

ological and conceptual principles and the ways of their realization in practice.

Keywords: information technology, methodology, training, integration of learning content.

Література

1. Громов Є. В. Стан проблеми неперервної комп'ютерної підготовки студентів інформаційних технологій / Є. В. Громов, Т. В. Ящун // <http://library.uipa.kharkov.ua/images/data/zbirnik/21/Gromov.doc> 2008
2. Кубасов О. П. Формирование современного образовательного пространства на основе принципа интеграции (на примере вузов Министерства внутренних дел): автореф. дис. на соиск. ученой. степ. канд. пед. наук : спец. 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования» / О. П. Кубасов. — Казань, 2012. — 26 с.
3. Марусинець М. М. Професійна рефлексія майбутнього вчителя початкових класів: теорія і практика формування : монографія / М. М. Марусинець. — Умань : ПП Жовтий О.О., 2012. — 420 с.
4. Порев С. М. Питання методологічної підготовки в курсі основ наукових досліджень // Сучасні інформаційні технології та ін-

новаційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. — Вип. 14. — Вінниця: ДОВ Вінниця, 2007. — С. 46–51.

5. Чапаев Н. К. Структура и содержание теоретико-методологического обеспечения педагогической интеграции: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Чапаев Николай Кузьмич. — Екатеринбург, 1998. — 568 с.
6. Методологія наукової діяльності : навчальний посібник : видання 2-ге, допов. / за ред. проф. Д. В. Чернілевського. — Вінниця : Вид-во АМСКП, 2010. — 484 с.
7. Fan, M. The idea of integrated education: From the point of view of Whitehead's philosophy of education: Forum for Integrated Education and Educational Reform (sponsored by the Council for Global Integrative Education), Santa Cruz, CA. — 2004. October 28-30. [from <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/CGIE/fan.pdf>].
8. Jacinta A. Opara. Bajah's model and the teaching and learning of integrated science in Nigerian high school system / International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. — 2011. — Vol. 1, August, Special Issue.



УДК 378:004(07)

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДРУЧНИК — ПАРАДИГМА ФОРМУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗНАТЬ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Стрижак Олександр Євгенійович,

заступник директора з наукової роботи Національного центру «Мала академія наук України», доктор технічних наук, старший науковий співробітник, stryzhak@man.gov.ua.



Анотація. Описуються підходи й інструменти перетворення текстових підручників в інтерактивну систему знань. Основу такої системи становлять комп'ютерні онтології, які визначають зміст підручника як певну аксіоматичну предметну теорію. Визначаються такі інструменти як термінополе підручника, таксономія, редуктор множинних відношень між поняттями теорії, яка викладається у підручнику. Наводиться узагальнена схема формування онтологічної системи підручника.

Ключові слова: підручник, термінополе, контекст, множинність, онтологія, таксономія, редуктор, тезаурус, мережецентризм.

Основна задача освітньої системи — це формування компетентної, духовно розвинутої особистості. Одним з основних засобів здійснення цього процесу є підручник. Згідно визначення, яке дається у Вікіпедії [1] й інтерпретоване (осучаснене) нами — це навчальне видання у вигляді книги:

- яка містить наукові знання з певної навчальної дисципліни (предмета), викладені згідно цілей навчання, визначених програмою і викладених відповідно до вимог дидактики;
- створений із урахуванням вікових і соціальних потреб потенційних читачів (суб'єктів навчання).

Нині у школах України здебільшого використовуються класичні друковані підручники, які можна характеризувати так:

- визначення (означення) понять подаються множиною контекстів, що розкривають їх зміст і забезпечують аксіоматику й інтерпретування (у межах семантики певної галузі знань);
- зміст навчання подається у формі множин тверджень, теорем, висловлювань щодо предметних явищ, фактів та подій (які є об'єктами вивчення) з описом прикладів процедур доведення їх істинності або хибності;
- виклад має, зазвичай, лінійну впорядкованість подання понять, що вивчаються;

- розташування елементів множини контекстів (атомарних висловів) кожного поняття є контекстно обумовленим;
- реалізовано семантико-логічну підтримку процесів послідовного переходу від контексту до контексту у процесі опанування змісту;
- спостерігається неповнота посилань на інші джерела знань;
- слабка динамічність включення посилань на новітні джерела знань тощо.

З поданого опису зрозуміло, що кожен підручник відображає певний обсяг тематичних знань, поданих інформаційними описами у вигляді природно-мовних конструкцій [2, 3, 4], які відображають висловлення, судження та твердження щодо певних фактів предметно-тематичного профілю. Факти зв'язуються між собою множинами відношень і також можуть характеризуватися певними властивостями. Здебільшого всі навчальні матеріали, а особливо книжкові, подаються на основі використання авторами наукового стилю, який із самого початку розрахований на передавання певних відомостей або пояснення будь-яких фактів з наукової точки зору. У ньому використовуються різноманітні терміни й професійна лексика. Цей стиль характерний для освітньої та наукової літератури і відображається множиною наукових повідомлень. Сфера використання цього стилю — освіта й наука, наукові публікації; ад-

ресатами текстових повідомлень можуть бути учні, вчителі, вчені, майбутні фахівці, взагалі будь-яка людина, що цікавиться тією чи іншою науковою сферою; авторами ж текстів даного стилю є вчені, фахівці певної галузі. Освіта як суспільно обумовлений процес є кінцевою метою використання такого стилю, який забезпечує використання описів природничих та соціальних законів, виявлення та викладання закономірностей між ними, визначення проблемних завдань і підтримку операціональності в навчальній діяльності учнів [5, 6]. Виходячи зі сказаного, можна дійти висновку, що підручник має бути якісним джерелом тематичної інформації, забезпечувати учневі можливість подальшого її засвоєння шляхом використання інших джерел, більш змістовних та об'ємних за змістом.

Кожний підручник за змістом відображає понятійну систему певної теорії (понятійної системи) [7]. Методичне завдання, яке визначається щодо його використання у навчально-пізнавальному процесі — засвоєння цієї понятійної системи, її аксіоматики, правил, синтаксичних і морфологічних основ теорії, що вивчається. Це забезпечує формування операціонального простору діяльності учнів, у якому вони спроможні компетентно взаємодіяти з усіма учасниками навчального процесу, знаходячись на різних етапах його розвитку.

Понятійні системи, які вивчають учні, стають для них знаннево-функціональним ядром операціональності, яка й складає їх навчально-пізнавальний діяльнісний простір. Здатність інтегровано використовувати своє знаннево-функціональне ядро, яке формується у будь-якої особистості протягом усього життя, визначає рівні її компетентності й освіченості.

Інформаційні процеси, які нині розвиваються у суспільстві, породжують виникнення нових вимог до функціональних властивостей підручника, однією з головних є інтерактивність та інтеоперабельність. Виникає необхідність розширити функціональність підручника засобами інформаційних технологій, які спроможні забезпечити інтерактивність його змісту, та інтеоперабельне інтегроване використання інфо-

рмаційних середовищ, ресурсів та мережних інформаційних систем. Тут категорія інтегрованості змісту підручника однозначно визначає наявність інструментів пошуку (терміну, атомарного знання, вислову), категоризації, класифікації та визначення його тематичної еквівалентності зовнішнім (мережним) інформаційним ресурсам.

Відразу зробимо суттєве з методичної точки зору застереження — попри використання у навчально-пізнавальному процесі школи сучасних інтерактивних засобів його підтримки, ми також комплексно розглядаємо спільне використання друкованих підручників та ІТ-засобів, в основі яких лежить знаннево-орієнтований підхід, за рахунок чого вони спроможні забезпечити ефективне інтеоперабельне використання змістового наповнення контентом підручника при взаємодії з мережоцентричним інформаційним середовищем [8]. Узагальнену схему визначення вимог щодо взаємодії учнів у сучасному інформаційному середовищі подано на рис. 1.

