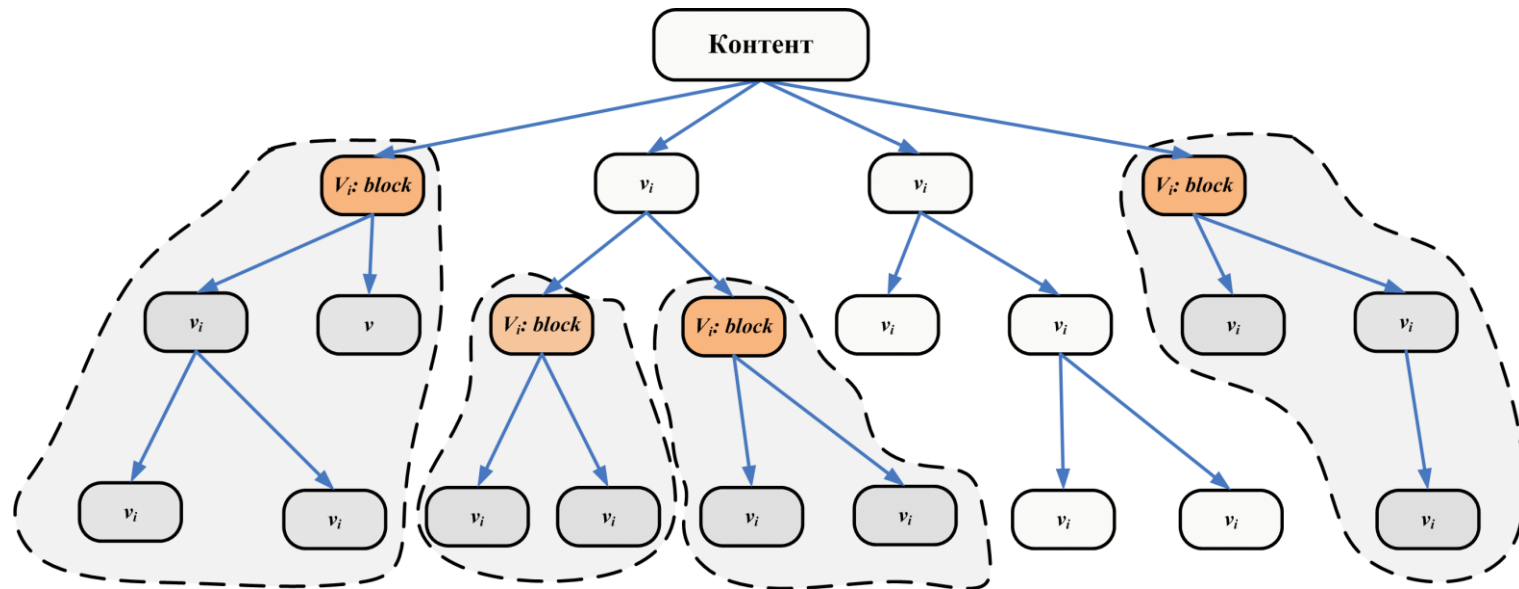
Сукупність множини контенту, відношень батьківства, відношення псевдонімів і бінарних відношень $\langle V, Ch, F, A, N \rangle$ задає структуру контенту у вигляді орієнтованого графу або **мережі**:



Типізація елементів і семантичний блок контенту

Множина **типів**, або семантичних ролей елементів контенту: $VTypes = \{item, list, block\}$, де *item* означає звичайний елемент контенту, *list* – список, *block* – семантичний блок. Семантичні ролі або типи елементів контенту задаються відношенням: $VType: V \rightarrow Vtypes$

Семантичний блок – це множина елементів контенту, які мають логічну і структурну єдність, вони мають єдине джерело походження, наприклад одне авторство, і подають одну тему. Множина елементів семантичного блоку визначається оператором $Desc(v)$, де v – вершина блоку у дереві контенту.



Приклад семантичних блоків. Елементи, позначені як блок, стають частиною нового семантичного блоку разом із усіма їх нащадками

Тематичні групи і їх зв'язок з контентом

Тематичні групи служать для організації різноманітних міжпредметних і внутрішньопредметних зв'язків між елементами контенту. Тематичні групи використовуються для моделювання предметних областей, каталогізації і групування асоціативного контенту. Тематичні групи являють собою **таксономію предметних областей**.

Множина груп: $G = \{g_1, \dots, g_{nG}\}$. Дочірні елементи: $ChG: G \rightarrow 2^G$. Батьківські зв'язки: $FG: G \rightarrow G$. Оператор визначення груп-нащадків: $DescG(g), g \in G$. Визначення нащадків множини груп:

$$DescGG(A) = \cup (DescG(g_i)), \text{ де } g_i \in A, A \subseteq G$$

Генеалогічна лінія групи g : $AncG(g), g \in G$.

Генеалогічна лінія множини груп $A \subseteq G$: $AncGG(A) = \cup (AncG(g_i)), \text{ де } g_i \in A, A \subseteq G$.

Зв'язок елементів контенту з тематичними групами

Кожен елемент контенту може брати участь у довільній кількості груп: $VG: G \rightarrow 2^V$. Елементи списку і семантичного блоку автоматично відносяться до тієї ж групи, що й головний елемент:

$$GV(v) = \{g: v \in VG(g) \vee (v \in Desc(v') \wedge v' \in VG(g) \wedge VType(v') = block) \vee (v \in Ch(v') \wedge v' \in VG(g) \wedge VType(v') = list)\}$$

Елементи контенту, що належать множині груп $A \subseteq G$:

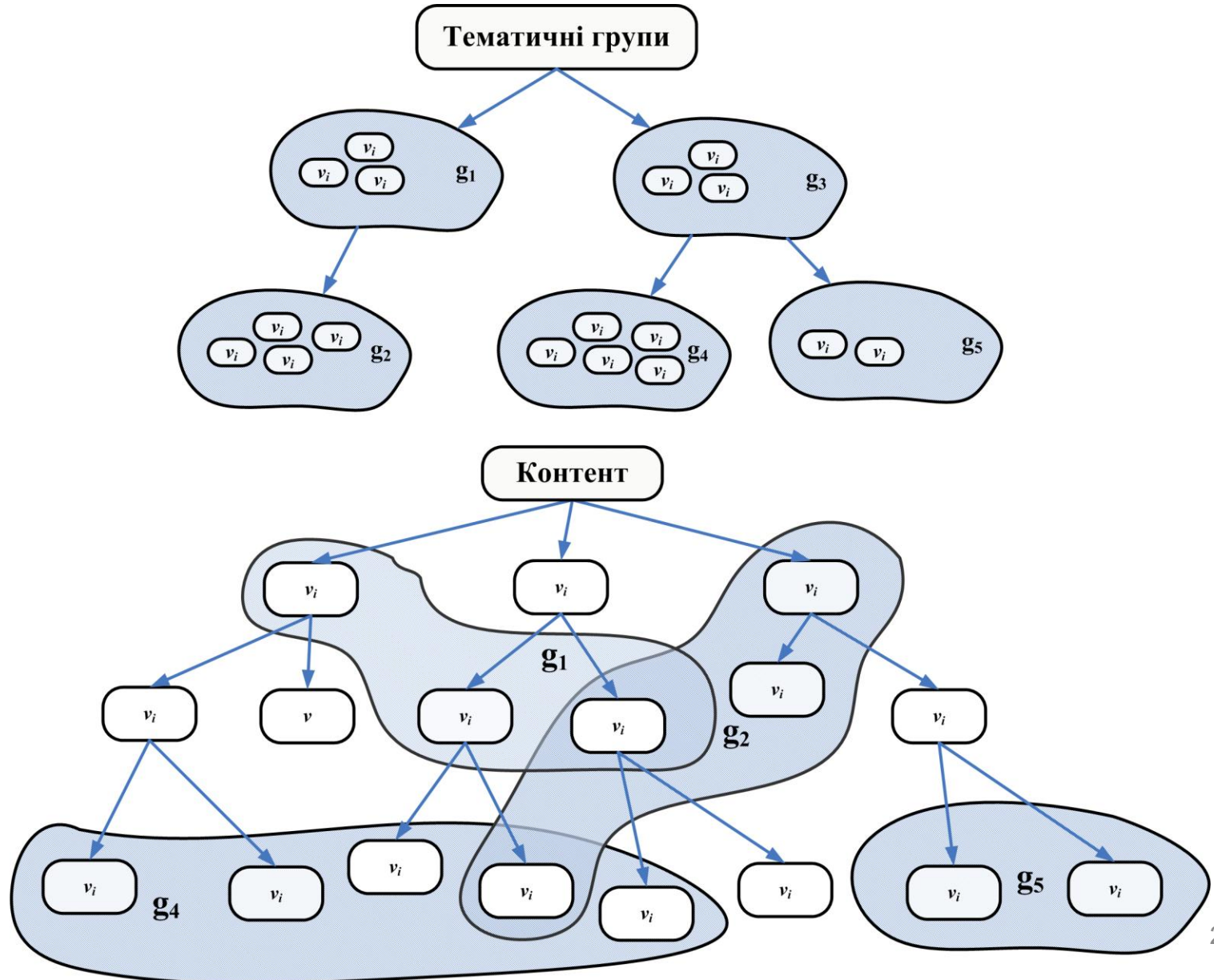
$$VGG(A) = \{v: GV(v) \cap A \neq \emptyset\}$$

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

Контент множини гілок $A \subseteq G$:

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

Тематичні групи і групові зв'язки між елементами контенту



Тематично-асоціативні елементи контенту

На основі тематичних груп визначаються зв'язки асоціативності між елементами контенту і таким чином знаходяться різні області асоціативності для елемента контенту.

Найближче коло тематично-асоціативного контенту елементу a , $a \in V$ служить для визначення сукупності найбільш близького за змістом контенту тієї ж тематики:

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

Помірне (заглиблююче) коло тематично-асоціативного контенту елементу a , $a \in V$ служить для визначення набору контенту тієї ж тематики, у тому числі по темам вужчого специфічного характеру:

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

Широке коло (узагальнююче) тематично-асоціативного контенту елементу a , $a \in V$ служить для визначення контенту тієї ж тематики і тематики більш загальної:

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

Повне коло тематично-асоціативного контенту елементу a , $a \in V$ служить для визначення повного набору асоціативного контенту тієї ж тематики, а також споріднених тематик як більш загального, так і більш специфічного характеру:

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

Задачі, які вирішуються за допомогою Tree-Net

1. Ієрархічне і багаторівневе подання **великих об'ємів Web-контенту по різних предметним областям;**
2. Підтримка **міжпредметних і різноманітних внутрішньопредметних зв'язків;**
3. Наявність широких можливостей по тематичному і асоціативному **групуванню та сортуванню контенту;**
4. Підтримка еволюційного розвитку освітнього порталу, як необхідна складова в умовах явища «**інформаційного вибуху**»; доступність функціональності навіть при умові неповного опису;
5. **Повторне використання контенту** і організація нових навчальних курсів на основі існуючої інформації;
6. Підтримка **процесу керування знаннями** в контексті процесу безперервної освіти;
7. Реалізація широких можливостей управління і **навігації Web-контентом** в контексті сучасних підходів організації Інтернет-ресурсів, таких як каталогізація і рубрикація контенту, технології міток (тегів), організація меню, розділів і підрозділів сайту;
8. Tree-Net забезпечує підґрунтя для методів генерації **індивідуального навчального середовища.**

Понятійно-тезисна модель формалізації смислу контенту (ПТМ)

ПТМ – модель формалізації дидактичного тексту. ПТМ служить як засіб моделювання смислу контенту СБН. Навчальний текст формалізується шляхом виділення з нього семантико-дидактичних елементів. ПТМ використовується для автоматизації побудови дидактичної онтології і автоматизації побудови засобів контролю знань, що в свою чергу використовуються для адаптації навчального процесу. Структура ПТМ:

$$\text{ПТМ} = \langle CT_{range}, V_{range}^{rel}, D_{range}^{rel} \rangle,$$

де CT_{range} – область понять і тез; V_{range}^{rel} – область зв'язку з контентом;
 D_{range}^{rel} – область опису дидактичної онтології.

$$CT_{range} = \langle C, T, CT, TC, TClasses, TClass, CClasses, CClass \rangle,$$

де C – множина понять; T – множина тез; CT, TC – зв'язки між поняттями і тезами; $TClasses$ і $CClasses$ – відповідно множина класів тез і понять; $TClass$ і $CClass$ – відповідно класифікація тез і понять.

$$V_{range}^{rel} = \langle V, TV, VT, VC, CV \rangle,$$

де V – множина елементів контенту; TV, VT та VC, CV – зв'язки між контентом і тезами та контентом і поняттями відповідно.

Концепція ПТМ

Мета ПТМ – **синтез когнітивно-семантичного і мовно-дидактичного підходів** до подання знань. ПТМ ґрунтується на принципах **аналізу текстів**, які застосовуються в герменевтиці, науці, яка досліджує методи тлумачення тексту. З іншого боку ПТМ дозволяє автоматизувати побудову спеціальної дидактично-орієнтованої **семантичної мережі**.

Знання видобуваються експертом безпосередньо із навчального матеріалу шляхом **осмисленого читання** і нескладних **маніпуляцій з текстом**.

Поняття вказує на деякий обговорюваний об'єкт з області знань, предмет, який представляється для вивчення студенту. Множина понять:

$$C = \{c_1, \dots, c_{n1}\}$$

Теза – це деяка відомість або твердження про поняття. Множина тез:

$$T = \{t_1, \dots, t_{n2}\}$$

Поняття може мати довільну кількість тез. Кожна теза стосується одного поняття. Зв'язок між поняттями і тезами:

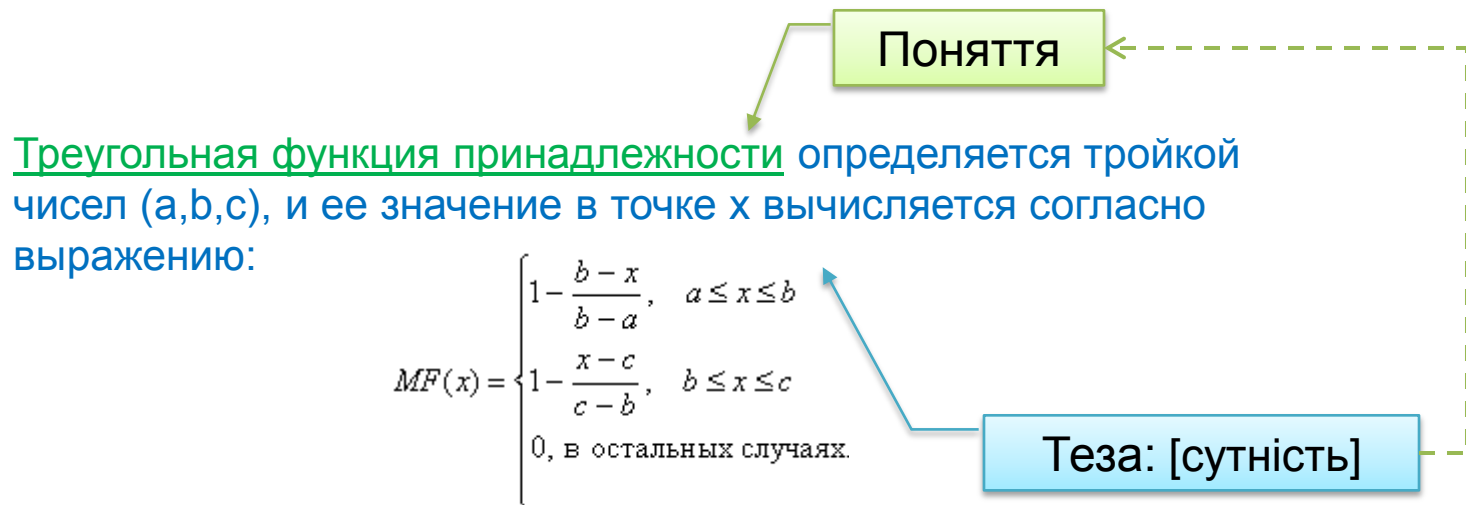
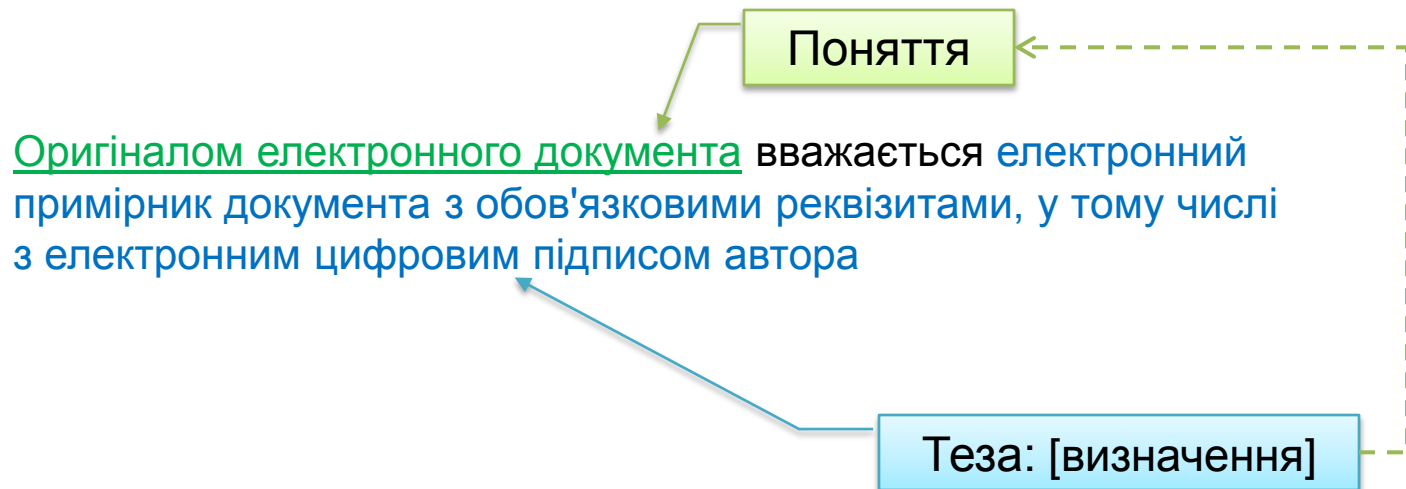
$$CT: T \rightarrow C, \quad TC: C \rightarrow 2^T$$

Класифікація понять і тез: $CClass = C \rightarrow CClasses$; $TClass = T \rightarrow TClasses$,

$$CClasses = \{cGeneral, cActor, cObject, cProcess, cTech, cList, cCode\}$$

$$TClasses = \{tDefinition, tDestination, tEssence, tSyntax, tGeneral, tList, tListItem, tImage, tSynonym, tAbbrev, tAbbrevDecode, tCode, tAttaching, tReverseEssence, tReverseGeneral\}$$

Приклади ПТ-формалізації тексту



Приклади ПТ-формалізації тексту

В общем случае этапы нечеткого логического вывода включают следующие: введение нечеткости (фазификация), нечеткий вывод, композиция и приведение к четкости, или дефазификация (см. рисунок 5).



