

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ
АНАЛІЗУ ВІДПОВІДНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СТАНДАРТАМ ОСВІТИ**

У статті досліджено особливості розвитку дистанційної освіти як сучасного способу надання якісних освітніх послуг. Встановлено велике значення оцінки відповідності навчальних матеріалів вимогам стандартів освіти. Запропоновано інформаційну технологію автоматизації аналізу відповідності навчальних матеріалів вимогам. Розглянуто відповідний тестовий додаток та проведено аналіз результатів його роботи. Визначено області її особливості застосування запропонованої інформаційної технології автоматизації аналізу відповідності навчальних матеріалів вимогам освіти.

This article studies the development of distance education as a modern way to provide high-quality educational services. It establishes an importance of assessing an accordance between education materials and learning standards, and suggests an information technology for automatizing the analysis of this accordance. The article considers the corresponding prototype program and analyzes the results of this program. It defines the uses of suggested information technology for automatic analyzing the accordance between education materials and learning standards.

На сьогоднішній день, дистанційна освіта є найбільш розповсюдженим засобом застосування інформаційних технологій для надання освітніх послуг та контролю отриманих знань [1]. Такий спосіб освіти має ряд переваг – окрім незалежності від географічної віддаленості, можна виділити ще й незалежність від часових рамок [2]. Адже навчання відбувається у вільний час, у комфортних для студента умовах – вдома чи на роботі. Студенти дистанційних програм одержують навчальні матеріали через супутникове або кабеліне телебачення, можуть взяти матеріали через Інтернет, беруть участь у відео-конференціях і консультаціях з викладачами, перебуваючи на будь-якій відстані від нього [3]. На відміну від заочної форми навчання, де контроль за вивченням матеріалу припадає на певний час (зокрема на період сесії), дистанційна освіта дозволяє контролювати знання після кожного пройденого курсу – має більш гнучкий графік складання іспитів. На сучасному етапі велика кількість навчальних закладів пропонують послуги цієї форми навчання – як у світі, так і в Україні [4, 5].

Для організації навчання використовується система дистанційної освіти (СДН). Система дистанційного навчання – це клієнт-серверне програмне забезпечення. Для її роботи функціонує головний комп'ютер (сервер), на якому встановлена сама програма, а користувачі можуть підключатися до серверу через мережу Інтернет або через локальну комп'ютерну мережу університету.

Для забезпечення повноцінного навчання студентів-дистанційників та контролю їх знань викладачі наповнюють свої навчальні курси необхідними навчальними матеріалами, створюють тести. Хоча існує багато можливих засобів надання знань та контролю за їх засвоєнням (лекційний матеріал, відео- та аудіо матеріали, віртуальні лабораторні роботи, тестові завдання, контрольні роботи, онлайн-семінари та ін.), проте загальноприйнятим є підхід [6] по застосуванню в якості інструменту навчання лекційних матеріалів визначеної структури, і тестів в якості інструменту контролю рівня отриманих знань [7].

Структура та зміст лекційного матеріалу регламентуються освітньо-професійними програмами підготовки за відповідними освітньо-кваліфікаційними рівнями (галузевими стандартами вищої освіти) [8]. В умовах, коли якість дистанційної освіти забезпечується відповідними лекційними матеріалами та набором тестових завдань, контроль за їх якістю набуває особливого значення. Відповідно, для контролю якості послуг у системі дистанційної освіти першочерговим є завдання визначення відповідності лекційних матеріалів навчальних дисциплін стандартам освіти. Не завжди якість лекційного матеріалу правильно може оцінити людина. У більшості випадків варто скористатись інструментами, що дають інформаційні технології. Це допоможе уникнути суб'єктивізму, знизить вірогідність помилки, охопить повний обсяг вихідної інформації, дозволить оцінити якість матеріалу швидко, без втручання людини.

Метою роботи є розробка інформаційної технології інтелектуального аналізу відповідності навчальних матеріалів дисциплін стандартам освіти.