Онтологія як категорія відображення теоретичних положень змісту підручника

Зміст друкованого підручника формується на основі інтеграції інформаційних масивів і ресурсів, які описують відповідні тематики навчальної дисципліни, відображає основні й допоміжні терміни і поняття і відповідні їх властивості та взаємозв'язки. Можна стверджувати, що зміст підручника породжується не пустою множиною взаємопов'язаних дефініцій термінів, що визначають імена концептів предметної дисципліни, що вивчається. Таку множину термінів ми визначатимемо як **термінополе** підручника [3, 9, 10]. Усі елементи термінополя строго впорядковані й утворюють текст підручника.

Це створює певні труднощі щодо підтримки взаємодії учня з друкованим підручником, тому що він фактично вивчає контексти, які визначають властивості та взаємозв'язки між поняттями, що викладаються. Але за структурою друкованого підручника ці контексти розпоршені по змісту й виникають певні

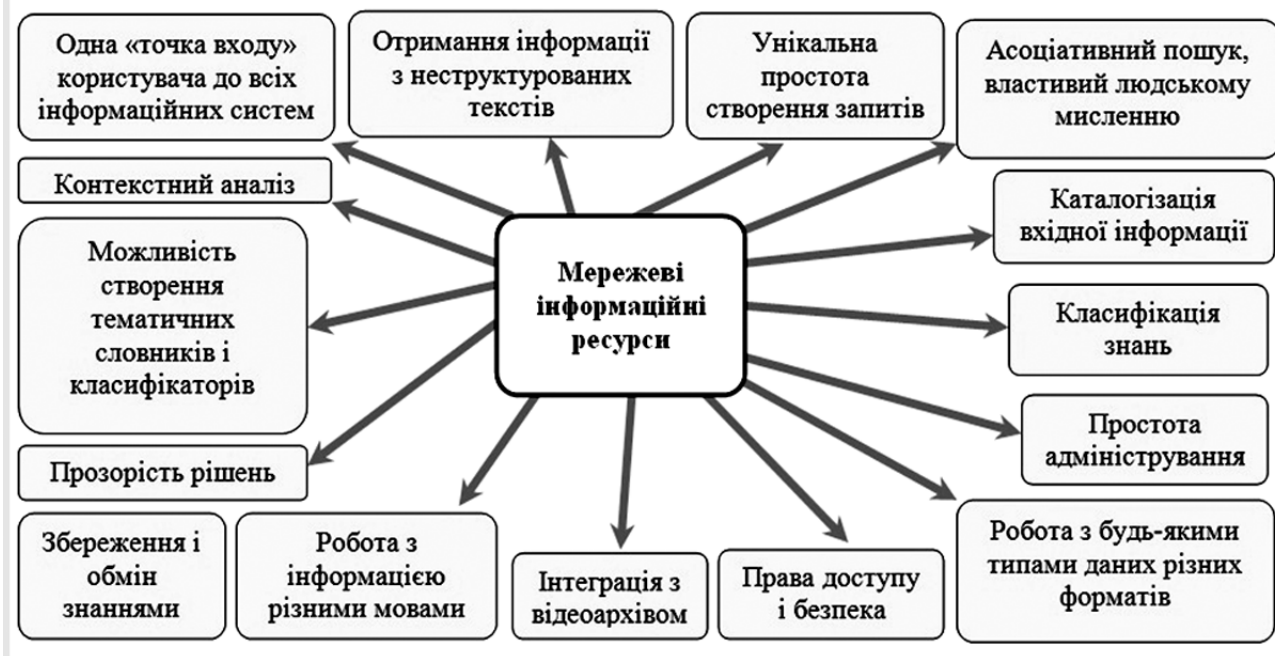


Рис. 1. Узагальнена схема визначення вимог змісту підручників

проблеми щодо їх оперативного використання, особливо при розв'язанні прикладних завдань.

Ще одним недоліком друкованого підручника є практична відсутність контекстної інтеграції [3] з іншими підручниками та інформаційно-навчальними матеріалами. Первинним для учня в цьому випадку є дія знаходження поняття, яке входить до термінополя, а потім складні пошуки цього поняття у термінополі інших підручників чи навчально-методичних матеріалах та інших тематичних джерелах.

Одним з технологічних підходів вирішення вказаних проблем, є формування інформаційно-методичної бази, яка забезпечує весь навчальний процес змістом на основі методів онтологічного моделювання підручника та інформаційних процесів, що вивчаються. Такий підхід забезпечує визначення умов створення інформаційно-навчального середовища у вигляді взаємодіючих між собою інтерактивних мережецентричних [8] баз знань.

Ми вже говорили, що основу інформаційної бази навчального процесу нормативно становлять навчальні плани (таймінг навчання), навчальні програми (зміст і результати навчання) та бібліотечні ресурси. На сьогодні ці ресурси можуть бути подані у форматі електронних образів, створених за певними стандартами. Кожен такий електронний образ відображає певний обсяг тематичних знань. Ці знання, представлені у вигляді інформаційних описів у вигляді природно-мовних конструкцій [4], відображають судження, висловлювання та твердження про певні. Факти зв'язуються між собою деякими відношеннями і також можуть характеризуватися певними властивостями [7, 11].

Здебільшого всі навчальні матеріали, а особливо книжкові, подано науковим стилем, який із самого початку розрахований на передавання певних відомостей або пояснення будь-яких фактів з науково-методичної точки зору. Сфера використання цього стилю — освіта і наука, наукові та науково-методичні видання, дидактичні матеріали тощо [10]. Основна функція зазначеного стилю викладу —повідомлення інформації, а також доведення її правдивості. Для нього характерна наявність малих термінів, загальнонаукових слів, абстрактної лексики, у ньому переважає іменник, чимало абстрактних і речовинних іменників. Судження мають вигляд конкретних висловлювань і тверджень і визначають набори дій, які можуть бути застосовні в процесі виконання конкретних предметно-тематичних завдань.

Виокремлення на основі системи знань, яку описано й подано в книзі, цільового набору (послідовності, сукупності) дій, можливо на основі застосування до її природно-мовного тексту процедури структуризації [2, 3, 4]. Для цього виконується перетворення книжкового тексту для його подання не у звичному вигляді послідовного і за стилем узгодженого викладу, а у формі сукупності конкретних висловлювань і тверджень, представлених певними контекстами [3, 9]. Конкретні предметні висловлювання/твердження, що мають тематичну спрямованість, являють собою певну пасивну базу знань [2, 3].

Перетворення пасивної бази знань, поданої у вигляді викладених у книзі інформаційних описів, в активну систему можливо на основі перетворення цих описів у певні термінополя [9, 10], де конкретні поняття стають концептами предметної галузі [2, 3, 4]. Зазначені концепти складають певні твердження, які визначають конкретні дії та результати цих дій. Безпо-

середньо самі твердження будуються на основі використання семантики концептів і тих відношень, які ці концепти зв'язують певним змістом.

Множини висловлювань/тверджень, сформовані на основі тематичних концептів, утворюють певну категорію [12], об'єкти якої мають морфізм для кожної пари «висловлювання-твердження». Надалі розглядатимемо морфізми, які перетворюють висловлювання, подані в тексті книги, на твердження, які є істинними для описуваних фактів.