Рисунок 5. Система нечеткого логического вывода.

Зв'язок ПТ-сутностей з контентом. Інтеграція з Tree-Net

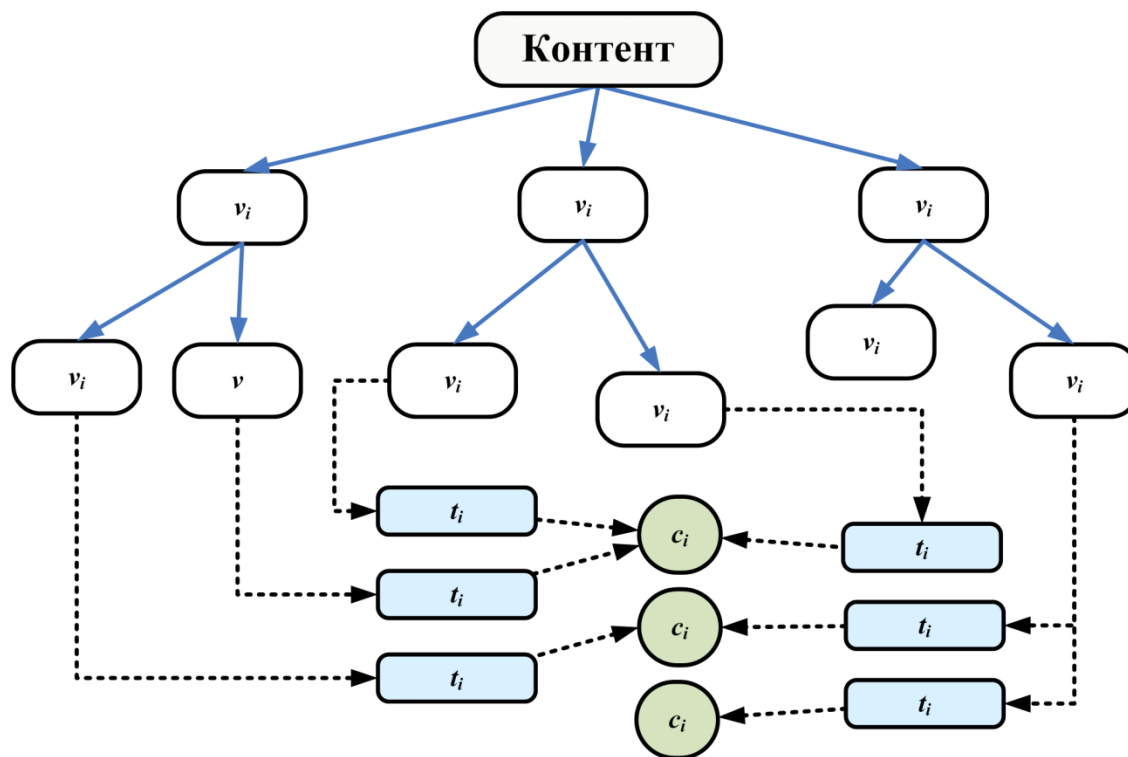
Кожен елемент контенту v_i може стати джерелом довільної кількості тез t_j , що задається відображенням: $TV: V \rightarrow 2^T$. Кожна t_j , у свою чергу, стосується одного навчального фрагменту v_i : $VT: T \rightarrow V$

Поняття, які стосуються даної навчальної ділянки, визначаються оператором:

$$CV(v) = \{c: TV(v) \cap TC(c) \neq \emptyset\}$$

Відповідно навчальний матеріал, якого стосується дане поняття, визначається оператором:

$$VC(c) = \{v: TV(v) \cap TC(c) \neq \emptyset\}$$



Побудова дидактичної онтології на основі ПТМ

Відношення дидактичного слідування між поняттями, що вказує на те, що певне поняття дидактично передує іншому, є ключовим семантичним зв'язком в мережі понять навчального матеріалу освітньої системи.

Автоматична побудова дидактичної онтології на основі такого відношення здійснюється шляхом семантико-синтаксичного аналізу елементів ПТМ із подальшим застосуванням нечітких правил ¹.

Область опису дидактичної онтології, як структурна складова ПТМ має вигляд:

$$D^{rel}_{range} = \langle CinC, CinT, D^{rel}_{rules}, CF_{cinc}, TClassCF, CtoC, CF_CtoC \rangle,$$

де $CinC: C \rightarrow 2^C$ та $CinT: C \rightarrow 2^T$ – синтаксичний зв'язок між поняттями і поняттями та тезами і поняттями відповідно; D^{rel}_{rules} – правила дидактичного слідування; $CF_{cinc} = 0,99$ – значення фактору впевненості для правила №1; $TClassCF: TClass \rightarrow X$, де $X = [-1..1]$ – фактори впевненості, що відповідають класам тез; $CtoC$, CF_CtoC – дидактичні відношення між поняттями і відповідні їм фактори впевненості.

¹ Buchanan B. G., Shortliffe E. H. та ін. Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.

Приклади аналізу ПТ-елементів з метою побудови дидактичної онтології

Поняття	Теза
ADO	Интерфейс высокого уровня для работы с OLE DB , ориентированный на использование в прикладных программах
	Более широко интерпретирует понятие данные, чем BDE
	Поставляется в составе MDAC
OLE DB	Представляет интерфейс системного уровня и предназначена для использования, в первую очередь, системными программистами.
Microsoft	В середине девяностых приступила к замене технологии ODBC технологией OLE DB
MDAC	Компоненты доступа к данным Microsoft
	Объемлет технологии Microsoft доступа к базам данных и включает в себя ADO , OLE DB , ODBC и RDS
Базовый объект ADO Field	Хранит всю необходимую информацию об одном поле НД

Правила побудови дидактичної онтології

Правило №1. Якщо поняття «1» фігурує в назві поняття «2», то поняття «1» є дидактичною передумовою поняття «2» з високим ступенем достовірності.

$$c_k \in CinC(c_l) \rightarrow concept_before(c_k, c_l) \langle CFCinc \rangle$$

Правило №2. Якщо поняття «1» фігурує в тезі поняття «2», то поняття «1» є дидактичною передумовою поняття «2» з деякою достовірністю.

$$t \in TC(c_l) \wedge c_k \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) > 0 \rightarrow \\ concept_before(c_k, c_l) \langle TClassCF(TClass(t)) \rangle$$

Правило №3. Також для деяких випадків діятиме зворотнє правило: якщо поняття «1» фігурує в тезі поняття «2», то поняття «2» є дидактичною передумовою поняття «1» з деякою достовірністю.

$$t \in TC(c_l) \wedge c_k \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) < 0 \rightarrow \\ concept_before(c_l, c_k) \langle -TClassCF(TClass(t)) \rangle$$

Область застосування дидактичних правил слідкування для даного поняття $a \in C$

Після того, як побудовано базу фактів, тобто здійснено синтаксичний аналіз ПТ-елементів і побудовано множини $CinC$ і $CinT$, необхідно підрахувати сукупний фактор впевненості для гіпотез про дидактичні відношення між парами понять на основі правил, які приводять до однакового результату з урахуванням і усуненням можливих протиріч.

Вхідні поняття-кандидати – ймовірні поняттями-передумови даного поняття $a \in C$:

$$\begin{aligned} TryCtoC(a) = \{ c \in C : & (c \in CinC(a)) \vee \\ & (c \in CinT(t) \wedge t \in TC(a) \wedge TClassCF(TClass(t)) > 0) \vee \\ & (t \in TC(c) \wedge a \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) < 0) \} \end{aligned}$$

Вихідні поняття-кандидати – ймовірні поняттями-наслідки даного поняття $a \in C$:

$$\begin{aligned} TryCfromC(a) = \{ c \in C : & (a \in CinC(c)) \vee \\ & (a \in CinT(t) \wedge t \in TC(c) \wedge TClassCF(TClass(t)) > 0) \vee \\ & (t \in TC(a) \wedge c \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) < 0) \} \end{aligned}$$

Для вхідних і вихідних понять-кандидатів застосовуються відповідні їм правила.

Підрахунок сукупного фактору впевненості і усунення протиріч

Знаходимо сукупність факторів упевненості тих продукцій, результатом яких буде твердження $before_concept(c,a)$, яке вказує на дидактичну послідовність понять c і a , $c \in TryCtoC(a)$:

$$CFs(c,a) = \{x : (x = CFcinc \wedge c \in CinC(a)) \vee$$

$$(x = TClassCF(t) \wedge t \in TC(a) \wedge c \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) > 0) \vee$$

$$(x = -TClassCF(t) \wedge t \in TC(c) \wedge a \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) < 0)\}$$

Далі для отримання сукупного фактору впевненості для $before_concept(c,a)$ необхідно об'єднати одержані значення $CFs(c,a)$, для чого застосуємо послідовне попарне об'єднання:

$$CF = CF + CF_i - CF \cdot CF_i$$

$$\text{де } i=2..n$$

Аналогічно здійснюються розрахунки для $before_concept(a,c)$, $c \in TryCfromC(a)$.

Протиріччя з'являються, коли відбувається одночасне виконання $CFCtoC(a,c) > 0$ і $CFCtoC(c,a) > 0$. У такому випадку нове значення фактору впевненості обчислюється за формулою (менше ж значення приймається за 0):

$$CF = \frac{\max(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a)) - \min(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a))}{1 - \min(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a))}$$

Візуалізація дидактичної онтології шляхом побудови дидактико-семантичних мап

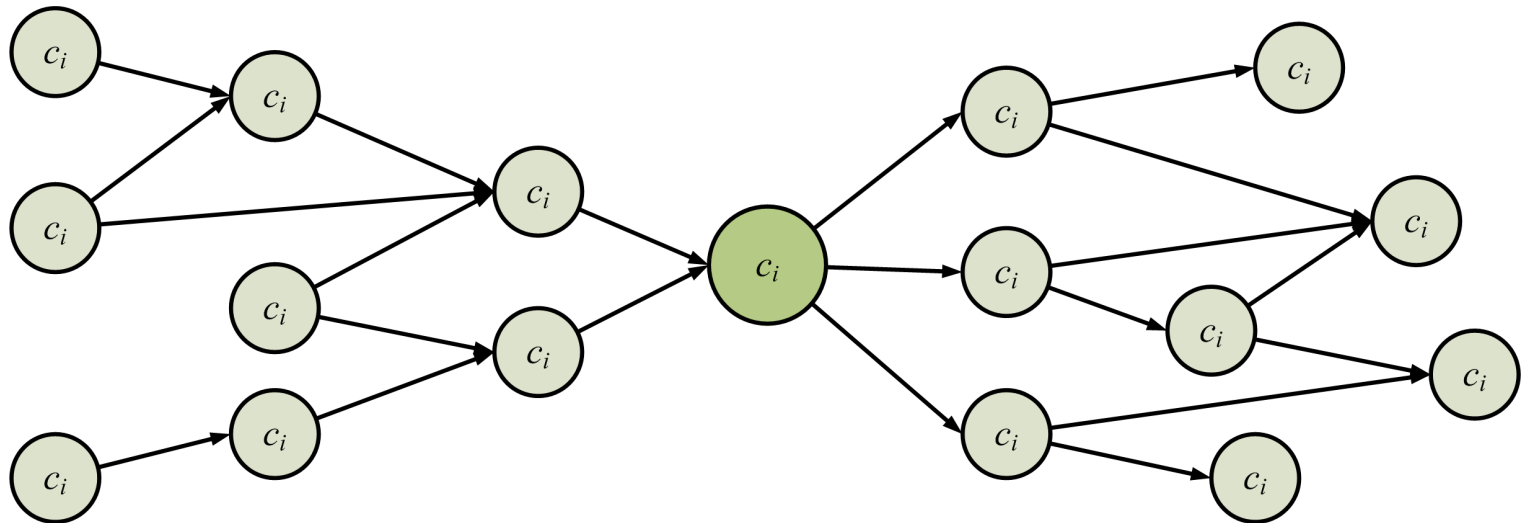
Дидактико-семантична мапа поняття – це *орієнтований ациклічний граф*, у якості вершин якого виступають поняття, а кожна з дуг вказує на те, що поняття-початок дуги є дидактичною передумовою поняття-кінця дуги. Цей граф є зваженим, так що у якості ваги дуги виступає значення відповідного фактору впевненості $CF_{CtoC}(c_1, c_2)$, де c_1, c_2 – відповідно початок і кінець дуги.

Для опису алгоритму побудови мапи введемо оператор визначення попередніх понять:

$$BeforeC(a) = \{c \in C : CF_{CtoC}(c, a) > 0\}$$

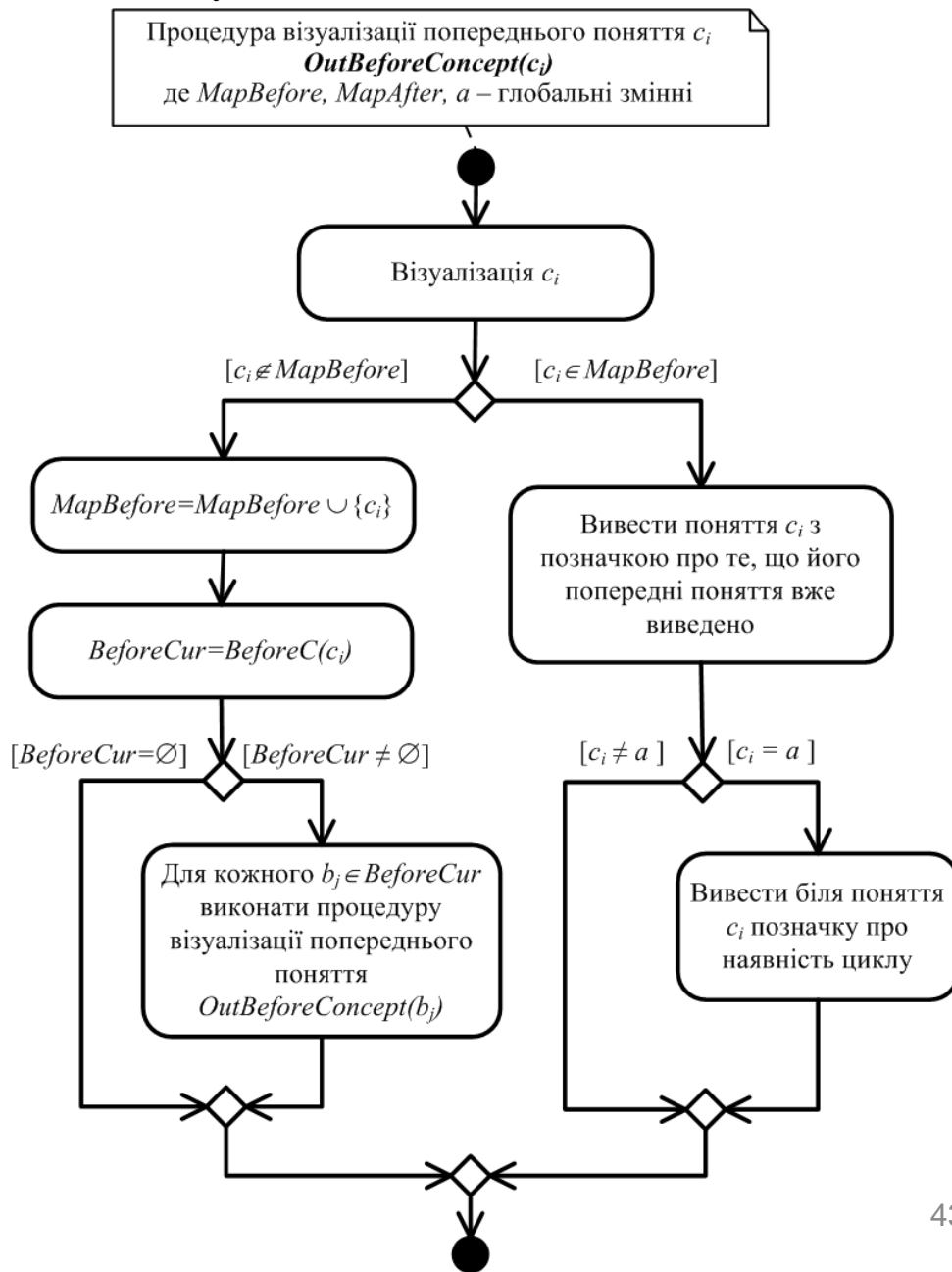
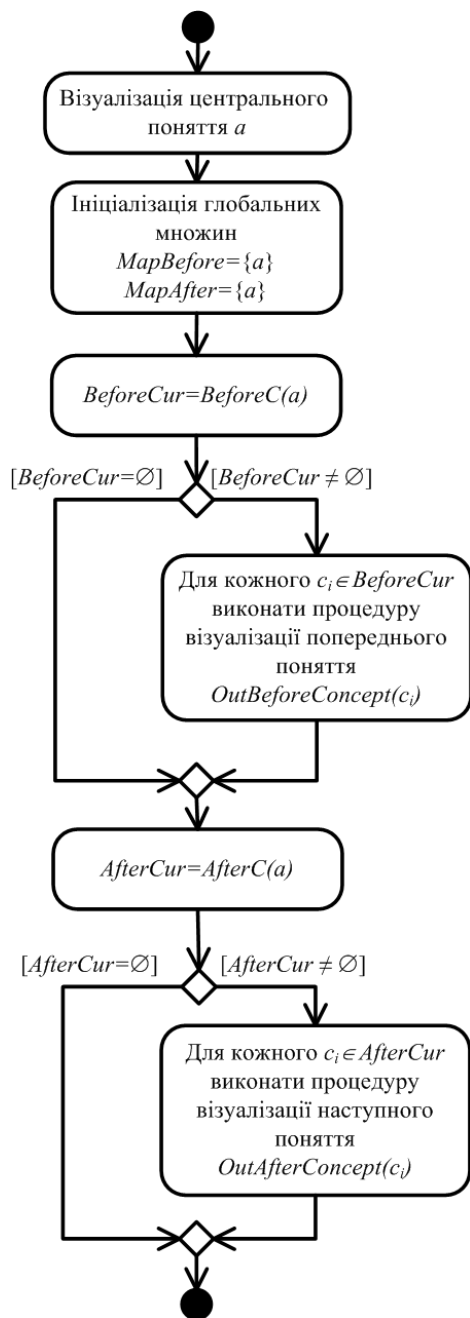
Оператор визначення дидактично наступних понять:

$$AfterC(a) = \{c \in C : CF_{CtoC}(a, c) > 0\}$$



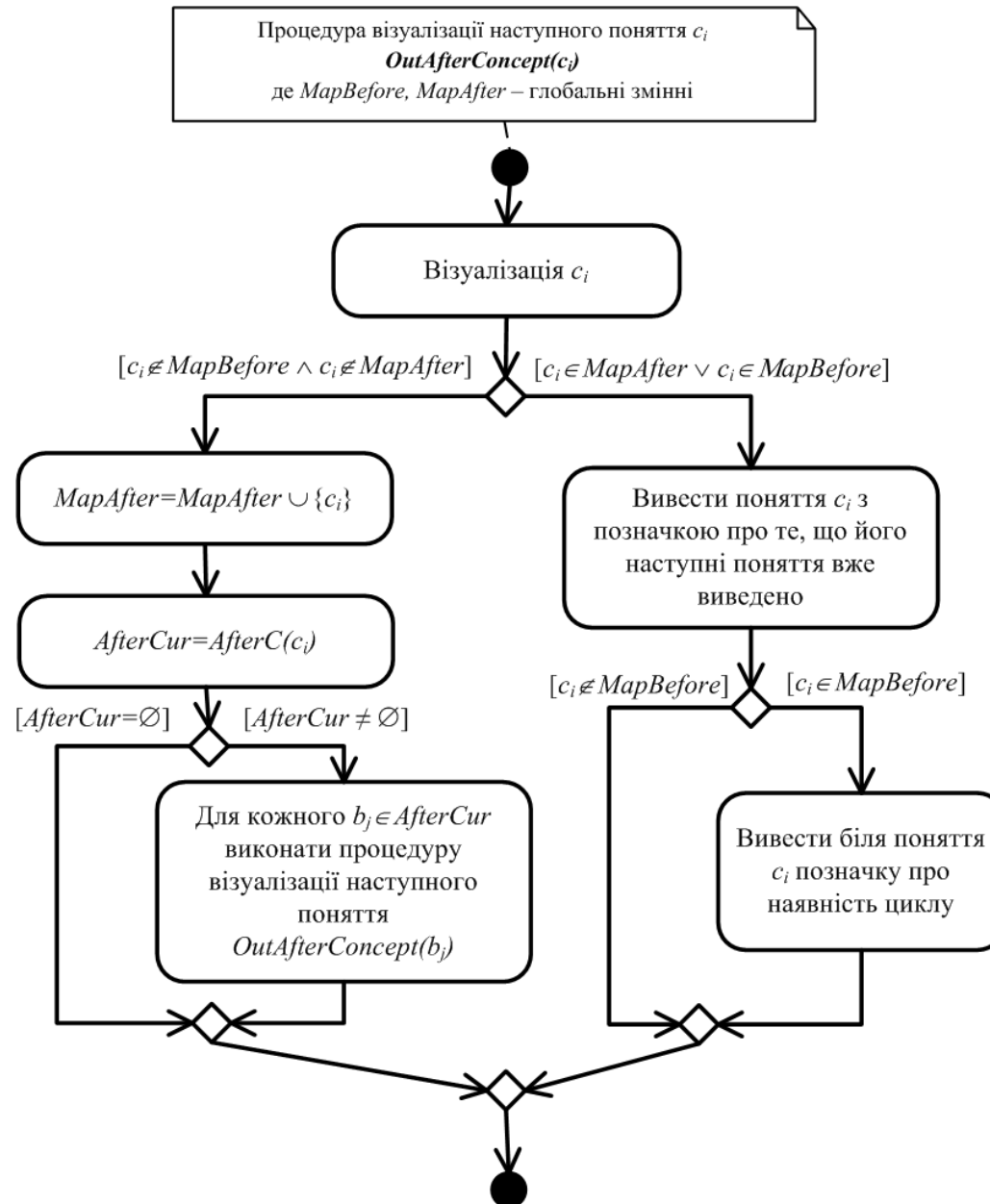
Алгоритм побудови дидактико-семантичних мап

Діаграми діяльності у нотатції UML



Алгоритм побудови дидактико-семантичних мап

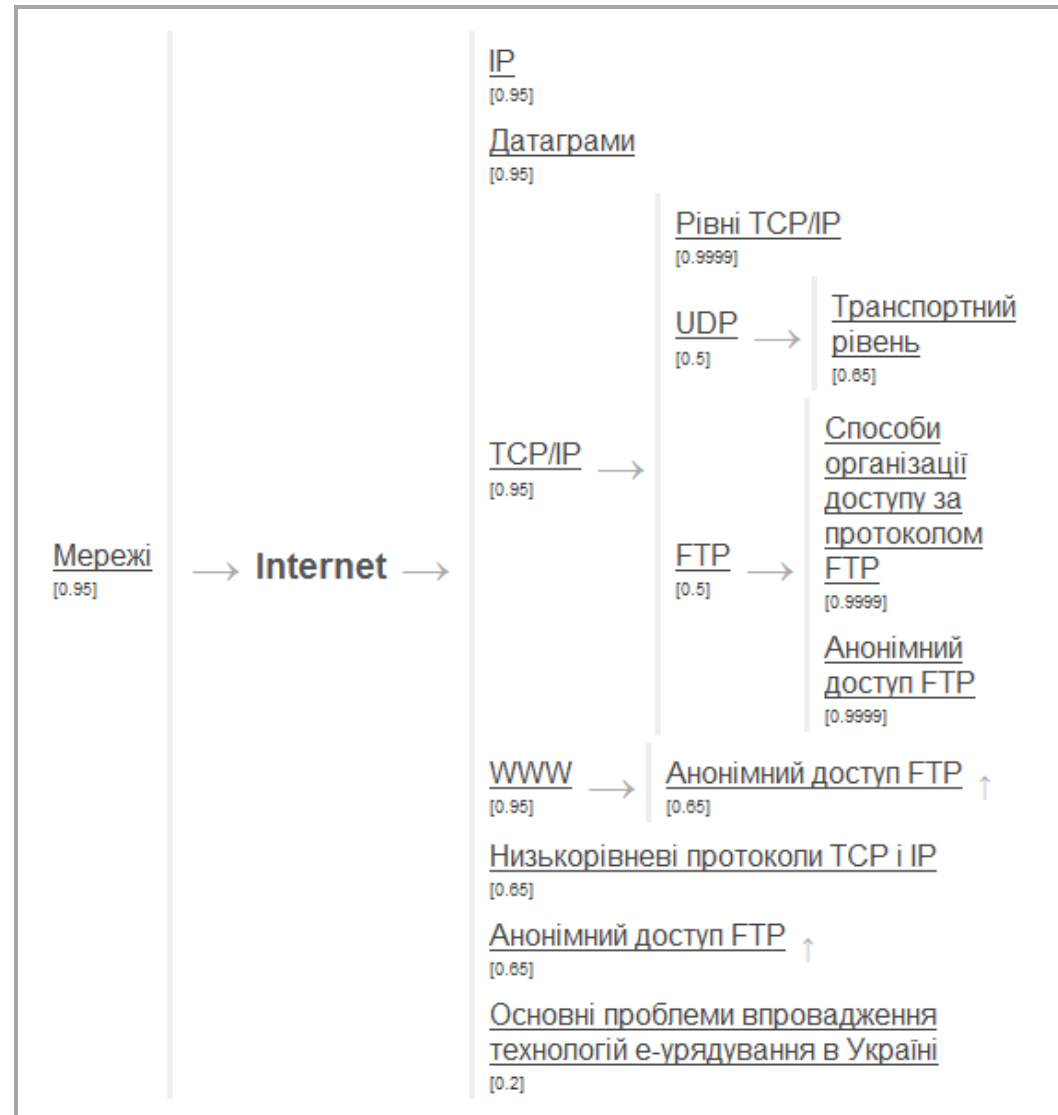
Діаграма діяльності у нотації UML



Застосування дидактико-семантичних мап

1. Інструмент дидактико-семантичних мап підвищує наочність роботи з понятійно-тезисною БЗ, допомагаючи виявляти протиріччя і **слідкувати за результатами семантико-синтаксичного аналізу** ПТ-елементів.

2. Цей інструмент збагачує дидактичні функції початкової системи, надаючи додаткову візуальну інформацію учням, яка сприяє засвоєнню співвідношень між поняттями і надає додаткові навігаційні можливості учням для вивчення зв'язаних понять. Це особливо корисно на етапі знайомства з навчальним курсом і **сприяє прискореному засвоєнню базових понять.**



Задачі, які вирішуються на базі ПТМ

1. Синтез **когнітивно-семантичного і мовно-дидактичного** підходів в моделюванні знань для навчання.
2. Зменшення трудових витрат на побудову **семантичної моделі предметних областей**, до яких стосуються навчальні матеріали. Подолання проблеми “всеосвіченості”.
3. Зменшення трудових витрат на встановлення **дидактичних відношень** між поняттями за рахунок автоматизації цього процесу.
4. Забезпечення навчального середовища візуалізованим **тезаурусом**. Генерація **дидактико-семантичних мап понять**.
5. На базі ПТМ реалізуються методи побудови **семантичного конспекту курсу**.
6. На базі ПТМ реалізуються методи автоматичної **побудови тестових завдань**, що буде розглянуто далі.

Модель професійних компетенцій (МПК)

Вирішує наступні задачі:

1. Моделювання знань про **спеціальності, професії і посади**.
2. Організація зв'язків між компетенціями і навчальним **контентом** з метою інтеграції знань про компетенції і знань з предметної області.
3. Моделювання **цілей навчання** і формування **освітнього запиту** до системи.

$$\text{МПК} = \langle S, ChS, FS, AS, VS, Exp, SExp \rangle,$$

де S — множина компетенцій; ChS і FS — ієрархічні зв'язки між компетенціями; AS — відношення псевдонімів між компетенціями; VS — зв'язки компетенцій з контентом; Exp — множина профілів спеціалістів; $SExp$ — зв'язки між профілями спеціалістів і компетенціями.

Структура моделі компетенцій

Множина компетенцій, описаних у системі: $S = \{s_i\}, i = 1..n_s$.

Ієрархія компетенцій: Дочірні компетенції: $ChS: S \rightarrow 2^S$. Батьківські зв'язки: $FS: S \rightarrow S$. **Декомпозиція компетенції**, тобто множина усіх її нащадків: $DescS(s), s \in S$.

Псевдоніми компетенцій. Відношення псевдонімів надає можливість організувати модель компетенцій таким чином, щоб одна компетенція могла стати підґрунтям не лише для єдиної батьківської, а й для інших компетенцій вищого рівня: $AS: S \rightarrow S$. Таким чином $s = AS(s')$ подає компетенцію-джерело s для її псевдоніма s' .

Зв'язок компетенцій з контентом: $VS: S \rightarrow 2^V, SV: V \rightarrow 2^S$,

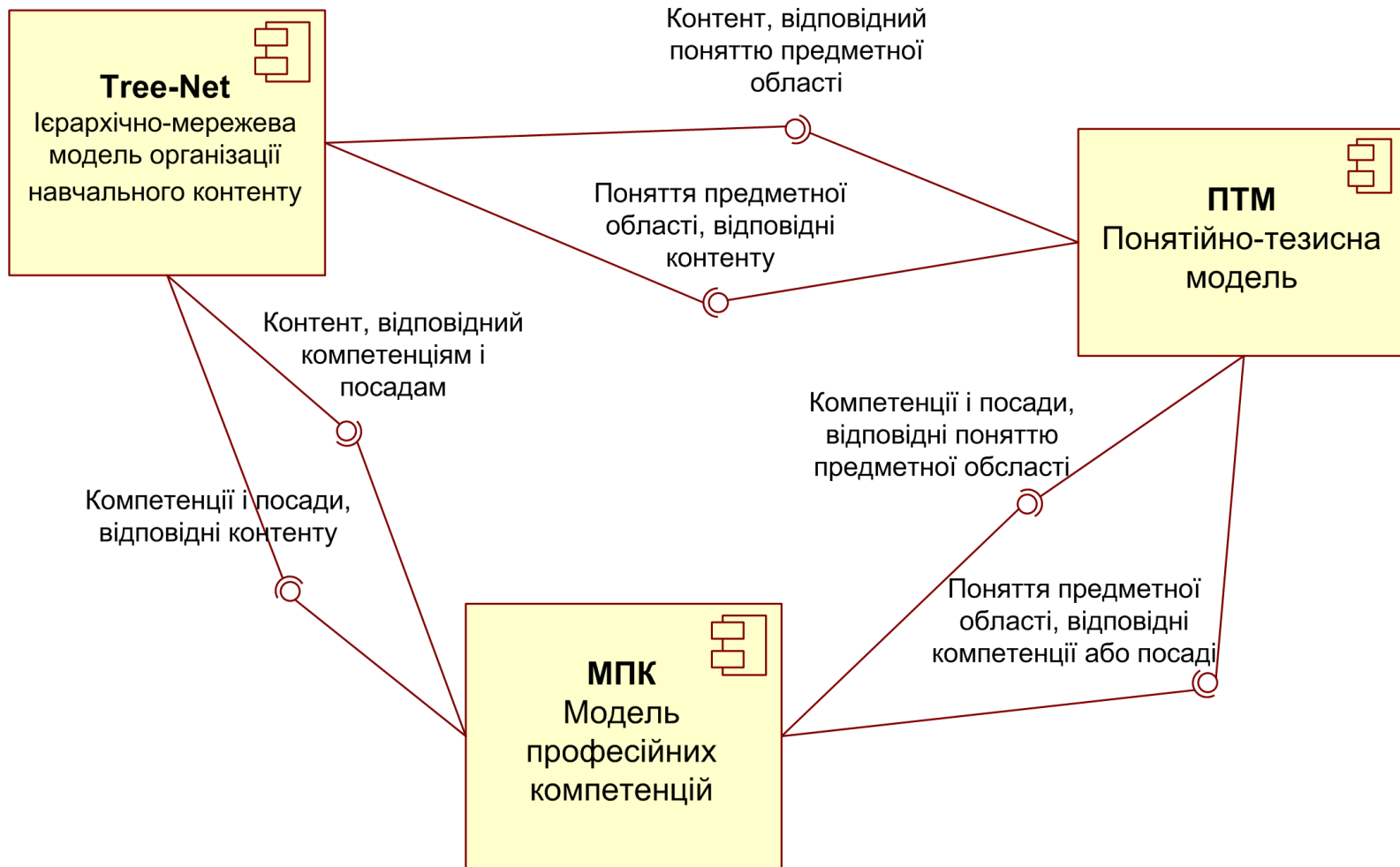
Повний набір контенту компетенції, який враховує семантичні ролі елементів контенту, задані їх типізацією:

$$VatS(s) = \{v: v \in VS(s) \vee (v \in Desc(v') \wedge v' \in VS(s) \wedge VType(v') = block) \vee (v \in Ch(v') \wedge v' \in VS(s) \wedge VType(v') = list)\}$$

Множина спеціалістів, які моделюються в системі: $Exp = \{exp_i\}$

Зв'язок між профілем спеціаліста і його компетенціями: $SExp: Exp \rightarrow 2^S$

Сукупність компонентів моделі керування знаннями



Діаграма компонентів у нотації UML

Модель організації безперервного навчання (БН)

Модель *організації безперервного навчання* передбачає автоматизоване використання знань, закладених на рівні керування знаннями, для побудови **індивідуального навчального середовища (ІНС)**. Тут **автоматизовано** вирішуються такі задачі:

1. Побудова **індивідуального навчального курсу** в залежності від **цілей навчання**.
2. Підготовка **індивідуального термінологічного довідника**, або тезауруса курсу.
3. Організація **контролю і діагностики знань** у межах ІНС.

Компоненти моделі організації БН:

$$\text{БН} = \langle \text{МОЗ}, \text{МУ}, \text{МВ}, \text{МКД}, \text{ОМН} \rangle$$

де МОЗ – модель освітнього запиту; МУ – модель учня; МВ – модель викладання; МКД – модель контролю і діагностики знань та стану навчання; ОМН – організаційна модель навчання.

Модель контролю і діагностики знань та стану навчання

МКД забезпечує **автоматизацію тестування** шляхом генерації тестових завдань. В основі генерації тестів лежить інформація про **поняття та тези** (ПТМ), а також їх зв'язок з **навчальним матеріалом** (Tree-Net). Структура МКД:

$МКД = \langle Test_{range}, Task_{range}, Templ_{range}, TBuild_{Rules} \rangle$, де

$Test_{range} = \langle Test, Vtrg, Vres, TestTasks \rangle$ – **область тестів**,

де $Test$ – множина тестів; $Vtrg$ – контрольна область навчального контенту; $Vres$ – ресурсна область контенту; $TestTasks$ – зв'язки тестів з завданнями;

$Task_{range} = \langle Task, TaskCT, TaskTempl, TaskAItems \rangle$ – **область тестових завдань**,

де $Task$ – множина завдань; $TaskCT$ – зв'язки завдань з контрольними ПТ-парами; $TaskTempl$ – зв'язок між тестовими завданнями і їх шаблонами; $TaskAItems$ – зв'язки між завданнями і альтернативними варіантами;

$Templ_{range} = \langle TTempl, TQEntity, TQStr, TQClasses, TQNotClasses, TAClasses, TANotClasses \rangle$ – **область шаблонів тестових завдань**,

де $TTempl$ – множина шаблонів; $TQEntity$ – типізація запитального ПТ-елемента; $TQStr$ – зв'язки з текстовими шаблонами запитань; $TQClasses$ і $TQNotClasses$ – відповідно опис допустимих і недопустимих класів запитального ПТ-елемента; $TAClasses$ і $TANotClasses$ – відповідно опис допустимих і недопустимих ПТ-класів елементів-варіантів відповідей;

$TBuild_{Rules}$ – **алгоритми побудови тестових завдань**.

Тест і його структура

Множина тестів:

$$Test = \{test_i\}$$

Вхідним параметром тесту є **контрольна область** навчального контенту, тобто набір фрагментів навчального матеріалу, по яким відбуватиметься тестування:

$$Vtrg: Test \rightarrow 2^V$$

Перш, ніж розпочнеться побудова тестових завдань, здійснюється визначення **ресурсної області** контенту, що служитиме додатковим джерелом ПТ-елементів, що можуть використовуватися як альтернативні відповіді для тестових завдань:

$$Vres: Test \rightarrow 2^V$$

Тестові завдання

ПТМ дозволяє генерувати завдання тесту на основі інформації про поняття, тези і їх зв'язок з навчальним матеріалом. Множина **тестових завдань** позначається наступним чином: $Task = \{task_i\}$

Зв'язок тестів із завданнями:

$$TestTasks: Test \rightarrow 2^{Task}$$

У свою чергу кожне завдання пов'язується з **контрольною ПТ-парою**, тобто таким поняттям і його тезою, які ляжуть в основу цього тестового завдання: $TaskCT: Task \rightarrow CT$

Існує набір **шаблонів для тестових завдань** $TTempl = \{TTempl_i\}$, які крім того можуть розширюватись користувачем, що дає змогу доповнювати різні предметні області новими типами тестових завдань. Шаблони, які застосовуються для тестових завдань задаються відображенням:

$$TaskTempl: Task \rightarrow TTempl$$

Кожне завдання пов'язується з набором семантичних елементів, які використовуються як варіанти **альтернативних відповідей**. У залежності від шаблону у якості альтернативних відповідей можуть виступати або тези, або поняття. Зв'язок між завданнями і альтернативними варіантами задається відображенням:

$$TaskItems: Task \rightarrow 2^C \cup 2^T$$

Шаблон тестового завдання

Шаблони мають на меті описати **спосіб побудови тестових завдань** на основі ПТ-елементів. **Можливість додавати нові шаблони** дає змогу удосконалювати систему не тільки на етапі проектування, але й на етапі її використання для налаштування алгоритмів генерації тестів для різних предметних областей.

Шаблони завдань поділяються на два типи: 1) в основі запитання лежить поняття, а в основі варіантів відповідей – тези; 2) в основі запитання лежить теза, а в основі варіантів відповідей – поняття. Таким чином **типізація запитального ПТ-елемента** задається відображенням:

$$TQEntity: TTempl \rightarrow CTEntity, \text{ де } CTEntity = \{Concept, Thesis\}$$

Для задання шаблонного тексту, який відповідає за запитання тестового завдання задається відображення шаблонів на відповідні **елементи-зразки запитань**: $TQStr: Ttempl \rightarrow QStr$, де $QStr = \{qStr_i\}$ – множина текстових шаблонів запитань

Для позначення **класів ПТ-елементів**, які можна або заборонено застосовувати для **запитального елемента** тестового завдання кожного з шаблонів служать відображення:

$$TQClasses: TTempl \rightarrow 2^{CClasses} \cup 2^{TClasses},$$

$$TQNotClasses: Ttempl \rightarrow 2^{CClasses} \cup 2^{TClasses}$$

Для аналогічного зазначення **класів** для ПТ-елементів, що служать як **варіанти відповідей** використовуються відображення $TAClasses$ і $TANotClasses$:

$$TAClasses: TTempl \rightarrow 2^{CClasses} \cup 2^{TClasses},$$

$$TANotClasses: TTempl \rightarrow 2^{CClasses} \cup 2^{TClasses}$$

Алгоритм побудови тестового завдання

Позначимо як $test_k$ тест, в рамках якого будується завдання: $task_k \in TestTasks(test_k)$.
Послідовність побудови і візуалізації тестового завдання:

1. Вибір контрольної ПТ-пари. Випадковим чином обирається контрольна ПТ-пара з контрольної області навчального контенту $TaskCT(task_k)=(t_k, c_k)$:

$$TaskCT(task_k)=(t_k, c_k): (t_k, c_k) \in CT \wedge VT(t_k) \in Vtrg(test_k)$$

2. Пошук допустимих шаблонів завдань. На основі класів контрольного поняття c_k і тези t_k знаходиться множина усіх можливих варіантів шаблонів TT . По-перше, знаходяться усі можливі шаблони для випадку, коли в основі тестового запитання стоїть поняття, $TQEntity(tt)=Concept$. Позначимо цю множину шаблонів завдань TT' , $TT' \subseteq TTempl$:

$$TT' = \{tt: TQEntity(tt)=Concept \wedge (CClass(c_k) \in TQClasses(tt) \vee TQClasses(tt)=0) \wedge \\ CClass(c_k) \notin TQNotClasses(tt) \wedge (TClass(t_k) \in TAClasses(tt) \vee TAClasses(tt)=0) \wedge \\ TClass(t_k) \notin TANotClasses(tt)\}$$

Аналогічно знаходяться усі можливі шаблони для випадку, коли в основі тестового запитання стоїть теза, $TQEntity(tt)=Thesis$. Цю множину шаблонів завдань позначимо TT'' , $TT'' \subseteq TTempl$:

$$TT'' = \{tt: TQEntity(tt)=Thesis \wedge (TClass(t_k) \in TQClasses(tt) \vee TQClasses(tt)=0) \wedge TClass(t_k) \\ TQNotClasses(tt) \wedge (CClass(c_k) \in TAClasses(tt) \vee TAClasses(tt)=0) \wedge CClass(c_k) \notin TANotClasses(tt)\}$$

Таким чином сукупна множина усіх можливих шаблонів завдань для завдання з контрольною ПТ-парою $TaskCT(task_k)$ поєднає обидва випадки: $TT=TT' \cup TT''$

Алгоритм побудови тестового завдання

3. Вибір шаблону завдання. З множини шаблонів TT випадковим чином вибирається один шаблон tt_k , що й слугуватиме шаблоном завдання: $TaskTempl(task_k)=tt_k$ для генерації і візуалізації тестового завдання $task_k$.

4. Пошук альтернативних варіантів відповідей. У відповідності до обраного шаблону здійснюється пошук ПТ-елементів, що слугуватимуть як альтернативні варіанти відповіді. У випадку, коли $TQEntity(tt_k)=Concept$, альтернативні варіанти відповіді обираються із множини тез, клас яких відповідає параметрам шаблону $tt_k=TaskTempl(task_k)$:

$$TaskAltems'=\{ t: t \neq t_k \wedge CT(t) \neq c_k \wedge ((TClass(t) \in TAClasses(tt_k) \wedge TAClasses(tt_k) \neq 0) \vee (t \in T \wedge TAClasses(tt_k)=0)) \wedge TClass(t) \notin TANotClasses(tt_k) \wedge VT(t) \in Vres(test_k) \}$$

У випадку, коли $TQEntity(tt_k)=Thesis$, альтернативні варіанти відповіді обираються із множини понять, клас яких задовольняє вимогам шаблону $tt_k=TaskTempl(task_k)$:

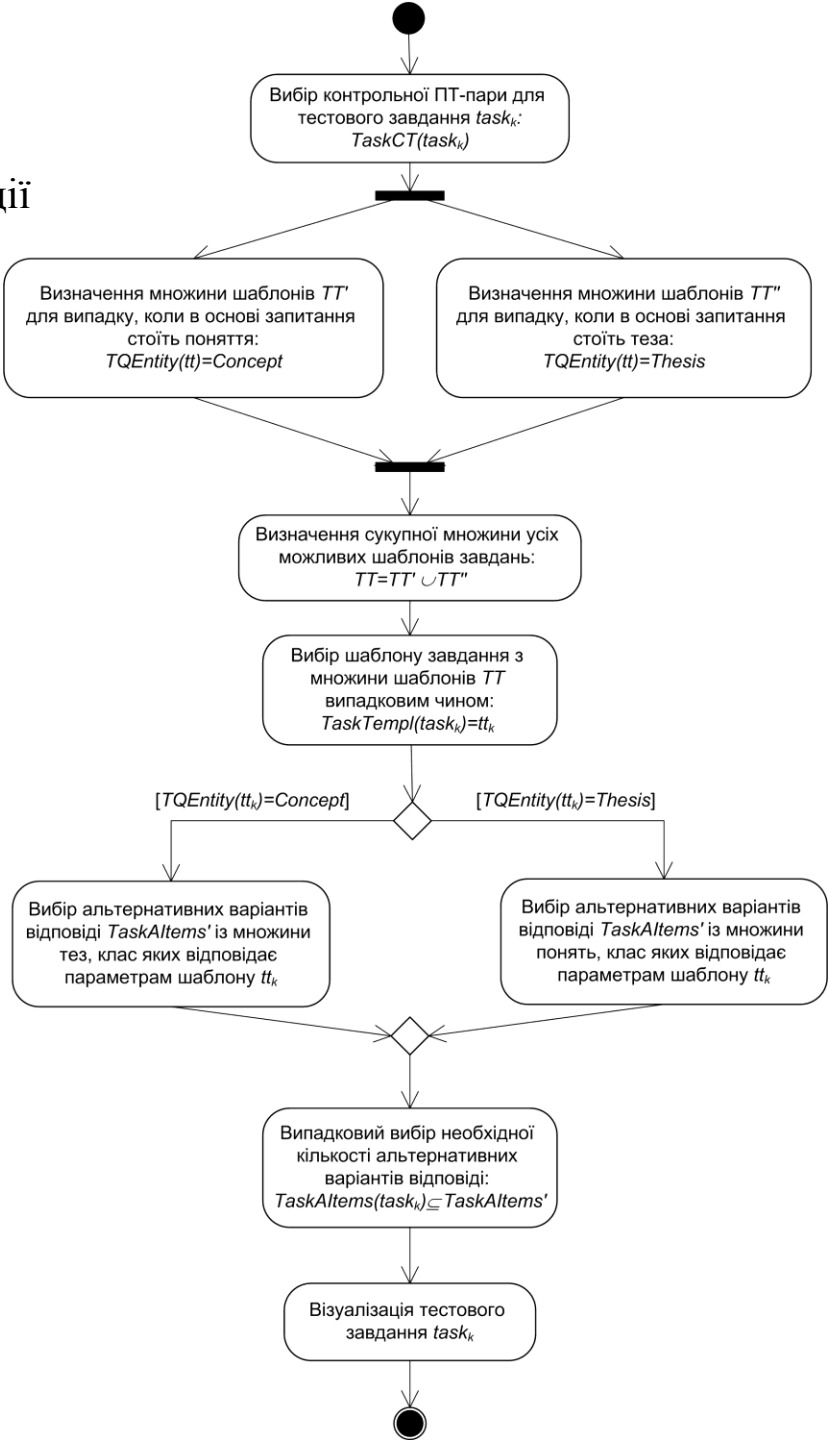
$$TaskAltems'=\{ c: c \neq c_k \wedge CT(t) \neq c_k \wedge ((CClass(c) \in TAClasses(tt_k) \wedge TAClasses(tt_k) \neq 0) \vee (c \in C \wedge TAClasses(tt_k)=0)) \wedge CClass(c) \notin TANotClasses(tt_k) \wedge VC(c) \cap Vres(test_k) \neq 0 \}$$

Із отриманої множини випадковим чином вибирається підмножина $TaskAltems(task_k)$, потужність якої залежить від кількості варіантів відповідей, що повинні увійти в завдання.

5. Візуалізація тестового завдання. Коли усі семантичні дані готові, здійснюється відображення тестового завдання користувачу.

Алгоритм побудови тестового завдання

Діаграма діяльності у нотації
UML



Педагогічний експеримент

Кількість тестованих – 20, з них завершили тестування – 16.

Тема: “Електронне урядування”. Автор курсу: к.ю.н. Демкова М.С.

Кількість тестових завдань, створених експертом – 20.

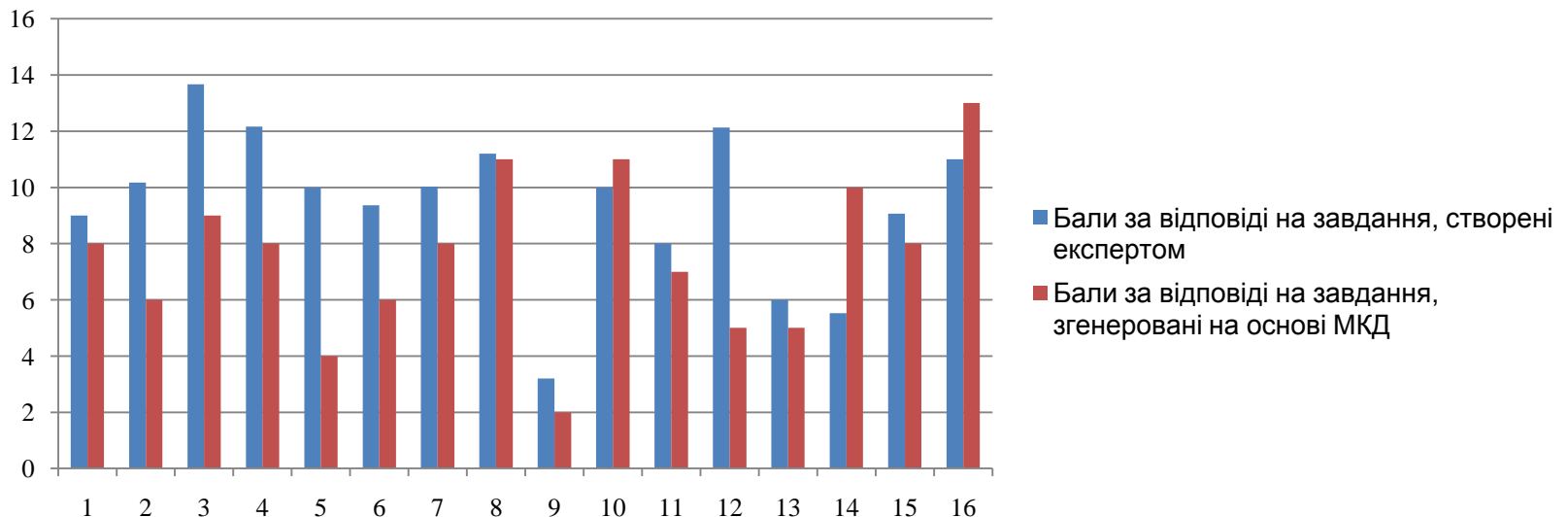
Кількість тестових завдань, побудованих автоматично на базі МКД – 20.

Інтеграція стандартних і згенерованих тестових завдань на базі Moodle: к.т.н. Богачков Ю.Н.

Середня відносна похибка: 0,23.

Експеримент підтверджує перспективність застосування МКД.

При цьому додаткову увагу слід зосередити на оцінюванні кожного з тестових завдань в контексті усього тесту.



Переваги автоматизації тестування на основі ПТМ і Tree-Net

- 1. Трудові витрати** на побудову ПТ-бази менші за трудові витрати на побудову достатньо великого *банку завдань*, а також менші за витрати на побудову достатньо повної *семантичної мережі* предметної області.
2. На відміну від тестових завдань, що генеруються на основі *семантичних мереж*, завдання на основі ПТМ володіють **кращою лексичною зрозумілістю**.
- 3. Точний зв'язок семантичних даних з ділянками навчального матеріалу** дозволяє використовувати різноманітні стратегії при формуванні і оцінюванні тестів. Так, ПТМ дозволяє будувати тест по будь-якій вказаній ділянці навчального контенту, а також, по результатам тестування, дає змогу точно визначити ті навчальні фрагменти і навчальні поняття, які потребують доопрацювання студентом.

Модель освітнього запиту (МОЗ)

Модель освітнього запиту (МОЗ) служить для реалізації запиту на освітні послуги до системи. Запит будується на основі Tree-Net, ПТМ та МПК і може містити інформацію про цільові навчальні матеріали, терміни і поняття, професійні компетенції, посаду чи спеціальність.

Освітній запит Eq на ініціалізацію навчання може задаватися різними шляхами за допомогою зазначення таких елементів:

$$Eq = \{EqS, EqExp, EqC, EqV, EqG\}$$

Види вхідних параметрів ОЗ:

1. Цільові компетенції або профіль спеціаліста: $EqS \subseteq S$ або $EqExp \subseteq Exp$;
2. Цільові навчальні поняття: $EqC \subseteq C$;
3. Цільовий контент або навчальний курс: $EqV \subseteq V$;
4. Цільова предметна область: $EqG \subseteq G$.

Деякі елементи цього набору можуть бути пустими у випадку, коли відповідний елемент запиту не використовується. Результатом роботи освітнього запиту є **ініціалізація моделі цілей учня**. Реалізація запиту відбувається на основі користувацького Web-інтерфейсу.

Модель учня (МУ)

Модель учня описує цілі, рівень знань і навичок студента.

$$МУ = \langle L, LAims, LKnow \rangle$$

Модель цілей учня:

$$LAims = \{ LExpAims, LSAims, LVAims, LCAims, LGAims \}, \text{ де}$$

- 1) **цільовий профіль спеціаліста** задається відображенням: $LExpAims: L \rightarrow 2^{Exp}$;
- 2) **цільові компетенції** учня: $LSAims: L \rightarrow 2^S$;
- 3) **цільовий контент** учня: $LVAims: L \rightarrow 2^V$;
- 4) **цільові поняття** учня: $LCAims: L \rightarrow 2^C$;
- 5) **цільові предметні області** учня: $LGAims: L \rightarrow 2^G$.