Відзначимо, що важко розділити поняття «висловлювання» і «твердження», вони практично еквівалентні. Такий поділ є досить штучним і має конструктивний характер в термінах теорії нормальних систем [11], де висловлювання визначає набір вихідних (пасивних даних), а твердження дозволяють виділити і визначити конкретні активні дії. Тобто ми формуємо множини висловлювань конкретного тематичного характеру, відображаємо ці висловлювання у формі тверджень, перефразовуючи їх в позитивну форму [7].

Така стверджувальна форма допоможе сформулювати певну гіпотезу, яка на основі значення конкретних фактів, що представляють прояви конкретних явищ, може підтвердитися або виявитися неспроможною [4, 7].

Сформулюємо для висловлювань і тверджень таке правило:

- а) вислів/твердження вважається придатним, якщо існують умови, що визначають його істинність;
- б) вислів/твердження вважається непридатним, якщо не існує умов, що визначають його істинність.

Розглянемо визначення комп'ютерної онтології, викладене в роботах Н. Гуаріно і Н. Грубера [13, 14], де онтології розглядаються як специфікація концептуалізації. В онтологію також включаються і системи обмежень, які можуть бути накладені на відношення в рамках тематики предметної галузі й виражаються у вигляді певної множини аксіом, що задається на основі понять-концептів та відношень між ними. На цих підставах ми можемо розглядати онтологію як концептуально визначену і задану систему знань.

Онтологію, як певну категорію розвитку та реалізації інформаційних технологій, будемо розуміти і формулювати на основі визначення, даного в роботах [2, 3, 4, 11, 13, 14]:

- ієрархічна структура кінцевої множини понять — концептів, що описують задану тематику предметної дисципліни, що вивчається;
- структурно онтологія може бути представлена у вигляді онтографа, вершинами якого є поняття, а дугами — семантичні відношення між ними;
- поняття-концепти і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої тематики предметної дисципліни, що вивчається;
- визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень (правил) їх сфери дії;
- існує засіб формального опису онтологічного графа (онтографа);
- функції інтерпретації й аксіоми можуть бути описані в нотації формальної теорії.

Отже, онтологія охоплює більш широку сферу, ніж просто деталізований набір понять. Онтологія є відображенням певної теорії й може бути представлена як активна система знань, яка включає в себе множини об'єктів, що пов'язані з описами, а також формальні аксіоми, які обмежують інтерпретацію і спільне вжи-

вання цих термінів. Тобто онтологію можна розглядати як певну експліцитну концептуалізацію логічної теорії, деякого числення зі своїми правилами. Ця теорія дозволяє систематизувати категорії дійсності як такі, що в тому числі виражаються мовою значень [2, 4, 7], та викладені у змісті підручника.

Інструменти формування онтологічної системи підручника

Комплексний підхід до створення підручника, який має знаннево-орієнтовані інструменти підтримки взаємодії на основі обробки та використання його змісту, потребує певного конструктивізму. Для цього треба визначити необхідні інструменти, які за своїми властивостями повномасштабно спроможні забезпечити вимоги щодо інтерактивності, інтегрованості та інтерооперабельності контенту, який визначає зміст довільного підручника.

На початку статті було сказано, що первинно підручник має містити й відображати понятійну систему знань (наукову модель знань), на основі якої сформована педагогічна модель знань. Однак зрозуміло, що усі елементи понятійної системи подані певними поняттями, які можна умовно поділити на прості та складні. Прості є іменами конкретних об'єктів й їх ознакою є те, що вони не можуть бути розкладені на більш прості об'єкти. Складні фактично представляють різні композиції з простих об'єктів й можуть бути представлені певною фразою з кількох слів, чи мати певне ім'я, яке представляє категорію чи клас об'єктів [3, 15]. Надалі усі елементи понятійної системи будьмо називати концептами та позначати літерою x , а множину концептів позначатимемо великою літерою X .

Усі поняття-концепти предметної галузі, яка відображається у підручнику, зазвичай формуються у вигляді глосарію [9, 10]. Але головну роль у будь-якому текстовому документі, а особливо в підручнику, є контексти, які визначають властивості r та функціональність f понять-концептів, що складають його понятійну систему. Концепти, які мають визначення у вигляді певних множин контекстів, надалі визначатимемо як термінополе підручника та позначатимемо T . Строго під термінополем T розумітимемо множину взаємопов'язаних дефініцій (концептів) концептів (термінів), що описують та визначають зміст певної предметної дисципліни, яка відображає у підручнику положення певної теорії Th .

Фактично термінополе T визначає понятійну основу взаємодії учнів з інформаційним середовищем підручника та з іншими учасниками навчально-пізнавального процесу у вивченні положень теорії Th , які викладено. Тоді множина взаємозв'язків концептів може бути задана множиною властивостей — R , які їх визначають та існують між ними. Усі ці властивості та їх функціональність визначаються у контекстах концептів, ці контексти викладаються у підручнику в досить строгому лінійному впорядкуванні [7, 11].

Отже, множини концептів, відношень між концептами, відповідні інтерпретуючі функції теорії, яка визначає базові положення предметної дисципліни — X, R, F та Th — є певними інструментами формування термінополя підручника, що включає понятійну систему теорії, що викладається. Вказані множини утворюють певну концептуальну схему предметної дисципліни й конструктивно визначають онтологічну систему підручника — O_{tb} , яка є відображенням певної теорії Th [2, 4, 7]:

$$O_{tb} = (X, R, F, A_{Th}), \quad (1)$$

де: $F = X \otimes R$, A_{Th} — базові аксіоми теорії Th , положення якої викладаються у підручнику; індекс tb є скороченням слова *textbook*.

Як бачимо з визначення онтологічної системи, дуже важливу роль відіграє множина властивостей та відношень R , елементи якої практично беруть участь в усіх утворюючих процесах онтологічної системи. Більш того, якщо зіставити навчальні програми та підручники, то виявляється, що однією з головних цілей навчально-пізнавального процесу є засвоєння учнями властивостей понять, які викладено у підручниках, та формування навичок їх використання на функціональному рівні, тобто у виконанні прикладних завдань. Тобто включення до операціонального простору [5, 6], який визначає можливі дії учнів, предметних функцій онтологічної системи підручника, задає напрямок вивчення його теоретичних та практичних положень, і тим самим — формування в учнів предметних компетентностей [16]. Саме ці функції є якісним відображенням властивостей концептів, які викладаються у підручнику. Тоді згідно [3, 11, 14], онтологічна система виду $O_{tb}(1)$ є якісною складною моделлю, яка відображає усі стани взаємодії концептів теорії Th , положення якої викладаються у підручнику у вигляді певної множинної часткової впорядкованості концептів цих концептів [3, 11].

Цю множинну впорядкованість визначимо як гіпервідношення G [11], яке відображає взаємозв'язки між контекстами концептів онтологічної системи підручника. Усі ці взаємозв'язки можна подати простою моделлю бінарних відношень виду «об'єкт–об'єкт», «група об'єктів–об'єкт» та «група об'єктів–група об'єктів» [11, 17]. Однак множина цих бінарних відношень частково впорядкована, та ще й має множинні властивості [3, 11]. Відношення між контекстами, які складають зміст підручника, розглядатимемо як гіпервідношення G виду — $Y \circ G \circ x$, де Y — множина всіх можливих множин концептів X термінополя T онтологічної системи O_{tb} , а x — один з концептів цієї множини. Категорія множинності в даному випадку визначає наявність рівнозв'язаних альтернатив активізації взаємозв'язків між контекстами з використанням їх учнями в процесі вирішення проблемних завдань і задач.

Гіпервідношення G як множина множинних бінарних відношень між контекстами концептів термінополя підручника задає процедуру формування множини таксономій T , які визначають різні рівні ієрархій, існуючих між усіма концептами термінополя підручника, за умови, що вони мають відповідні контексти. Зрозуміло, що вказану множину бінарних відношень «об'єкт–об'єкт», «група об'єктів–об'єкт» та «група об'єктів–група об'єктів», подано у множинному гіпервідношенні G . Тобто довільна множина всіх таксономій T онтологічної системи O_{tb} може бути подана у вигляді:

$$T = Y \circ G \circ x. \quad (2)$$

Зазначена модель бінарних відношень вигляду (2) задає відношення множинної ациклічності γ та множинної часткової впорядкованості \tilde{p} для всіх концептів і їх можливих множин у структурі таксономічних категорій онтологічної системи підручника O_{tb} . Ці два відношення забезпечують виводимість відношення лінійної впорядкованості p , яке визначає послідовність відображення контекстів й тим самим використання концептів термінополя підручника. Формуючи з деяких концептів певну таксономію на основі

застосування множинних бінарних відношень ациклічності і часткового порядку дозволяють формувати із загальних концептів онтологічної системи множинну таксономію, на підставі яких будуються твердження, які описують функціональні дії, що можуть бути застосовні учнями у процесі своєї навчально-пізнавальної діяльності. Ці твердження створюються на основі використання пари концептів, які зв'язані відповідним множинним відношенням. Відмітимо також, що ці твердження є тавтологіями за умови, що з концептів таксономії, які формують вказані твердження, може бути утворено множинну з відношенням лінійного порядку.

Відношення лінійної впорядкованості p на основі використання положень теореми Шпілльрайна [7, 11] виводимо з відношення ациклічності:

$$x_i^j \gamma x_i^k \xrightarrow{\alpha} x_i^j p x_i^k. \quad (4)$$

Також воно виводиться з відношення часткового порядку:

$$x_i^j \tilde{p} x_i^k \xrightarrow{\alpha} x_i^j p x_i^k. \quad (5)$$

Так для довільної онтологічної системи O_{tb} виду (1) завжди існує певна непорожня множина істинних висловлювань, яка утворюється концептами цієї онтології за умови, що ці концепти впорядковані між собою множинними бінарними відношеннями виду:

$$r^m(x_i^j, x_i^k | x_i^j \in X_i; x_i^k \in X_i; r^m \in R \neq \emptyset, \quad (6)$$

які задаються множинним гіпервідношенням G , що представлено, згідно семантики виразу (2), множинними бінарними впорядкованостями ациклічності, часткової та лінійної впорядкованості, і які задано над концептами множини таксономії T онтологічної системи підручника O_{tb} .

Більш того вираз (2) — $T = Y \circ G \circ X$, який у загальному вигляді представляє процес формування таксономії, яка структурно відображає змістовну частину підручника, при заміні в його правій частині множини концептів X на змінну x , яка визначає тільки один його концепт, має вигляд $Y \circ G \circ x$, що дозволяє визначити вираз (2), як певний редуктор [18] для множини концептів термінополя T . Формально це можна подати виразом:

$$T = Y \circ G \circ X \Rightarrow (Y \circ G \circ x_1, Y \circ G \circ x_2, Y \circ G \circ x_i | 1 \leq i \leq \text{card}(T)). \quad (7)$$

Фактично ми вираз (2) на основі застосування до його складових редукції виду (7), відображаємо у вигляді частково впорядкованої послідовності виразів виду (4) – (6), і за рахунок цього отримуємо множини частково впорядкованих пар концептів

$$\{(x_i; x_j) | 1 \leq i \leq \text{card}(T)\},$$

які й створюють таксономію для змістової частини підручника.

Відзначимо також, що до складу концептів, які зв'язуються між собою гіпервідношенням G у тілі редуктора (7), входять такі, які визначають контексти самих концептів у термінополі T . Тобто редуктор, крім встановлення бінарних відношень множинної часткової впорядкованості між концептами, також встановлює вказані відношення між їх контекстами. Ця властивість редуктора (7) як раз і забезпечує множинність відображення послідовності викладання змісту у онтологічному посібнику. Завжди можна знайти непорожню множину концептів онтологічної системи підручника, де існує хоча б один з типів відношень упорядкованості виду (4) – (7), і концепти, пов'язані таким відношенням, можуть утворювати істин-

ні висловлювання. Таким чином, ці умови задають індуктивність процесу формування множин концептів, між якими встановлюються гіпервідношення G , і фактично конструюється таксономія та/або таксономічна категорія. Індуктивність процесу формування таксономії T задається послідовністю застосування редуктора (7) до множини концептів підручника, як певної онтологічної системи O_{tb} .

Перехід від декларативності онтологічної системи до імперативності її концептів та їх композицій визначає характер навчально-пізнавальної діяльності учнів у єдиному навчально-інформаційному середовищі. Імперативне представлення забезпечує формування його операціональності, яке може бути представлена у вигляді системи {дія \rightarrow результати} [3, 5, 6, 11]. Вказаний тип системи визначається як натуральний — S_{nat} [11]. Будь-яка натуральна система може бути представлена за умови існування непустої множини можливих наборів дій — F [11]. Множина F тут включає функції інтерпретації, які визначають онтологічну систему підручника — O_{tb} .

Виходячи з визначень онтологічної та натуральної систем, та семантики виразів (1) і (2), можемо стверджувати, що для онтологічної системи підручника O_{tb} завжди можна знайти набір дій $F_k \subset F$ таких, що завжди існує хоча б одне непусте $f^i \in F_k$ таке, що існує також набір концептів X_j , для яких $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$. Тобто для елементів множини концептів X завжди знайдеться відповідний непустий набір дій з множини F .

Згідно [7, 11] такі множини можуть бути замкнуті, або відкриті. Надалі ми будемо розглядати відкриті множини дій, тому що для кожної множини властивостей R у натуральній системі можливе визначення більш нового концепту для множини X такого, що існує додаткова властивість r' , яка забезпечує виконання правила $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$. Такий набір дій ми будемо визначати далі як узгоджений [11].

Зазначимо також, що, якщо всі непусті декартові добутки множин X і R , онтологічної системи підручника O_{tb} , утворюють певну підмножину дій $F_i \subset F$, які можуть бути представлені у вигляді певних тверджень, то на множині дій F можливо задати певну множину висловлювань, яка також утворює натуральну систему. Конструктивним у визначенні натуральної системи S_{nat} є той факт, що усі ці множини утворюють певну онтологію виду (1) [2–4, 13, 14].

У множині таксономії T , що утворена на основі множин концептів і множинної бінарної гіпервластивості, завжди, можна виокремити непорожню підмножину таксономії $T' \subset T$. Ця підмножина таксономії є спільною як для натуральної системи S_{nat} , так і для онтології O_{tb} і зберігає бінарні відношення. Тоді завжди можна знайти непорожню множину відображень \bar{G} , що опише натуральну систему S_{nat} як онтологію O_{tb} . При заданих умовах формування множини таксономії T' можна знайти множину зворотних відображень \bar{G}^1 , що переводять опис онтології O_n в опис натуральної системи S_{nat} :

$$\bar{G} : S_{nat} \Rightarrow O_{tb}; \quad (8)$$

$$\bar{G}^1 : O_{tb} \Rightarrow S_{nat}. \quad (9)$$

Таку взаємодію між натуральними системами і онтологіями будемо називати двоїстою.