Оверлейна модель досягнень учня:

$$LKnow = \{ LV, LC, LS \},$$

де **засвоєний матеріал** задається відношенням: $LV \subseteq L \times V$, яке задається матрицею $LVw = //lvw_{ij}//$, де lvw_{ij} – числове вираження рівня засвоєння i -м учнем j -ої ділянки контенту. Аналогічно **засвоєнні поняття і компетенції** задаються відношеннями $LC \subseteq L \times C$ та $LS \subseteq L \times S$, які описуються відповідними матрицями $LCw = //lcw_{ij}//$ та $LSw = //lsw_{ij}//$.

Модель викладання і педагогічних стратегій (МВ)

МВ забезпечує вирішення задачі обробки освітнього запиту і побудови **індивідуального навчального середовища** для таких цілей:

- 1) здобуття спеціальності;
- 2) здобуття компетенції або адаптованої спеціальності;
- 3) вивчення індивідуального навчального курсу;
- 4) дослідження предметної області;
- 5) вивчення окремого поняття.

Індивідуальне навчальне середовище: –

$$iE = \langle iS, iV, iG, iC \rangle,$$

$iS \subseteq S$ – індивідуальний набір компетенцій,

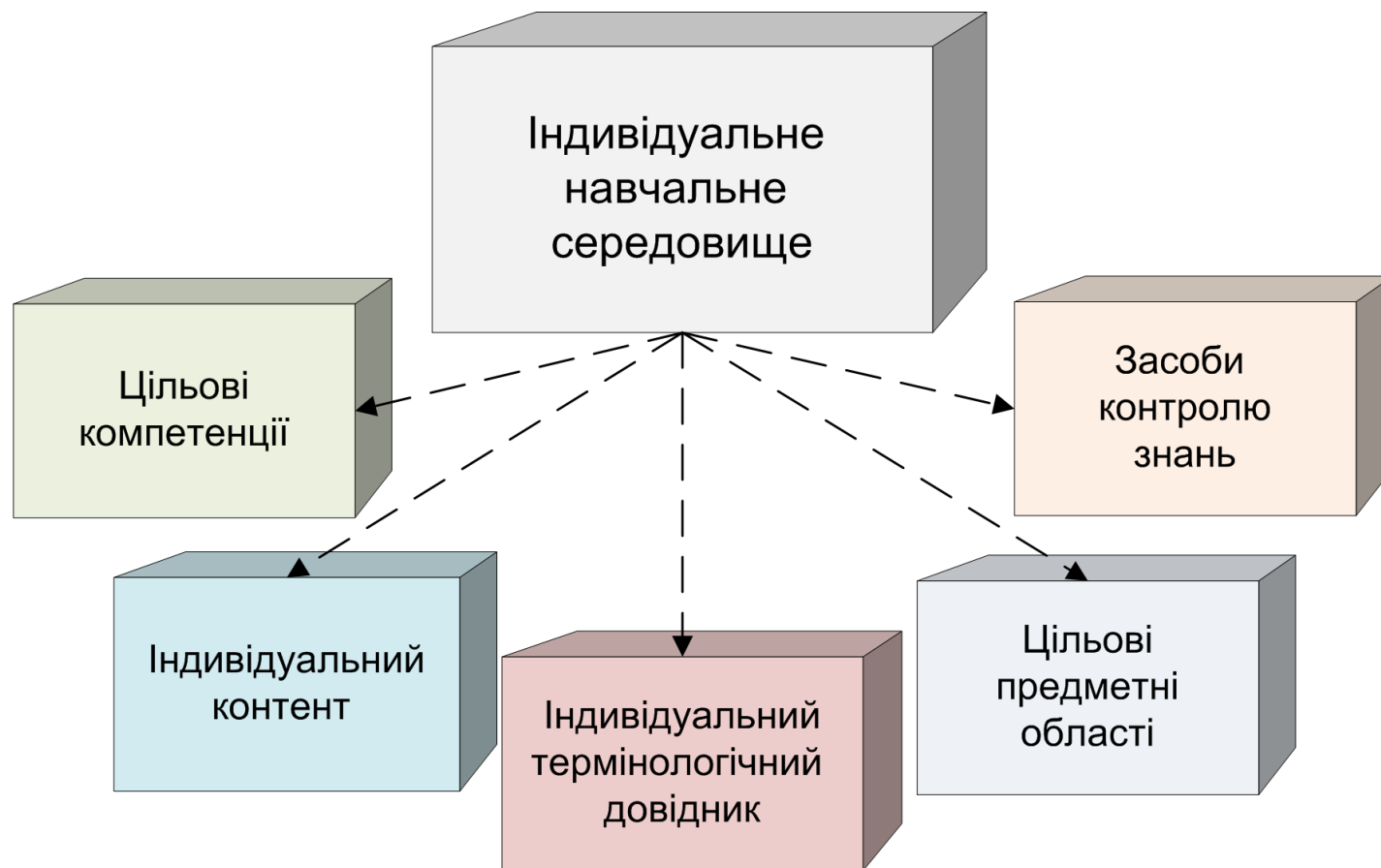
$iV \subseteq V$ – індивідуальна область контенту,

$iG \subseteq G$ – індивідуальний набір предметних областей,

$iC \subseteq C$ – індивідуальний термінологічний довідник.

Крім цього на основі ПТМ, МКД та індивідуальної області контенту ІНС забезпечується інструментарієм для автоматизованої діагностики і контролю знань.

Базовий набір компонентів ІНС



Генерація ІНС на здобуття спеціальності

У якості освітнього запиту виступає *профіль спеціаліста*, тобто використовується елемент запиту $EqExp$. Навчальний процес передбачає вивчення матеріалів, що стосуються фахової діяльності і компетенцій цього спеціаліста.

1. **Навчальні цілі** учня l_i : $LExpAims(l_i) = EqExp$.

2. Повний набір компетенцій, що стосуються даного профілю називається **декомпозицією профілю спеціаліста** і визначається наступним чином:

$$SDExp(exp) = \{s \in S : s \in SExp(exp) \wedge s \in DescS(a), \text{ де } a \in SExp(exp)\}$$

3. **Профільною областю контенту** даного спеціаліста:

$$VSDExp(exp) = \{v : v \in VatS(s), \text{ де } s \in SDExp(exp)\}$$

4. **Предметні області**, в яких працює спеціаліст:

$$GExp = \{g : g \in GV(v), \text{ де } v \in VSDExp(exp)\}$$

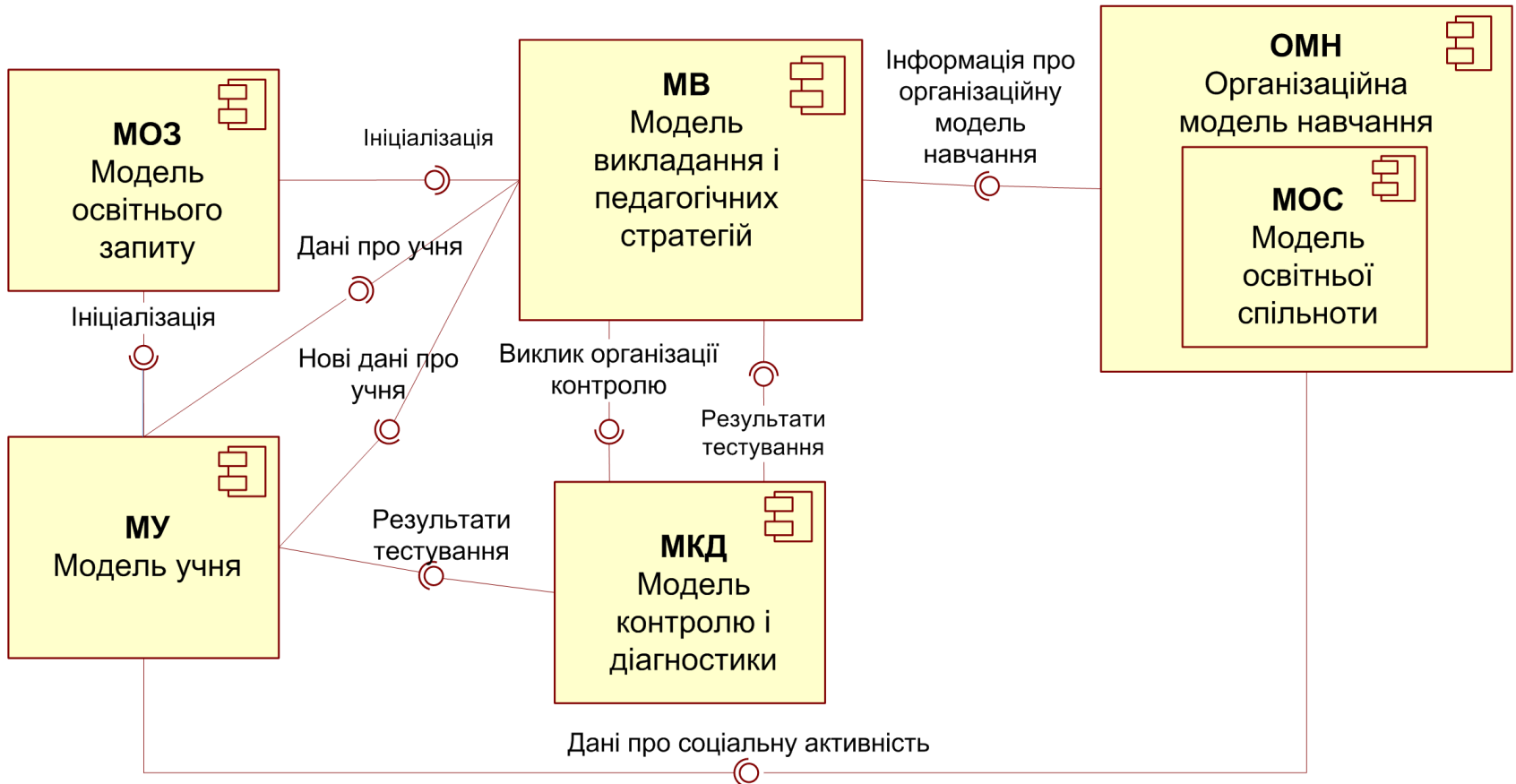
5. **Профільний довідник** спеціаліста:

$$CExp = \{c : c \in CV(v), \text{ де } v \in VSDExp(exp)\}$$

Таким чином ІНС для учня l_i на основі цільового профілю, поданого у освітньому запиті Eq і збереженого в цілях учня $LExpAims(l_i)$ описується наступним чином:

$$iE(l_i) = iEExp(exp) = \{SDExp(exp), VSDExp(exp), GExp(exp), CExp(exp)\}, \\ \text{де } exp \in LExpAims(l_i)$$

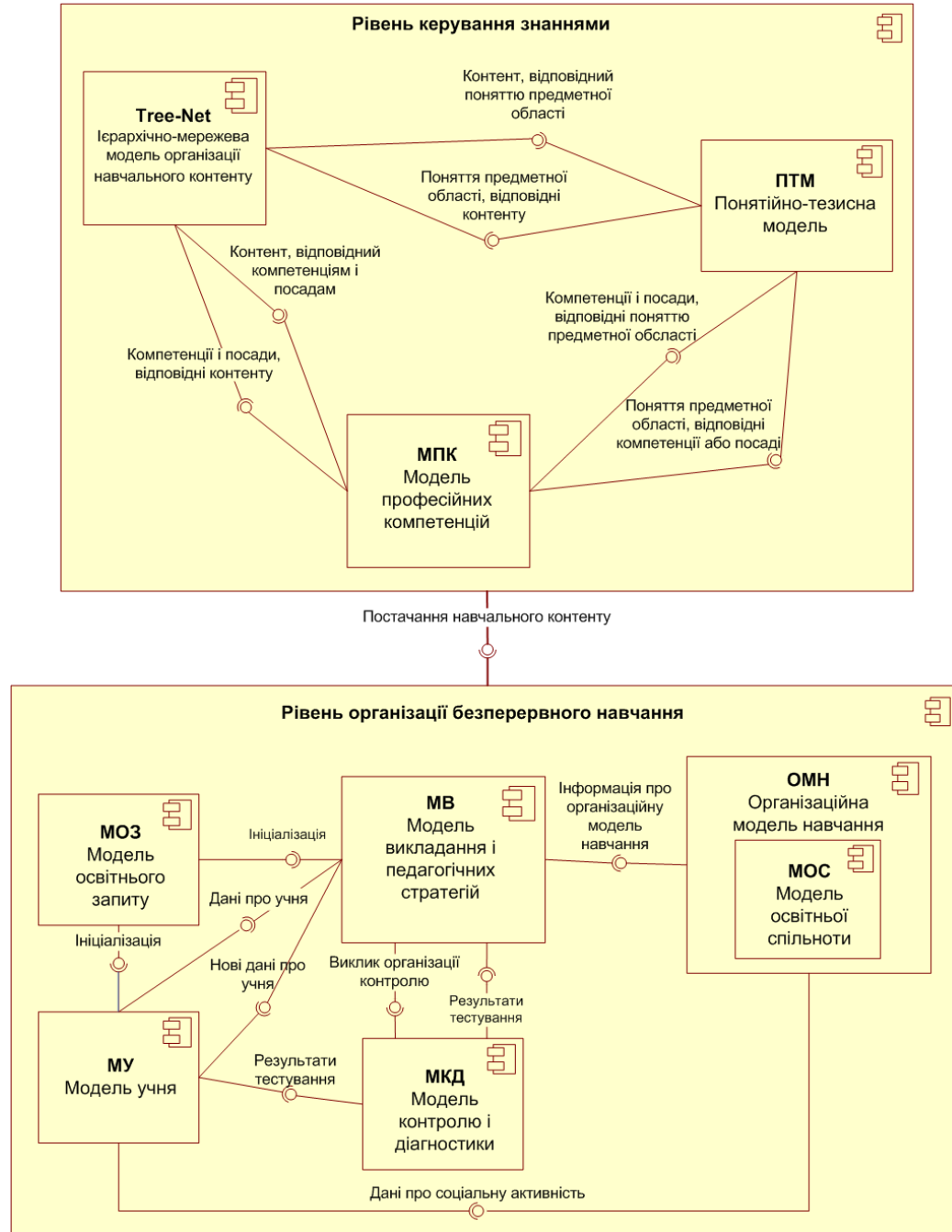
Сукупність компонентів моделі організації БН



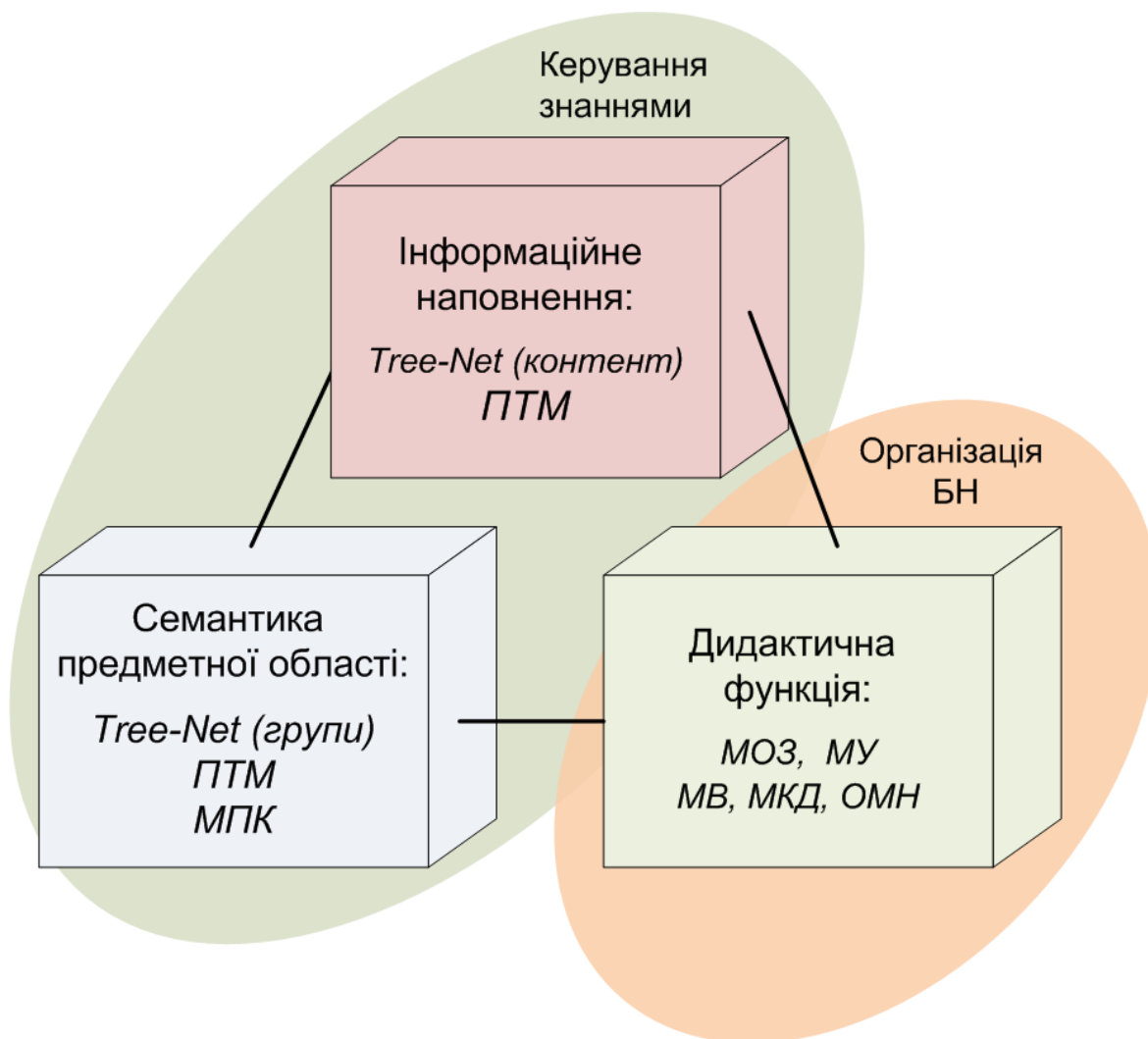
Діаграма компонентів у нотації UML

Структурна схема комплексної моделі керування контентом СБН.

Діаграма компонентів у нотації UML.