Конструктивність представлених положень двоїстості, що описують взаємодію таких категорій як натуральна система і онтологія, полягає в тому, що ми можемо завжди побудувати впорядковану послідовність відображень між множинами, що складають S_{nat} і O_{tb} . При цьому поняття **дія** і **результат**, описувані в термінах концептів цих категорій, можуть бути виражені у вигляді впорядкованої послідовності тавтологій. Тобто застосування до множини концептів онтології O_{tb} , над якими задані бінарні відношення виду (3)–(5), будь-якого погодженого правила з множини дій F типу $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$ дозволяє для довільної натуральної системи S_{nat} завжди визначити непорожню множину тавтологій, що може бути розширена новою тавтологією. Таким чином, при використанні онтологій у процесі формування лінійно-впорядкованих таксономій, можна виконувати підстановку множин висловлювань, які задаються на множині концептів натуральної системи у вигляді тавтологій. Тоді при застосуванні правила двоїстості відображення (6) онтологічної системи (1) до натуральної визначаються умови формування послідовності виконання навчально-пізнавальних дій учнів, які формулюються у вигляді послідовності тавтологій, що утворюються з концептів понятійної системи підручника.

Слід звернути увагу на те, що в процесі формування онтологічної системи підручника O_{tb} , семантичну основу якої складають термінополе T , таксономія T та гіпервідношення множинної часткової впорядкованості G , усі її концепти поділяються на класи K за визначеними відношеннями між собою та властивостями, які їх визначають [15]. Усі ці відношення та властивості й складають множину відношень між концептами — R , яка утворює онтологічну систему підручника — O_{tb} . Значена множина відношень визначає певні функції онтологічної системи підручника, що інтерпретують множину дій, які можуть бути застосовані до концептів як об'єктів певної теорії [7].

Фактично таксономія онтологічного підручника формується на основі множини класів, на які можна розбити його термінополе. Кожен такий клас є підмножиною концептів онтологічної системи, які мають певну спільну властивість. Попри це, ім'я кожного класу є складним концептом онтологічної системи. Тоді згідно визначення онтології (1) та спільної властивості, за якою концепти об'єднуються у певні класи, можна визначити їх функціональність — $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$. Зрозуміло, що ці підмножини класів можуть мати непустий перетин, тому що певні концепти можуть бути елементами різних класів термінополя, що визначається множинністю гіпервластивості G термінополя онтологічної системи підручника.

Безпосередньо процес формування онтологічної системи підручника включає до себе такі дії:

- визначення термінополя T на основі контент-аналізу усього змісту підручника, як пасивної системи знань;
- формування множини таксономій T на основі формування множинних бінарних відношень між концептами термінополя на основі застосування редукції гіпервідношення G , яке задає множинну

часткову впорядкованість усіх понять-концептів, що визначають його контент за змістом;

- визначення множин функцій виду $f^i(x_1, \dots, x_n, x_{n+1}) \in F_k$, інтерпретуючих усі можливі дії концептів онтології, які представлені у множині класів термінополя K ;
- визначення натуральної системи S_{nat} , яка відповідає умовам двоїстості (8) і (9) щодо онтології O_{tb} , як імперативну систему, у середовищі якої забезпечується операціональність навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Отже, онтологічна система підручника є формальною специфікацією концептуалізації контенту та навчально-прикладних задач, яка має місце у контексті теорії предметної дисципліни, що вивчається та досліджується учнями. Наразі під концептуалізацією розумітимемо, попри збір понять, також всю інформацію, що стосується цих понять — властивості, відношення, обмеження і твердження про поняття, які необхідні для опису і рішення задач управління знаннями в ході підтримки навчально-пізнавальної діяльності учнів. Основу таксономії онтологічної системи, як певної множини об'єктів, які створюють певну групу на основі ієрархічних відношень, складає категорія об'єктно-орієнтованого класу. Редукція онтологічної системи виду (7), яка реалізується у вигляді бінарного оператора її натуральної системи на основі множинних відношень таксономії, забезпечує інтерактивну інтеграцію змісту підручника з іншими інформаційними ресурсами, включаючи як мережеві інформаційні системи, так й просто текстові документи.

Множинність онтологічних станів відображення змістовності підручника

На основі універсальності певних властивостей онтології можна зробити такий висновок: усі семантичні утворення формованого типу онтологічної моделі можна представити у вигляді множини істинних висловлювань і/або тверджень, що зв'язують концепти онтології. При цьому всі ці твердження можуть мати тривіальний вид, тобто бути представленими тільки двома пов'язаними концептами. Дане твердження також підкреслює рекурсивність властивостей онтології, тобто будь-який концепт може мати складну структуру, яку завжди можна розкласти на складові тривіальні твердження.

Рекурсивність [7, 18] представлення семантичних утворень як множин композицій з концептів у вигляді істинних тверджень дозволяє застосовувати для їх опису різні за рівнем формалізації мовні моделі. Дійсно, під час розв'язування конкретної задачі виконуються дії, пов'язані з аналізом вихідних даних, визначенням використовуваних в процесі її розв'язування аксіом і правил-теорем, формулюванням кожного проміжного стану процесу рішення тощо. І кожен такий опис може бути представлений у вигляді конкретного висловлювання та/або твердження в термінах використовуваної для її розв'язання теорії. Власне конструкції, що описують стан процесу розв'язування задачі, можуть бути представлені різною термінологією — природно-мовною, предикативними формулами, рівняннями різного виду і типу, графічними схемами тощо. Онтологічна система, в середовищі якої можлива реалізація такого гібридного мовного подання сценарію знаходження результату, має володіти складними засобами синхронізації синтаксичних описів як використовуваних концептів,

так і самих тверджень, що репрезентують конкретні стани розв'язування задачі.

Визначимо поняття *взаємодії* між компонентами онтологічної системи підручника. Під взаємодією розумітимемо будь-яке непусте твердження, що пов'язує конкретно дією компонента онтологічної системи. Прикладом може бути встановлення істинності висловлювання, побудованого з концептів, визначення типу відношень між ними, формулювання та/або доказ істинності певного твердження. Введені поняття *взаємодії* дозволяють розглянути процес синхронізації на основі виділення певних інваріантів, які певною мірою впливають на стан взаємодії онтологічних системних компонентів: концептів, їх властивостей і відношень між ними, і правил поводження з ними в рамках певних теорій.

Розглянемо більш детально процес взаємодії. Категорія *взаємодія* передбачає участь у формуванні ситуації як мінімум двох системних компонентів онтології. Прикладом впливів концептів один на одного можуть бути сформовані прості предикативні висловлювання і/або істинні тривіальні твердження.

При цьому варто відзначити, що таксономічні структури виду (2) і (7) онтологічної системи підручника як підмножини концептів можуть бути представлені у вигляді наборів послідовностей різної довжини, що становлять послідовність 2^x . Тоді в множині функціоналів F можна завжди визначити як мінімум одну впорядковану функцію F_p на послідовності 2^x .

Функція F_p має властивість адитивності, порядковості і монотонності [11]. Справедливим буде твердження, що серед концептів термінополя T завжди можна знайти концепт $x \in X$, такий що:

$$F_p(X) = \max F_p(T). \quad (10)$$

Тобто, підбираючи тип відношення упорядкованості, як декартовий добуток концептів, ми завжди можемо визначити послідовність з концептів x , пов'язаних цим типом відношення бінарної упорядкованості та визначити позиціонування кожного концепту.

Можна визначити непусту кінцеву множину впливів Q [11], таку, що її елементи $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ визначають множину наслідків ψ використання концептів онтології. Зазначена множина наслідків дозволяє задати множину причинно-наслідкових відношень — Λ , між множинами X, R , и F . Так впливи концептів один на одного можуть бути ініційовані на основі вибору певного причинно-наслідкового відношення. Самі причинно-наслідкові відношення встановлюються між конкретними парами концептів, які можуть належати до різних таксономій. Тоді вплив на конкретні набори концептів може бути ініційований активним використанням обраною на основі умов впливу таксономії.