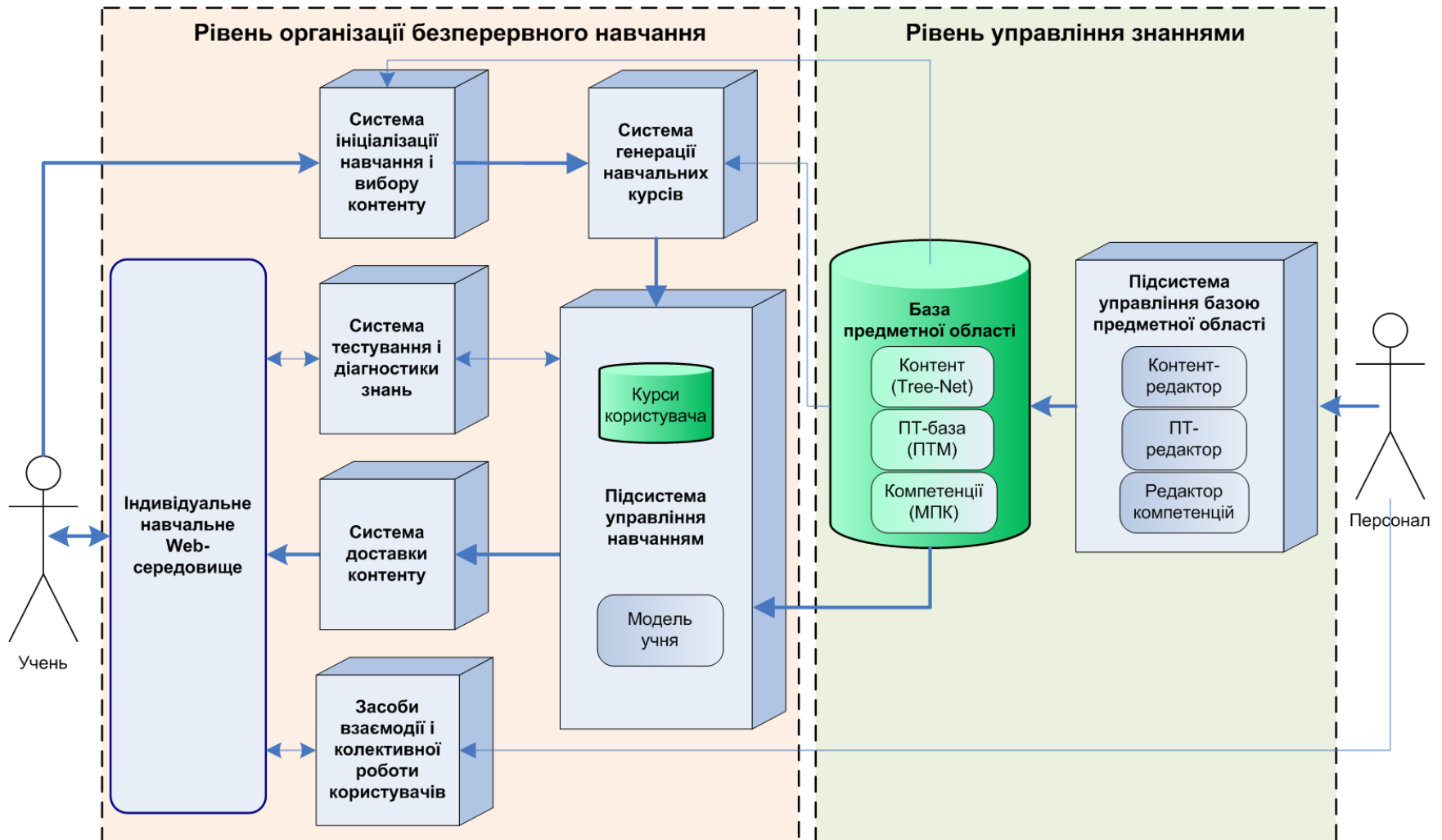
Загальна модель керування контентом СБН і її забезпечення за допомогою розроблених моделей



III

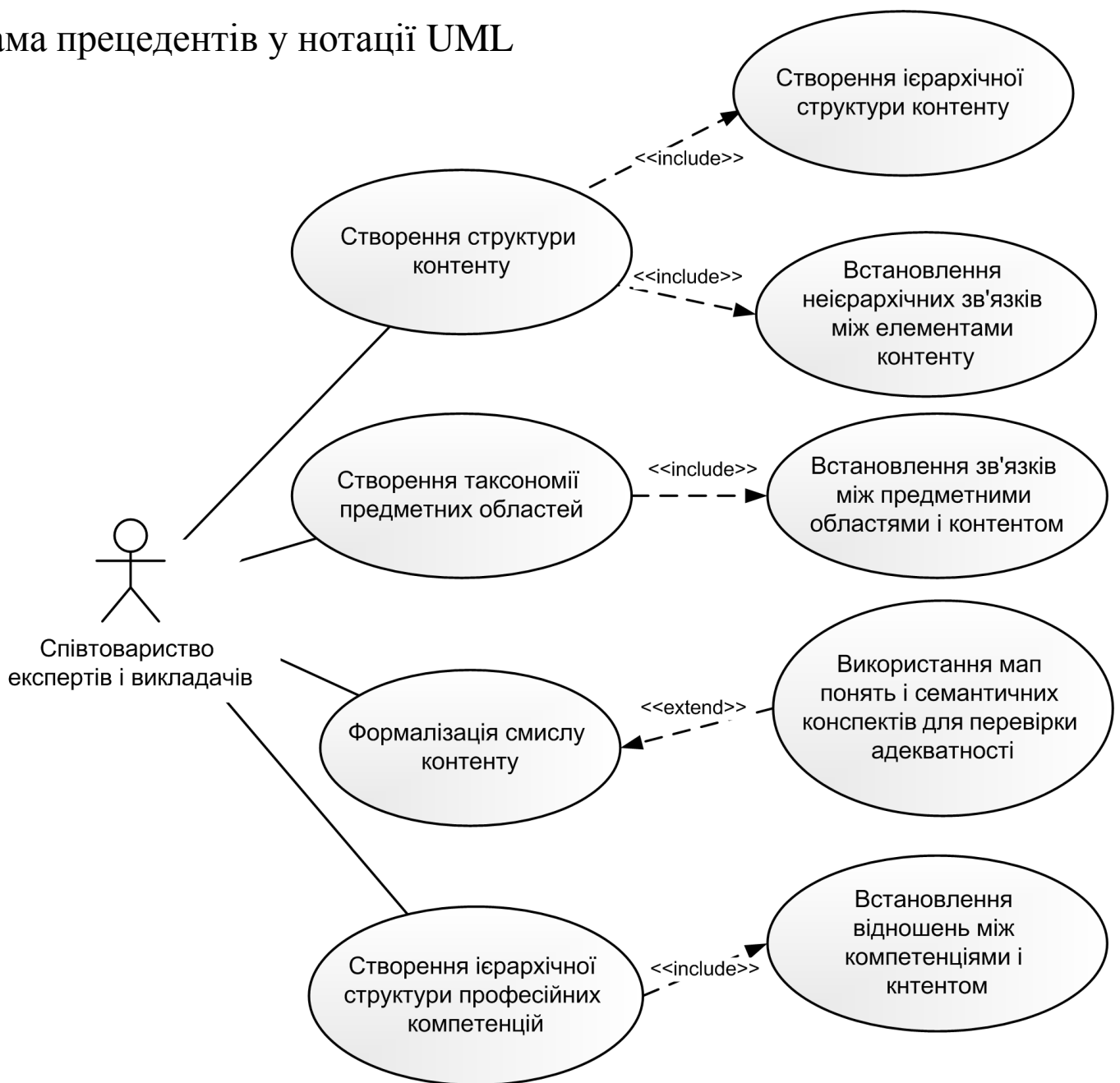
ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ WEB- КОНТЕНТОМ СБН FRESHKNOWLEDGE ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

Структурна схема СБН FreshKnowledge



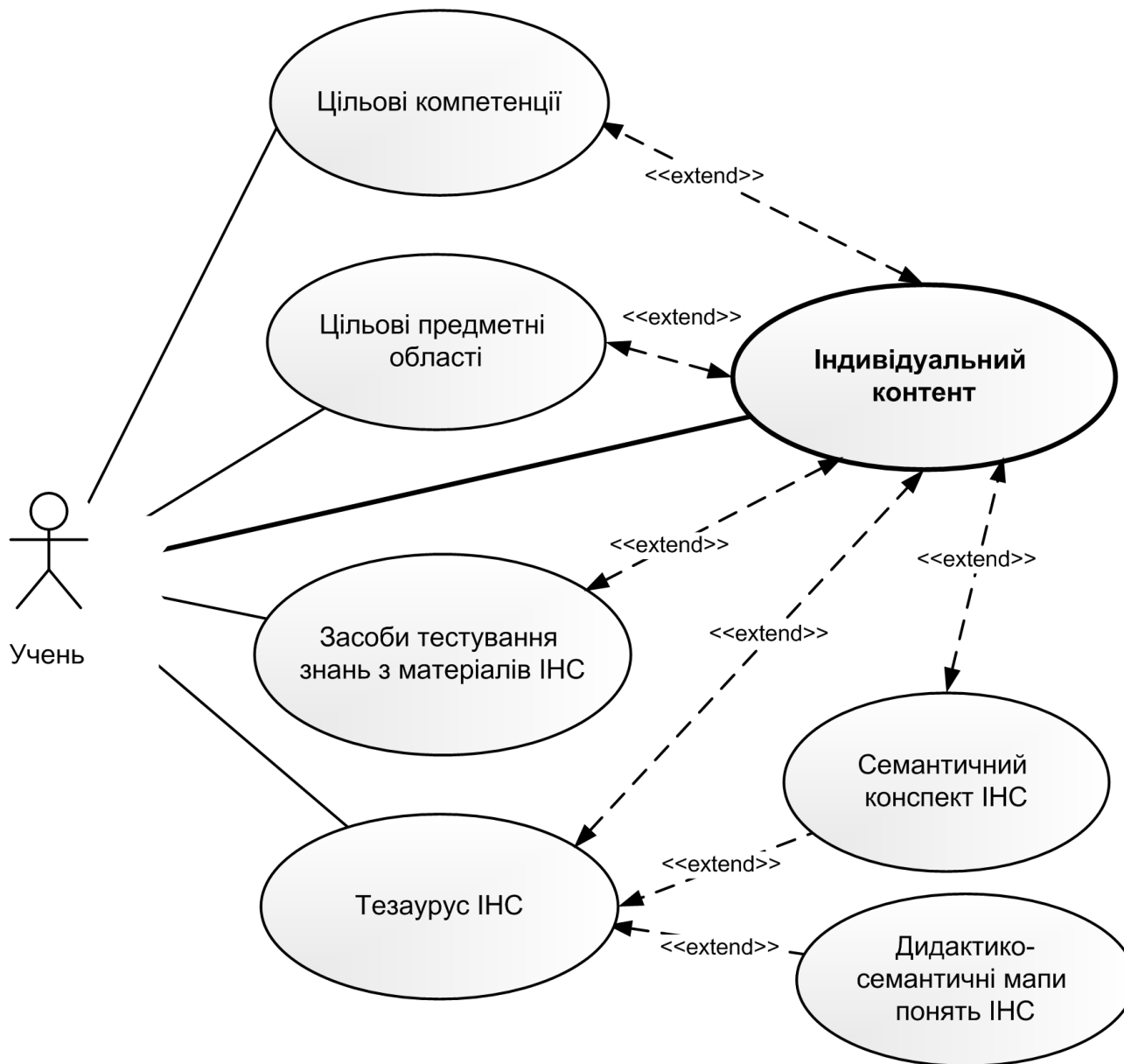
Функціональність FreshKnowledge на рівні керування знаннями

Діаграма прецедентів у нотації UML



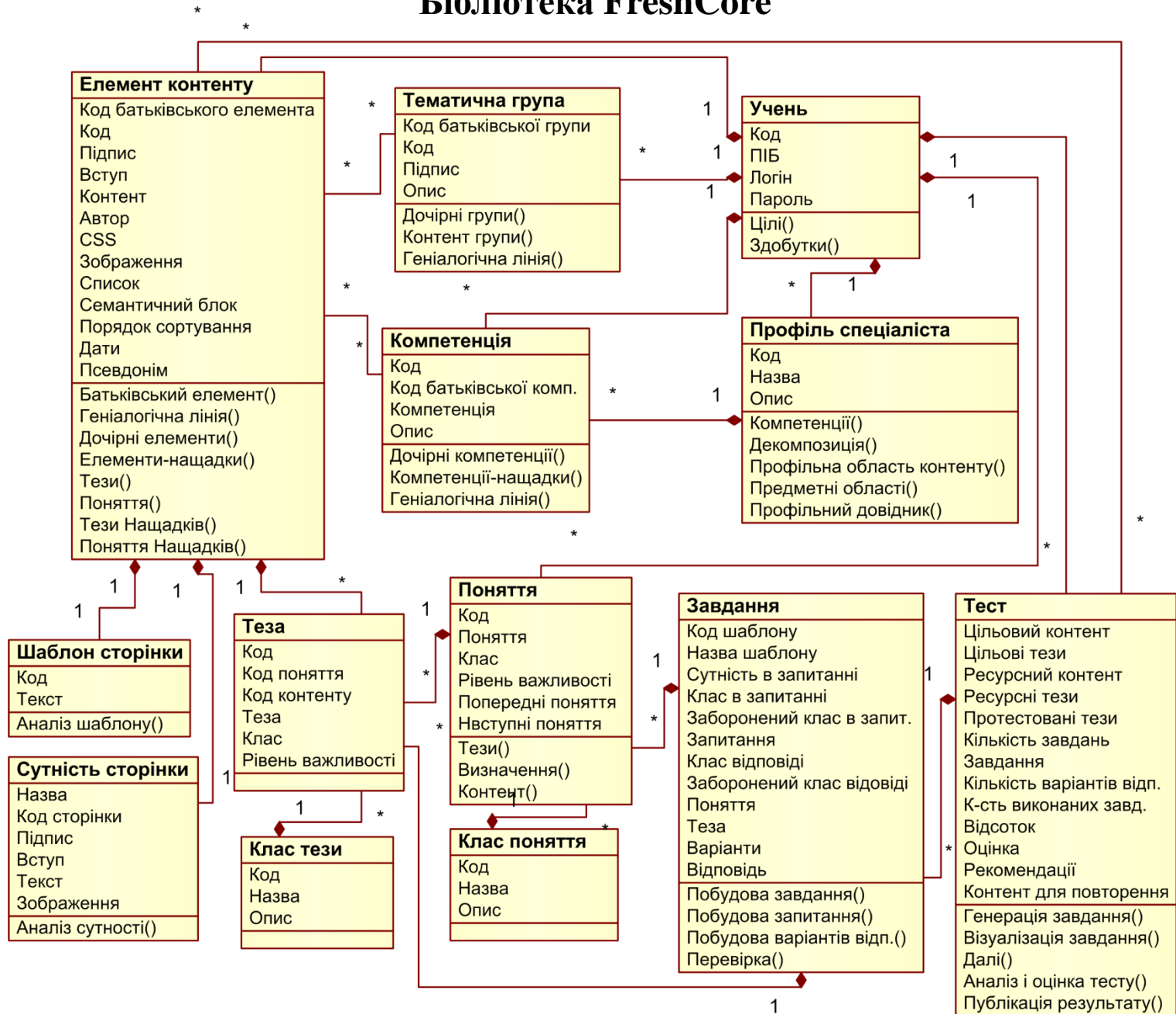
Функціональність FreshKnowledge на рівні організації БН

Діаграма прецедентів у нотації UML

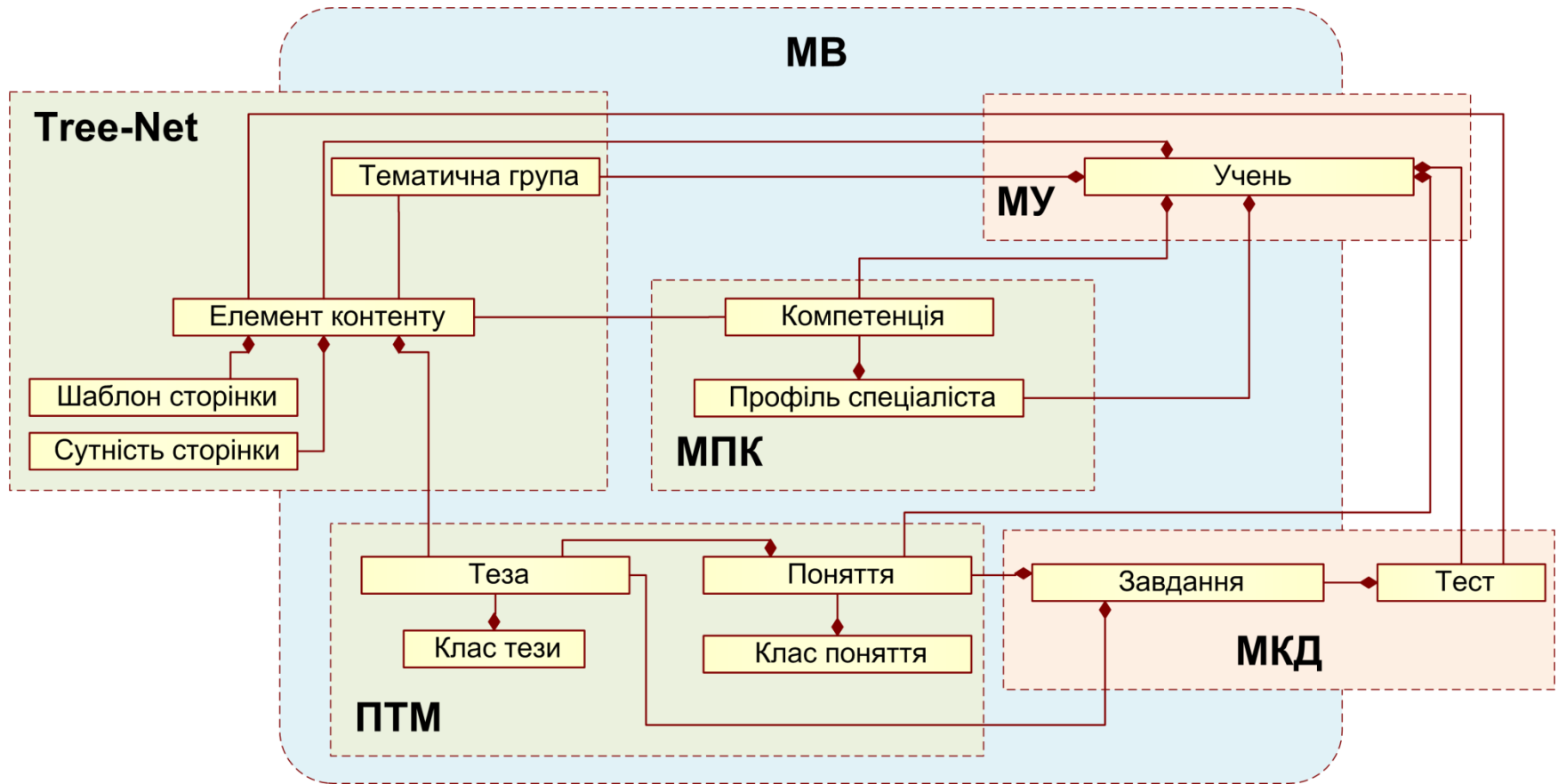


Діаграма класів ядра системи

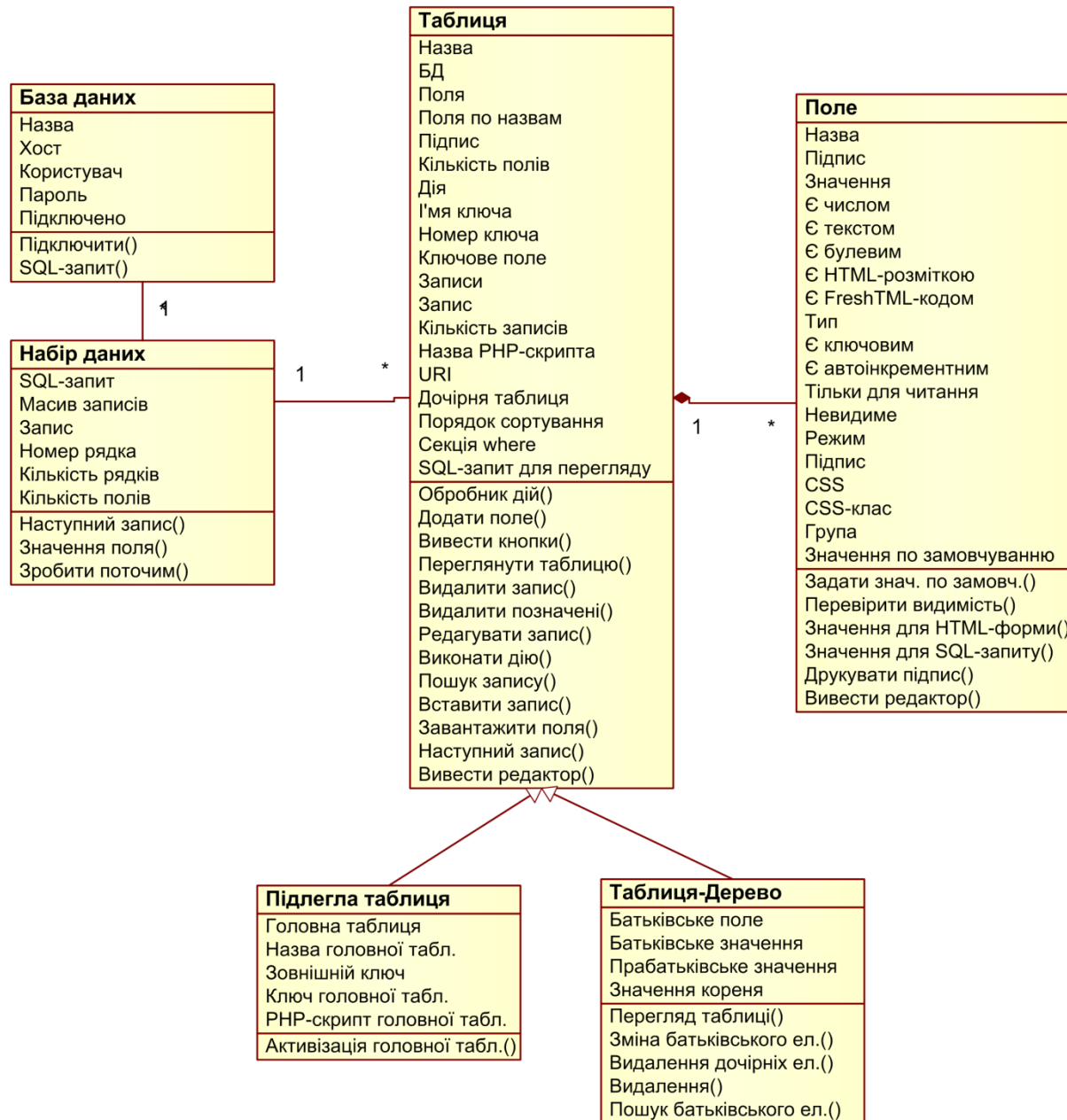
Бібліотека FreshCore



Зв'язок між класами системи і моделями, які вони реалізують

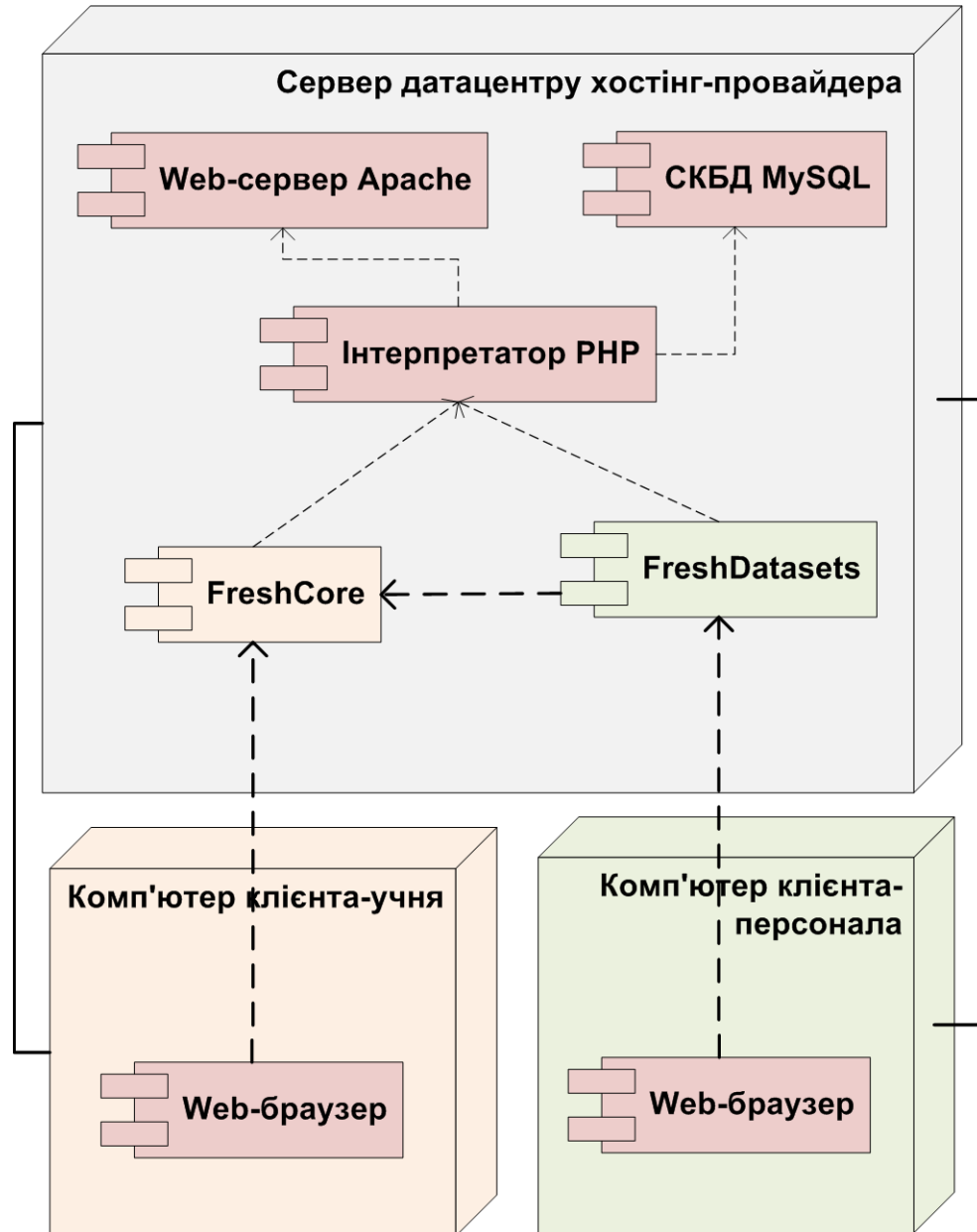


Діаграма класів адміністративної частини системи Бібліотека FreshDatasets



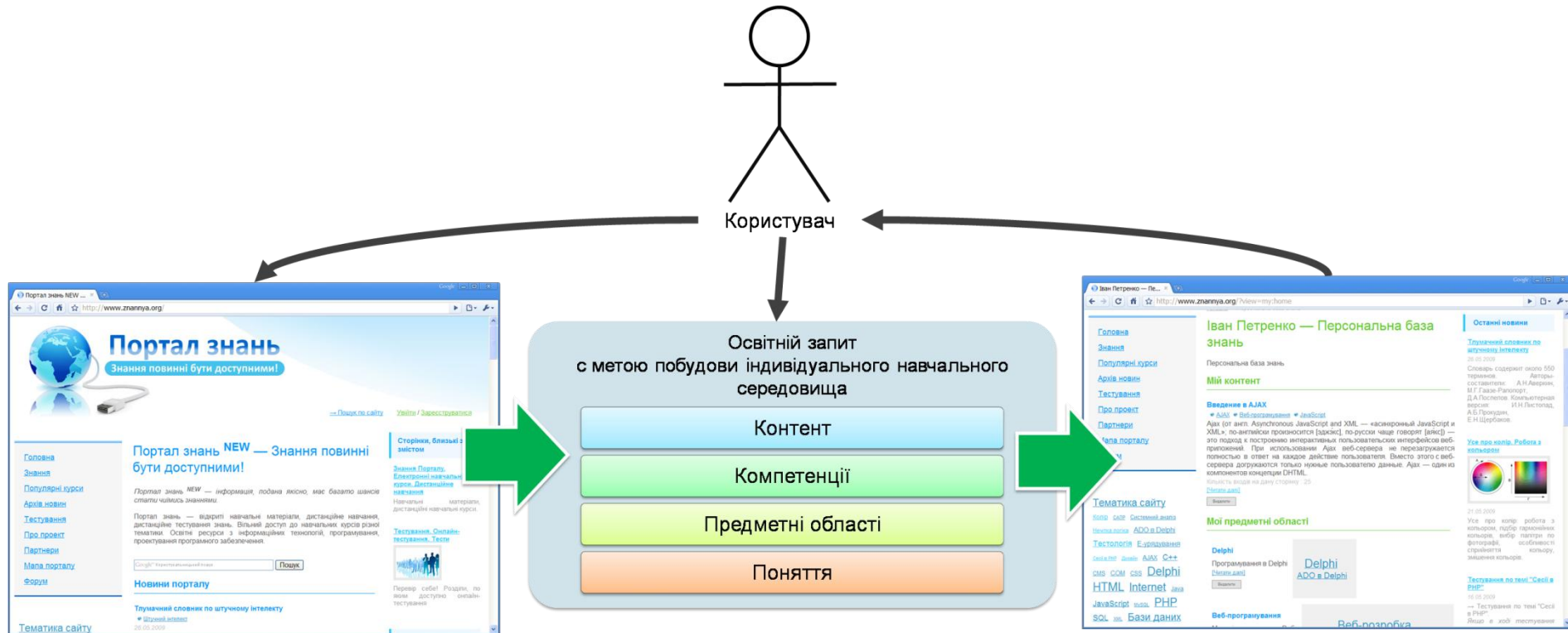
Фізична архітектура системи FreshKnowledge

Діаграма розгортання у нотації UML



Сценарій роботи системи

Побудова ІНС



Приклади роботи освітнього Web-порталу на базі FreshKnowledge

Редагування контенту (Tree-Net)

Управління сайтом: Портал знань, Портал знань, Дистанційне навчання

Контент | Інтернет-посилання | Внутрішній рейтинг | Обнулити лічильники... | Тематичні групи | Шаблони | Сутності | Встановити сутність | Коментарі | Користувачі | Концепти-тези | Поняття | Компетентності | Спеціалісти | Шаблони завдань | Результати тестування

Контент : default

На вершину

Усі записи поточного рівня Новий запис

... Усі записи

Видалити вибрані Увага! Усі дочірні елементи будуть також видалені!

	Код сторінки (англ.)	Підпис Уа	Текст Уа	№ в меню		
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	main	Портал знань — Знання повинні бути доступними...	Портал знань — інформація, подана якісно...	9999
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	knowledge	Знання Порталу. Електронні навчальні курси. Дистанційне навчання.	Навчальні матеріали, дистанційні навчальні курси.	100
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	courses-social	Курси за популярністю.	Курси за популярністю. Рейтинг будуватиметься на основі...	120
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	news	Архів новин.	Новини нашої освітньої системи	150
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	test	Тестування.	Перевірте себе! Розділи, по яким досту...	180
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	about	Про проект.	Портал знань має на меті подання різнопрдметних з...	200
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	friends	Наші партнери.	Нижче подано перелік наших партнерів. Якщо ви воло...	800
<input type="checkbox"/>	Дочірні елементи	Групи	sitemap	Мапа порталу.	Повний зміст Порталу знань	900

Тематика сайту

ADO в Delphi [сайт](#)

Тестологія [Системний](#)

[аналіз](#) [Сесія в PHP](#) [Дисайн](#) [Копіт](#)

[Економіка](#) [Математика](#)

[Нечітка логіка](#) [AJAX](#) [C++](#)

[CakePHP](#) [CMS](#) [COM](#) [CSS](#)

[Delphi](#) [HTML](#)

[Internet](#) [Java](#)

ІТ-формалізація (ІТМ)

Головна → CakePHP

CakePHP

Предметна область: [CakePHP](#) [Веб-програмування](#) [PHP](#)

CakePHP — Это бесплатный, имеющий открытые исходные коды, фреймворк для быстрой разработки приложений на PHP

CakePHP — Следует шаблону MVC (Модель-Отображение-Контроллер)

Похідні поняття

[Приховати / показати\]](#)

Основные запросы MVC в Cake:

```
graph LR
    Client((Клиент)) -- 1 --> Dispatcher[Диспетчер]
    Dispatcher -- 2 --> Controller[Контроллер]
    Controller -- 3 --> Model[(Модель)]
    Model -- 4 --> Controller
    Controller -- 5 --> Dispatcher
    Dispatcher -- 6 --> Client
```

Зв'язані поняття

[Приховати / показати\]](#)

MVC [...] → CakePHP → Основные запросы MVC в Cake [...]

→ Скраффолдинг [...]

→ Мапа поняття — Більше інформації про зв'язки цього

Поняття сторінки

CakePHP

MVC

Основные запросы MVC в Cake

Тези поточного поняття показано

Додати поняття Додати тезу

Поточне поняття

CakePHP

Редагування поняття

Поняття

CakePHP

Словформи

Cake

Клас поняття (Редагувати)

Технология

Важливість поняття

0

Зберегти Відмінити

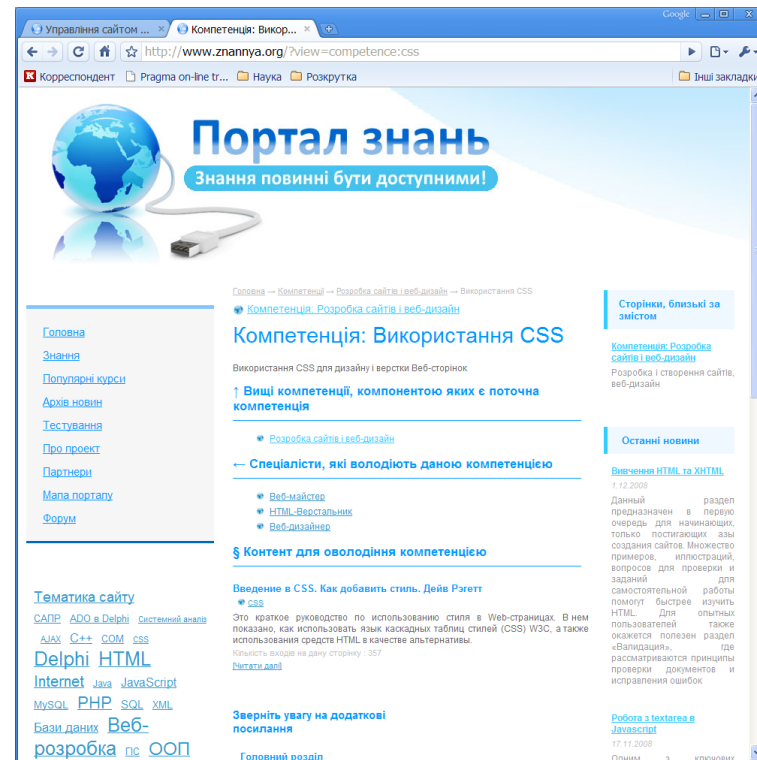
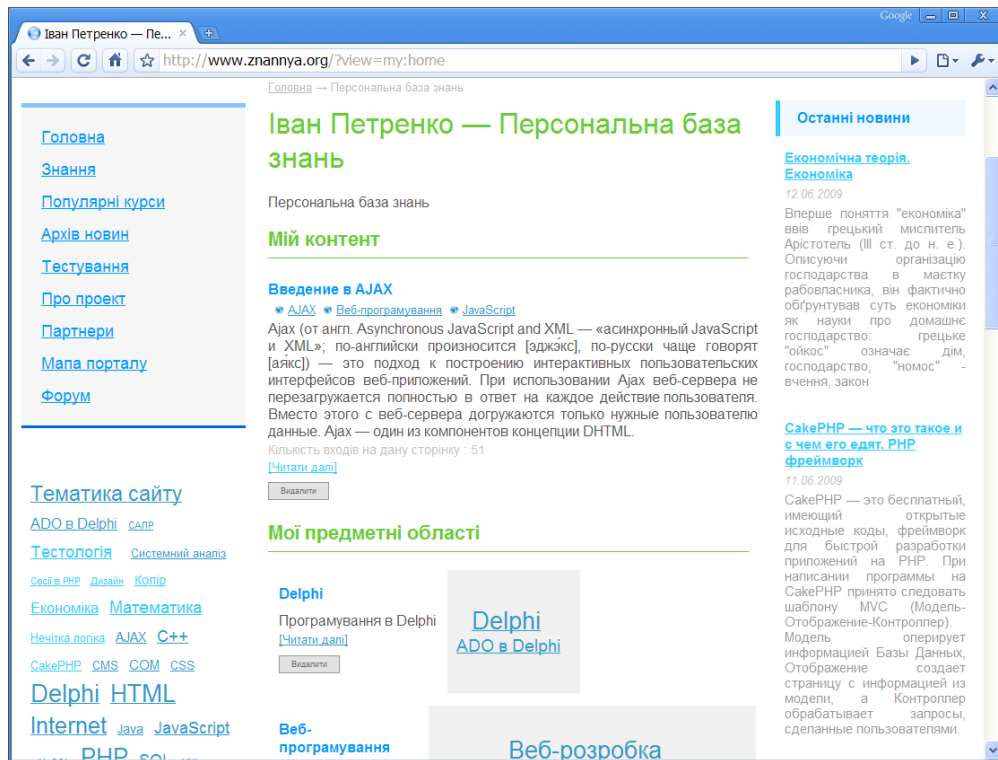
Видалити поняття і його тези