Причинно-наслідкові відношення можуть бути визначені відображенням:

$$Q \times X \Rightarrow \psi \times T \Rightarrow \Lambda. \quad (11)$$

Тоді вираз (10) дозволяє задати послідовність 2^x при визначенні умов формування таксономій T , і тим самим визначити розкладність множини концептів X по множині наслідків ψ та по підмножині причинно-наслідкових відношень. Тобто активність онтологічних систем підручника, визначається процесом формування множинності станів взаємодії на основі визначення умов впливу компонентів, що її утворюють, — концептів і їх впливу один на одного як на індивідуальному, так і на множинному рівнях.

Інваріанти станів взаємодії між поняттями онтологічного підручника

На кожному етапі формування стану взаємодії учнів зі змістом підручника завжди реалізуються такі дії — *аналіз, синтез, вибір*. Опис зазначених дій реалізується в термінах використовуваної на даний момент теорії. Зазначені види дій можна визначити як *інваріанти*, що представляють практично будь-який стан взаємодії. Очевидним є факт представлення інваріантів у вигляді тверджень, сформованих з концептів онтології.

Оскільки концепти онтології пов'язані між собою певними відношеннями, слід розглянути аспект їх асоціативності. Це дозволяє відійти від розгляду синтаксичних конструкцій, що пов'язують концепти онтології, і будувати аналіз умов їх застосування в кожному конкретному стані взаємодії на основі їхніх властивостей. Іншими словами, визначення порядку, використовуваного при взаємодії концептів (вираз 10), і побудова таксономічних структур онтології, як інформаційного базису формування істинних тверджень (вираз 11), забезпечують подання сформованих станів взаємодії в довільній синтаксичній конструкції. Головне, щоб правила побудови цих конструкцій були представлені в аксіоматиці онтологічної системи. Синхронізація між станами реалізується за рахунок множинності властивості асоціативності, яка визначається для концептів онтології як гіпервідношення множинної слабкої впорядкованості [11].

Властивість асоціативності дозволяє розглядати функцію, подану у вигляді виразу (10) як сепарабельну. Тобто всі інваріантні відношення станів онтологічної системи дії можуть бути застосовані окремо та без урахування значень порядкової функції при виборі умови впливу.

Слабка впорядкованість тільки задає порядок розгляду множини впливів $q_i \in Q | 1 \leq i \leq n$ при формуванні станів, але не визначає порядок послідовності між ними та їх ієрархічну підпорядкованість. Ієрархічність, що відображається множинами таксономій T , визначається визначенням над ними множинного відношення лінійної упорядкованості.

На основі множинних відношень між концептами таксономій визначається область застосування інваріантних дій при формуванні станів взаємодії онтологічної системи. Особливу роль тут відіграє дія вибору. Цей онтологічний інваріант визначається функцією вибору — $F_{sel}(X)$ [11, 19], що задана над концептами, між якими визначено множинне бінарне відношення часткової упорядкованості — $R_p \subseteq R$.

$$Q \times R_p \Rightarrow F_{sel}(X) \Rightarrow \psi \times T. \quad (12)$$

Практично ініціалізація впливу на будь-який концепт або категорію онтологічної системи визначається інваріантною дією вибору. Тим самим породжується певна функція вибору, яка задається над таксономічними структурами онтологічної системи. Первинним є вибір таксономічної структури. Причому первинність має певну подвійність — вибір концептів при формуванні множини таксономій онтологічної системи, і вибір безпосередньо таксономії для формування станів взаємодії. Безпосередньо вибір реалізується на основі послідовного застосування функції порядку до певної підмножини $X' \subseteq X$.

Функція вибору виду (12) детермінована і забезпечує формування таксономій, на основі використання відно-

шення множинної впорядкованості і причинно-наслідкових зв'язків — Λ . Дотримання зазначених дій і умов їх здійсненості виду (2), (7), (9)–(12) забезпечує, на етапі формування станів взаємодії, формулювання істинних тверджень, як семантичних утворень онтологічної системи. Сам вибір здійснюється в два елементарних етапи: 1) реалізується аналіз властивостей концепту і 2) породжується бінарне відношення упорядкованості, що зв'яже елементи онтології: *концепт-концепт*; *концепт-властивість-відношення*; *концепт-функція-правило*. Рекурсивне застосування функції вибору за обраним відношенням упорядкованості є правилом побудови таксономічної структури онтологічної системи.

Сам вибір може бути представлений певним методом. До числа таких методів відносять [3, 11, 19] скалярно-оптимізаційний, векторно-оптимізаційний і графо-домінантний. Ефективність застосування кожного з них залежить від багатьох умов. У формуванні таксономічних структур оптимальним є графо-домінантний. Цей метод використовує множинну впорядкованість концептів і їх властивостей. У випадку, коли відповідний вибір концептів здійснюється за умови існування умови екстремальності, найбільш доцільним є скалярно-оптимізаційний. Якщо властивості концептів онтологічної системи можуть утворювати множинну Парето [19], то найбільш доцільним є векторно-оптимізаційний. Причому перевагою останнього методу є можливість ініціювати вплив на категорію властивостей концептів онтології. Тобто векторно-оптимізаційний метод забезпечує на основі раціонального вибору формування класів концептів як об'єктів певної предметної галузі. Домінуючим впливом на формування стану взаємодії онтологічної системи є об'єднуюча властивість, що набуває якості ознаки. Відображенням сформованого стану взаємодії є конкретна таксономія з обраних концептів онтології.

Як видно, всі стани взаємодії онтологічної системи формуються на основі функцій вибору, аналізу та синтезу. Попри це, усі етапи включають в себе вплив категорії онтологічної системи, на підставі якого реалізується раціональний вибір стану. Оскільки функція раціонального вибору має властивості спадкування, незалежності за вибором варіантів і сепарабельності, то справедливим є твердження: всі стани взаємодії онтологічної системи володіють перерахованими властивостями функції вибору. Така властивість онтології дозволяє знаходити еквівалентні стани взаємодії під час виконання навчальних завдань, поданих в онтологічному підручнику.

Цей висновок дозволяє нам стверджувати, що будь-якій онтологічній підручнику є інтерактивною базою знань і дійсно є відображенням певної дисциплінарної теорії [7, 11].

Види представлення онтологічної системи підручника

Застосування вказаних вище дій, щодо формування онтологічної системи підручника, забезпечує формування таких її категорій: глосарій; таксономія; тезаурус; інтерактивна система знань. Глосарій безпосередньо є поданням таксономії підручника у якій над концептами задані бінарні відношення лінійної впорядкованості. Цю впорядкованість можна визначити як лексикографічну [20]. Тоді процес його формування полягає у визначенні над усім термінопolem під-

ручника, як множиною концептів, вказаного лексикографічного впорядкування.

Кожна таксономія є ієрархічним розташуванням концептів-понять, яке має часткове та лінійне впорядкування. Тобто кожна таксономічна структура може бути подана ациклічним графом, над вузлами якого, зв'язаними направленими ребрами, може бути визначена множинна бінарна часткова впорядкованість. Такі графи також називають пірамідальними мережами [2–4]. Таксономія формується на основі застосування до усіх концептів термінополя та їх контекстів, що є певними дефініціями, правила редукції (7). Редукція, яка є певним бінарним відношенням, виділена з гіпервідношення множинного часткового впорядкування, забезпечує виділення класів та створення ієрархічних ланцюгів у структурному представленні взаємодії концептів онтологічної системи підручника між собою. Множинність визначається альтернативністю вибору певних бінарних ланцюгів таксономічної структури. Фактично головним завданням таксономії є утворення множинної ієрархії концептів термінополя онтологічного підручника.

Відображення усієї категорії термінополя здійснює тезаурус, як словник, що відображає безпосередньо концепти, але з визначенням усіх типів семантичних відносин, які існують між ними та їх дефініціями і контекстами. Фактично тезаурус повністю описує тематику знань предметної дисципліни посібника, але не досить повно відображає її функціональність.

Інтерактивна система знань (ІСЗ) є певним операційним середовищем, яке забезпечує повномасштабну інтерактивну взаємодію учнів з усією множиною концептів та їх контекстів, які складають термінополе підручника. Попри це, у її середовищі забезпечується вивідність певних тверджень, які формулюються на основі встановлення між концептами бінарних відношень та подальшої побудови певних природно-мовних лексичних конструкцій, які відображають конкретну функціональність вибраних концептів. Процедури введення учнями істинності цих тверджень входить у операційне середовище його навчально-пізнавальної діяльності. Безпосередньо також ІСЗ включає усі функції, які можуть бути визначені на основі множини властивостей концептів термінополя підручника та бінарних відношень, які існують між ними.

У середовищі ІСЗ, яке відображає зміст теоретичних положень, викладених у підручнику, забезпечується доступ та використання у практичній діяльності учня всіх дефініцій концептів-понять, зв'язування певними бінарними відношеннями усіх необхідних для розв'язання навчальних завдань контекстів, що розкривають сенс кожного концепту-поняття онтологічної системи підручника. Також забезпечується створення композиційних структур, які є складними якісними моделями процесів, які вивчає та досліджує учень. Більш того, у середовищі ІСЗ забезпечується дослідження достовірності цих моделей на рівні доведення істинності тверджень щодо їх існування та функціонування.

Операційне середовище навчально-пізнавальної діяльності учнів, фактично є відображенням натуральної системи S_{nat} , яке є двоїстим імперативним представленням онтологічної системи підручника O_{tb} . Це забезпечує створення процедур інтерактивного використання функцій F , які визначаються згідно визначення (1) онтологічної системи підручника,

на основі декартового добутку множини концептів і множини їх властивостей та відношень, що між ними існують — $F=X \otimes R$.

Зрозуміло, що любий посібник, друкований чи онтологічний, за своїм змістом не спроможний повністю відобразити усі положення теорії Th . Предметні дисципліни, у яких аксіоматика A_{Th} включає досить великий перелік тверджень, чи має певний розмитий характер, ніколи не будуть досить повно описані у одному підручнику. Особливо це стосується таких природничих дисциплін як хімія, біологія, географія та гуманітарних дисциплін — історія, література, мистецтво тощо. Тому виникає проблема розширення змісту певними положеннями теорії предметної дисципліни, які відображають сучасний стан її розвитку. Особливо це стає актуальним для інформаційного суспільства, в основі якого лежить розбудова економіки знань.

У зв'язку з тим, що еволюція освіти в інформаційному суспільстві привела до того, що сучасний учитель перестав бути єдиним джерелом знань у школі, необхідною умовою якісної розбудови сучасного навчально-пізнавального процесу є забезпечення доступу учнів до коректних за змістом інформаційних джерел. Одною з вимог до організації навчального процесу, де учень має можливість використовувати у своїй діяльності коректні за змістом інформаційні ресурси, є надання вчителю певних засобів управління доступом до цих джерел, щоб контролювати їх якість та доцільність їх використання. Однак головним інструментом щодо визначення змістовного напрямку доступу все одно має бути підручник. І це є й необхідною та достатньою умовами якісної організації навчально-пізнавального процесу, згідно вимог

навчальних програм та стандартів, які його визначають. Тобто підручник за своїм змістом і структурою повинен інтегруватися до інформаційного середовища, яке визначає відповідні додаткові джерела знань за предметними темами, які вивчаються у сучасній школі.

На рис. 2. подано узагальнену схему формування онтологічної системи підручника. Лінгвістичні процедури відповідного процесора забезпечують формування термінополя на основі контент-аналізу змісту його тексту. Результатом вказаного контент-аналізу, крім термінополя, є таксономія, класифікатор відношень і пов'язані між собою множинними бінарними відношеннями множини контекстів кожного поняття підручника. Семантичні правила, які визначаються натуральною системою онтології підручника, забезпечують формування класів понять та їх таксономій, зв'язування їх між собою відповідними множинними бінарними відношеннями і визначення функціоналу, який створює операціональне середовище онтологічної системи підручника.

Як можна побачити з цього рисунка, у середовищі лінгвістичного процесору [20] на основі процедур контент-аналізу формуються глосарій і таксономія. У середовищі семантичного процесору формуються тезаурус і процедури інтерактивної взаємодії з кожним елементом термінополя, таксономії і тезауруса, як складових онтологічної системи підручника, та створюються множинні бінарні відношення між ними і поняттями та їх контекстами. Це дозволяє визначити онтологічний підручник як інтерактивну систему знань. Також за рахунок виділення з множини множинних бінарних відношень редуктора виду (7), з врахуванням власти-