Тези поточного поняття з цієї сторінки

Приклади роботи освітнього Web-порталу на базі FreshKnowledge

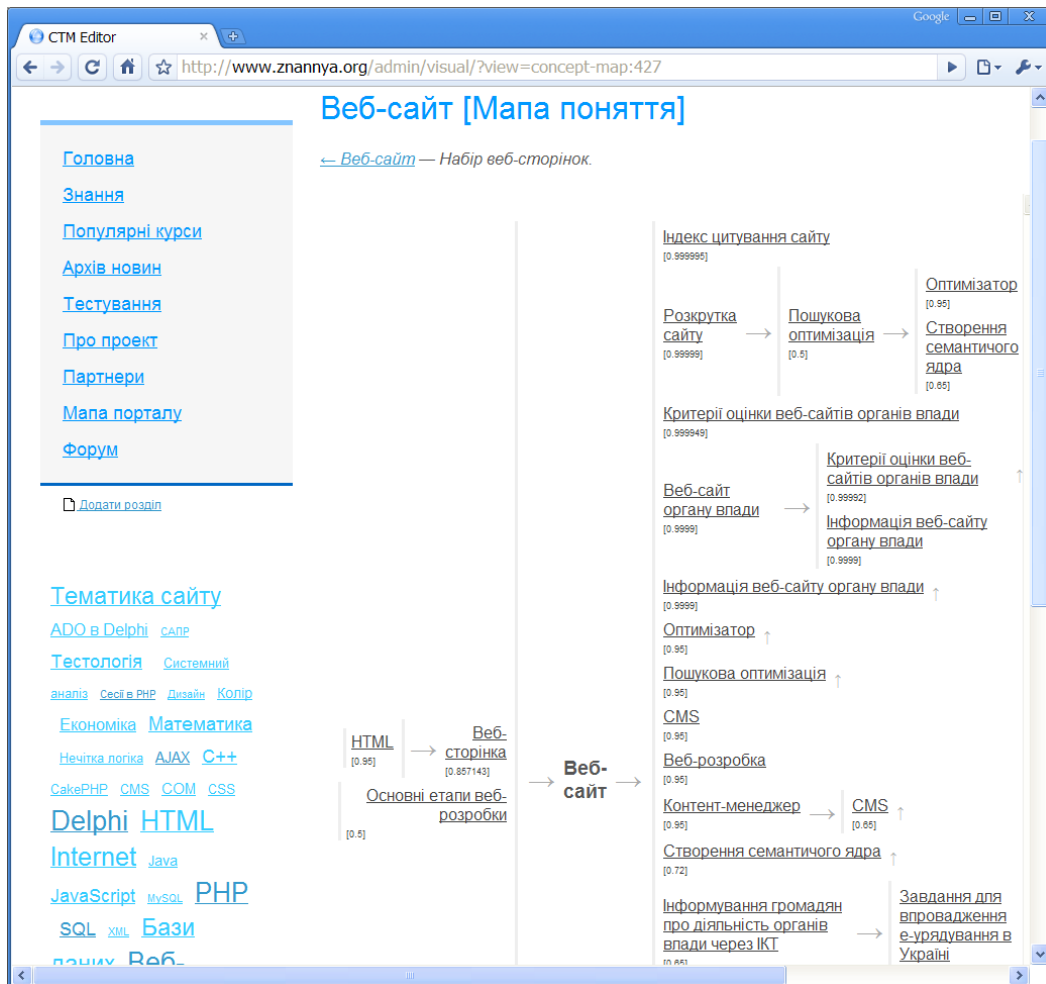
Індивідуальне навчальне середовище

Компетенції і їх зв'язок з контентом
(МПК)

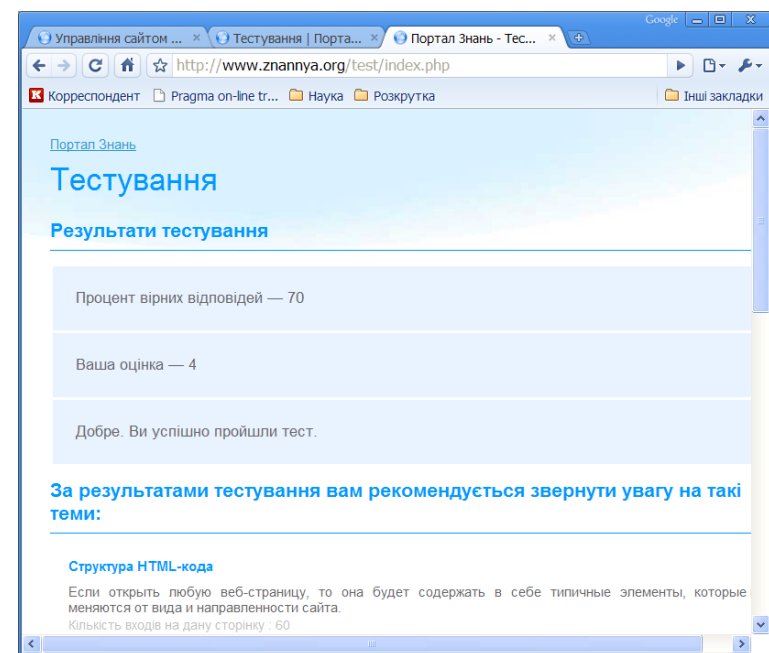
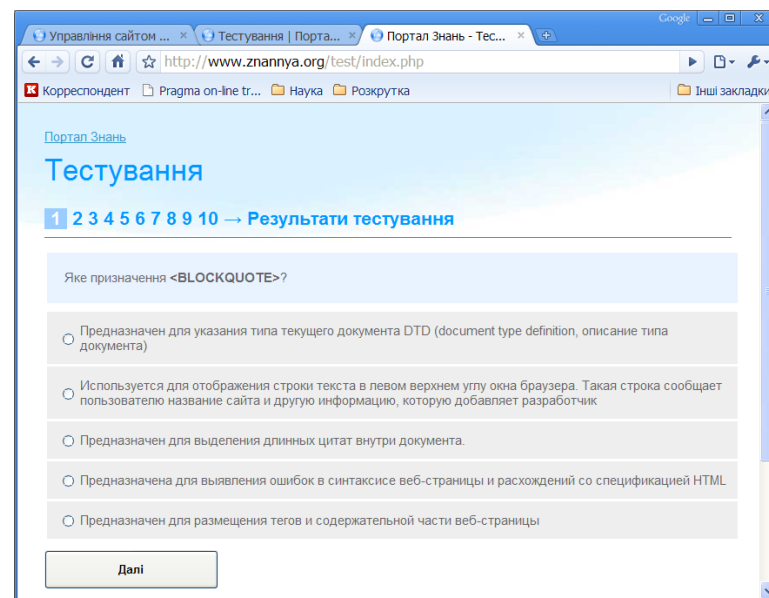


Приклади роботи освітнього Web-порталу на базі FreshKnowledge

Дидактико-семантична мапа



Генерація і аналіз тестів



Застосування технології FreshKnowledge для побудови освітніх і інформаційних Web-порталів

Подані моделі керування контентом на базі технології FreshKnowledge були впроваджені у ряді підприємств і установ різного характеру, серед яких державні і недержавні освітні установи, комерційні і громадські організації.

Серед іншого побудовано освітні портали:

1. Портал знань – відкритий український портал безперервного навчання:
www.znannya.org
 2. Науково-технічний портал з проблем дистанційного навчання: www.setlab.net
 3. Інформаційно-освітній портал Інституту розвитку християнського лідерства, представництва Міжнародного інституту “Vision” (США) в країнах Східної Європи: www.idcl.org.ua
 4. Портал кафедри АПЕПС НТУУ “КПІ”: aprodos.ntu-kpi.kiev.ua
 5. Інформаційний портал Міжнародної науково-методичної конференції «Викладання психолого-педагогічних дисциплін у технічному університеті: методологія, досвід, перспективи» 2007, кафедра ПП НТУУ «КПІ»:
www.pptu2007.org.ua
- і ряд інших Інтернет-ресурсів.

Висновки

1. У роботі здійснено **аналіз вимог безперервного навчання (БН) до навчальних систем**, проаналізовано методи, моделі і технології інтелектуальних систем навчання і можливості їх застосування у контексті БН. Показано, що сформульовані вимоги БН слід задовольняти на основі *семантичного моделювання навчального Web-контенту*, як засобу моделювання знань для системи безперервного навчання.

2. Розроблено **комплекс моделей керування навчальним Web-контентом** системи безперервного навчання, який відповідає і задовольняє сформульованим вимогам. Це виражається у наступних характеристиках системи, яка функціонує на основі запропонованих моделей:

- 1) система забезпечує зберігання **багатопредметних** навчальних ресурсів, підтримку **міждисциплінарних зв'язків** всередині навчального Web-контенту, **семантичне моделювання предметних областей**;
- 2) система забезпечує **моделювання професійних компетенцій** з метою подальшої індивідуалізації на цій основі навчального процесу і реалізації відповідності навчання професійним і кадровим потребам;
- 3) система надає можливості генерації **індивідуального навчального середовища** і містить функції автоматизованого контролю із елементами **генерації тестових завдань**.

3. У роботі розв'язано проблему **генерації індивідуального навчального середовища (ІНС)** для підтримки процесу безперервної освіти. Досягається це за рахунок організації процесу *керування знаннями*, метою якого є побудова знання-орієнтованого сховища навчальної інформації. На основі такого сховища через застосування *освітнього запиту* забезпечується побудова ІНС за допомогою розроблених методів.

Висновки

4. Розроблений комплекс моделей і реалізована на цій основі **інформаційна технологія** керування Web-контентом систем безперервного навчання дозволяє *підвищити ефективність безперервного навчального процесу на основі Web-технологій* в організаціях і установах різного характеру. Система рекомендується до *впровадження в навчальних установах і викладацьких колективах з метою побудови спільної навчально-інформаційної бази, що забезпечить дидактичне подання відповідної галузі знань*. Система рекомендується до *впровадження в комерційних і некомерційних установах з метою забезпечення процесу керування знаннями і підтримки корпоративного навчання на основі Web-технологій*.

5. Розроблена **понятійно-тезисна модель** формалізації смислу навчального контенту (ПТМ) є засобом для розв'язання широкого кола завдань: семантичне моделювання предметної області навчання, генерація дидактичної онтології, побудова дидактико-семантичних мап понять та семантичних конспектів, автоматизація побудови засобів контролю знань. *Подальші дослідження* щодо розвитку ПТМ серед іншого варто спрямувати на удосконалення технологій тестування та розширення кола типів тестових завдань, кластерний аналіз дидактичної онтології ПТМ та розширення дидактичних функцій семантичного конспекту.

6. Розроблена ієрархічно-мережева модель контенту **Tree-Net** комплексно вирішує сукупність задач пов'язаних з публікацією контенту і організацією навігації в інформаційно-насиченому Web-порталі. Структура моделі забезпечує *перехід від фізичного до семантичного способу керування контентом*, а також представляє методи визначення асоціативного контенту, спрощуючи доступ до релевантної для користувача інформації порталу. Структура і методи Tree-Net дають можливість застосовувати цю модель для керування знаннями в межах Web-порталу. *Подальші дослідження* щодо розвитку Tree-Net можуть бути спрямовані на розробку методів визначення дидактико-семантичних відношень між елементами контенту із використанням ПТМ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Гагарин 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 – К.:Знання України, 2005, стр. 608-619.
2. Титенко С.В., Гагарін О.О. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі. // Сборник трудов международной конференции «Интеллектуальный анализ информации-2006». – Київ: Просвіта, 2006. – С. 298-307.
3. Титенко С.В., Гагарін О.О. Практична реалізація технології автоматизації тестування на основі понятійно-тезисної моделі. Образование и виртуальность – 2006. Сборник научных трудов 10-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Др Киншука, В.В. Семенца.– Харьков-Ялта: УАДО, 2006.– С. 401-412.
4. Гагарін О.О., Гайдаржи В.І., Титенко С.В. Концептуальний підхід до подання знань в інтелектуальній освітній системі // Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. 11-13 грудня 2006 р., м. Луганськ. – Луганськ: Альма-матер, 2006. – С.17-19
5. Титенко С.В., Гагарін О.О., Гайдаржи В.І. Концепція гіпертекстового навчаючого середовища // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції (15-19 травня 2007 р., Київ). – К: НТУУ «КПІ», 2007. – с. 203.
6. Гагарін О.О., Титенко С.В. Проблеми створення гіпертекстового навчаючого середовища // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля №4 (110) 2007 Ч.2 - Луганськ 2007 - С. 6-15.
7. Титенко С.В., Гагарін О.О. FreshKnowledge – система управління навчальним Веб-контентом на семантичному рівні // VII міжнародная конференция «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2007», Киев, 15-18 мая 2007г. : Сб. тр./ Ред. кол. : С.В. Сирота (гл.ред.) и др. – К.: Просвіта, 2007. – С. 342-352
8. Gagarin A., Tytenko S. Complex model of educational hypermedia environment for ongoing learning // Образование и виртуальность – 2007. Сборник научных трудов 11-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Др Киншука и В.В. Семенца.– Харьков-Ялта: УАДО, 2007.– С. 140-145
9. Титенко С.В., Гагарін О.О. Формування навчального контенту на основі моделі даних Tree-Net // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції "Комп'ютерна математика в інженерії, науці та освіті" (CMSEE-2007), м. Полтава, 28-30 листопада 2007 р. - Полтава: Вид-во ПолНТУ, 2007 - 42с.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

10. Гагарін О.О., Титенко С.В. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2007. – № 6(56). – С. 37-48.
11. 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 міжнародная конференция «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2008», Киев, 14-17 мая 2008г. : Сб. тр./ Ред. кол. : С.В. Сирота (гл.ред.) и др. – К.: Просвіта, 2008. – С. 475-484.
12. Титенко С.В., Гагарін О.О. Ієрархічно-мережева модель управління освітнім контентом системи безперервного навчання // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції (20-24 травня 2008р., Київ). – К.: НТУУ «КПІ», 2008 – 258 с.
13. Титенко С.В. Комплекс моделей для побудови Web-системи безперервного навчання // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2008. – № 5(61). – С. 57-66.
14. Титенко С.В., Гагарін О.О. Модель навчального Web-контенту Tree-Net як основа для інтеграції керування знаннями і безперервним навчанням // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2009. — № 1. — С. 74–86.
15. Гагарін О.О., Титенко С.В. Моделювання професійних компетенцій у Web-системі безперервного навчання // Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції. 9-11 квітня 2009 р., м. Луганськ. – Луганськ: Альма-матер, 2009. – С. 128–130.
16. Титенко С.В., Гагарін О.О. Проблема моделювання знань в інтелектуальних навчальних Web-системах // IX міжнародная научная конференция имени Т.А. Таран «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009», Киев, 19-22 мая 2009 г.: сб. тр./ ред. кол.: С.В. Сирота (гл. ред.) и др. – К.: Просвіта, 2009. – С. 384-390.
17. Гагарін О.О., Титенко С.В., Каленюк С.О., Бордун О.Г. Агентно-орієнтовані технології у системах безперервного навчання // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції (26-30 травня 2009 р., Київ). – К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2009. – 476 с.
18. Гагарін О.О., Титенко С.В. Синтез моделей і технологій управління знаннями Web-систем безперервного навчання // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Том 1. – Херсон: ХНТУ, 2009 – С. 162-166.
19. Титенко, С. В. Генерація тестових завдань у системі дистанційного навчання на основі моделі формалізації дидактичного тексту / С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2009. – № 1(63). – С. 47–57.
20. Титенко, С. В. Генерація індивідуального навчального середовища на основі моделі професійних компетенцій у Web-системі безперервного навчання / С. В. Титенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2009. – №1 (131). Ч.2. – С. 267-273.
21. Титенко, С. В. Автоматизация построения образовательных Web-ресурсов для поддержки непрерывного обучения на примере портала знаний znannya.org / С. В. Титенко // Международная научно-практическая конференция «Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf09»: Сб. матер. Междунар. науч.-практич. конф. Минск, 8–10 июня 2009г. – Мн.: Институт математики НАН Беларуси, 2009. – С. 70-71.
22. Гагарин, А. А. Автоматизация построения информационных образовательных ресурсов для поддержки непрерывного обучения на примере портала znannya.org / А. А. Гагарин, С. В. Титенко // Образование и виртуальность – 2009. Сборник научных трудов 12-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования. Под общ. ред. В.А. Гребенюка и В.В. Семенца. – Харьков-Ялта: УАДО, 2009.– С. 109-119.