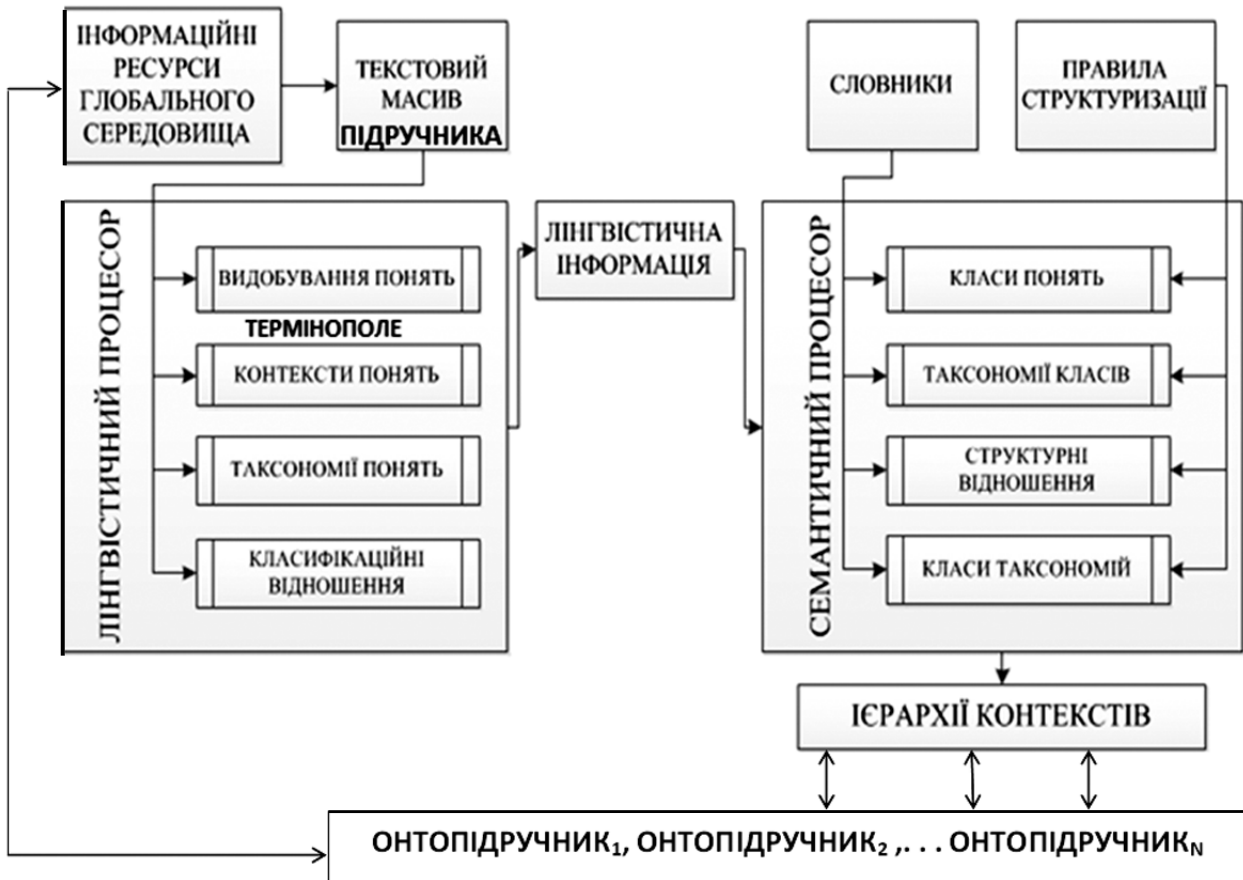


Рис. 2. Узагальнена схема формування онтологічної системи підручника

востей двоїстості (8) та (9), й умов, визначених правилом (12), ми фактично маємо зв'язок між таксономією онтологічної системи підручника та відібраними за певними критеріями мережевими інформаційними ресурсами. Головною рисою цих ресурсів є більш розширений контекстний опис понять, що викладено у базовому підручнику, чи знаходження новітнього поняття теорії, положення якої вивчаються учнем, яке більш обґрунтовано доповнює його зміст.

Висновки. Отже, онтологічні системи можуть бути системо-утворюючими інструментами електронних освітніх ресурсів, забезпечуючи тим самим формування нової парадигми підручників, які, не порушуючи цілісності і повноти викладання предмету, забезпечать динамічне відображення станів змісту на основі переупорядкування послідовності відображення понять, що вивчаються. Це реалізується на основі використання множинного відношення часткової упорядкованості, яке абсолютно не може бути застосовано під час відображення змісту друкованого підручника. За рахунок того, що зазначене відношення має властивість редукції, воно повністю може визначити функціональні властивості онтологічної системи підручника й тим самим визначити його операціональне середовище та набір навчальних завдань. Відношення множинної часткової упорядкованості дозволяє чітко задати умови задачі раціонального вибору, забезпечити аналіз і синтез інформаційних масивів, які були використані і на основі застосування методу конверсії їх таксономій, визначити умови актуалізації конкретних концептів, їх класів та властивостей.

Визначення для онтологічних систем множинних відношень упорядкованості дозволяють формувати стани взаємодії на основі таких функціональних дій як аналіз, синтез, вибір. Зазначені функції є інваріантними для будь-якого стану онтологічної системи. Причому властивості функції вибору дозволяють представляти описи різних станів взаємодії, включаючи пов'язані між собою відношеннями й умовами, у термінах різних теорій. Слід також відзначити конструктивність властивостей функції вибору, що виражені в їх спадкуванні станами взаємодії компонентів онтологічної системи. Саме функція вибору забезпечує інтерактивну взаємодію з термінополем, що визначає понятійну систему онтологічного підручника. Основу цієї взаємодії складає онтологія вибору [3], яка забезпечує перетворення часткової впорядкованості концептів, що утворюють таксономію підручника, у лінійну впорядкованість тезаурусної системи, на кожному кроці використання учнем певного концепту понятійної системи онтологічного підручника.

* * *

Стрижак А. Е. Онтологический учебник — парадигма формирования интерактивной системы знаний в учебном процессе

Аннотация. Описываются подходы и инструменты превращения текстовых учебников в интерактивную систему знаний. Основу такой системы представляет компьютерная онтология, которая определяет содержимое учебника в виде аксиоматической предметной теории. Определяются такие инструменты как: терминополь учебника, таксономия, редуктор множественных отношений между понятиями теории, излагаемой в учебнике. Приводится обобщенная схема формирования онтологической системы учебника.

Ключевые слова: учебник, терминополь, контекст, множественность, онтология, таксономия, редуктор, тезаурус, сетцентризм.

* * *

Strizhak Alexander E. Ontological textbook — paradigm of an interactive knowledge system in the educational process formation

Annotation. Tools and approaches for textbooks in an interactive knowledge system converting are described. The basis of this system is a computer ontology, which defines the content of the textbook as an axiomatic theory of the subject. Defined terms such (instruments) as set terms of textbook, taxonomy, reducer of multiple relationships between the concepts of the theory expounded in the book. We present a generalized scheme of formation of the ontological tutorial system.

Keywords: textbook, set terms, context, multiplicity, ontology, taxonomy, reducer, thesaurus, network-centric.

Література

1. Підручник Вікіпедія [електронний ресурс]. — Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA>.
2. *Гладун В. П.* Процессы формирования новых знаний [Текст] / В. П. Гладун. — София : СД «Педагог 6», 1994. — 192 с.
3. *Стрижак О. Є.* Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Стрижак Олександр Євгенійович ; Нац. акад. наук України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. — Київ, 2014. — 47 с.
4. *Величко В. Ю.* Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла // «Knowledge – Dialogue – Solution» International Book Series «INFORMATION SCIENCE & COMPUTING», Number 15. — FOI ITHEA — ofia, Bulgaria, 2009. Pp. 24–31.
5. *Рубінштейн С. Л.* Про мислення і шляхи його дослідження / С. Л. Рубінштейн. — М., 1958. — 142 с.
6. *Леонтьев А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность [Текст] / А. Н. Леонтьев. — М. : Политиздат, 1975. — 304 с.
7. *Клини С. К.* Введение в метаматематику [Текст] / С. К. Клини. — М. : Иностранная литература, 1957. — 526 с.
8. *Wesensten, N.J., Belenky, G., Balkin, T.J.*: Cognitive Readiness in Network-Centric Operations, Parameters, vol. 35(1), pp. 94–105 (2005).
9. *Коршунова С. О.* Роль тезаурусного моделирования в организации терминопольа «ТЕХТ-ТЕКСТ» / ВЕСТНИК ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА — №1, 2009. — <http://cyberleninka.ru/article/n/rol-tezaurusnogo-modelirovaniya-v-organizatsii-terminopolatext-tekst>.
10. *Котюрова М. П.* Стилистика научной речи. — Академия, 2010. — 240 с.
11. *Малишевский А. В.* Качественные модели в теории сложных систем. — М.: Наука. Физматлит, 1998. — 528 с.
12. *Букур И., Деляну А.* Введение в теорию категорий и функторов [Текст] / И. Букур, А. Деляну. — М. : Мир, 1972. — 259 с.
13. *Gruber T.R.* A translation approach to portable ontology specifications / T.R. Gruber // Knowledge Acquisition. — 1993. — Vol. 5. — P. 199–220.
14. *Guarino N.*, The Ontological Level. In: Casati R., Smith N. and White G. (eds.), Philosophy and the Cognitive Sciences, Vienna: Holder-Pichler-Tempsky, 1994.
15. *Буч Г.* Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. — М.: Конкорд, 1992. — 519 с.
16. *Савченко О. В.* Компетентність особистості на когнітивному рівні / О. В. Савченко // Проблеми сучасної психології. — 2014. — Вип. 25. — С. 413–427. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pspl_2014_25_35.
17. *Шаталкин, А. И.* Таксономия. Основания, принципы и правила [Текст] / А. И. Шаталкин. — М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. — 600 с.
18. *Барендрегт Х.* Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 606 с.
19. *Микони С. Д.* Теория и практика рационального выбора: монография. — М.: Маршрут, 2014. — 463 с.
20. *Широков В. А., Булгаков О. В., Грязнухина Т. О.* та ін. Корпусна лінгвістика — К.: Довіра, 2005. — 471 с.