Метод співставлення лекційних матеріалів навчальних дисциплін та галузевих стандартів вищої освіти визначається особливостями опису навчальних дисциплін освітньо-професійними програмами підготовки фахівців. На рисунку 1 показано приклад опису навчальної дисципліни «Організація баз даних та знань» згідно освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів напряму «Комп'ютерні науки» [9]. Очевидно, що ієрархія змістовних блоків визначає верхній рівень вертикальної онтології відповідної навчальної дисципліни. Тому порівняння онтології лекційних матеріалів навчальної дисципліни та онтології опису навчальної дисципліни згідно стандартів освіти є закономірним засобом визначення їх відповідності.

Шифр навчальної дисципліни	Назва навчальної дисципліни	Назва блока змістового модуля	Шифр (блока змістових модулів)	Назва теми (змістового модуля)	Шифр теми (змістового модуля)	
3.04	Організація баз даних та знань	Модельовання даних	3.04.01	Системи баз даних. Основні поняття й архітектура	3.04.01.01	
				Моделі даних	3.04.01.02	
				Реляційна модель даних	3.04.01.03	
				Теорія нормалізації реляційної моделі даних	3.04.01.04	
		Мови запитів	3.04.02	Мова SQL	Мова QBE	3.04.02.01
					Мова QBE	3.04.02.02
		Проектування та захист баз даних	3.04.03	Проектування баз даних	Цілісність даних	3.04.03.01
					Захист баз даних	3.04.03.02
					Навігаційна обробка даних	3.04.03.03
					Розподілені бази даних	3.04.03.04
		Класифікація баз даних	3.04.04	Паралельні бази даних	Дедуктивні бази даних	3.04.04.01
					Об'єктно-орієнтовані бази даних	3.04.04.02
					Бази даних в Інтернеті	3.04.04.03
					Бази знань	3.04.04.04
...	3.04.04.05					
...	3.04.04.06					

Рисунок 1 – Приклад опису навчальної дисципліни

Зважаючи на наявні рівні онтології опису навчальної дисципліни (Назва, Модуль, Тема) та природно необхідність структуризації тем (підтеми, розділи чи параграфи), було отримано онтологію опису навчальної дисципліни. Елементи структуризації тем не обов'язково потребують верифікації, але включаються до онтології опису навчальної дисципліни, оскільки цей рівень є присутнім у онтології лекційних матеріалів. Онтологія опису навчальної дисципліни регламентує *структуру лекційних матеріалів*, яка є основою для побудови відповідної онтології. Структура лекційних матеріалів як електронних документів регламентується мовами розмітки документів (наприклад, WordprocessingML для XML) [10] й реалізується через систему заголовків. Природно, що відношенню до онтології лекційних матеріалів навчальної дисципліни, заголовки співставлені їй відповідним рівням:

- Навчальна дисципліна – «Заголовок 1»;
- Модуль – «Заголовок 2»;
- Тема – «Заголовок 3»;
- Підтема – «Заголовок 4».

Автоматизоване порівняння онтології опису навчальної дисципліни та онтології лекційних матеріалів дозволяє визначити показники їх відповідності, а відповідно – якість структури лекційних матеріалів навчальної дисципліни.

На відміну від структури, семантичний вміст лекційних матеріалів вимагає оперування ключовими термінами (поняття, визначення) [11]. З семантичної точки зору, ключові терміни є найнижчим рівнем онтології лекційних матеріалів навчальної дисципліни. Їх особливістю є наявність властивості рівня прив'язки; адже поряд із термінами, що використовуються суто в рамках певних підтем, інші терміни можуть бути актуальними в масштабах тем, модулів, і навіть всієї навчальної дисципліни. Структура лекційного матеріалу визначає місцезнаходження визначених термінів, але не включає їх безпосередньо. Наприклад, назва підтеми «Основні поняття» ніяким чином не визначає власне перелік понять. Тому формування цього найнижчого рівня онтології опису навчальної дисципліни покладатиметься на експерта як необхідний етап деталізації опису навчальної дисципліни. Створення переліку ключових термінів навчальної дисципліни та їх онтоприв'язка дозволяють створити повну онтологію опису навчальної дисципліни (рис. 2).

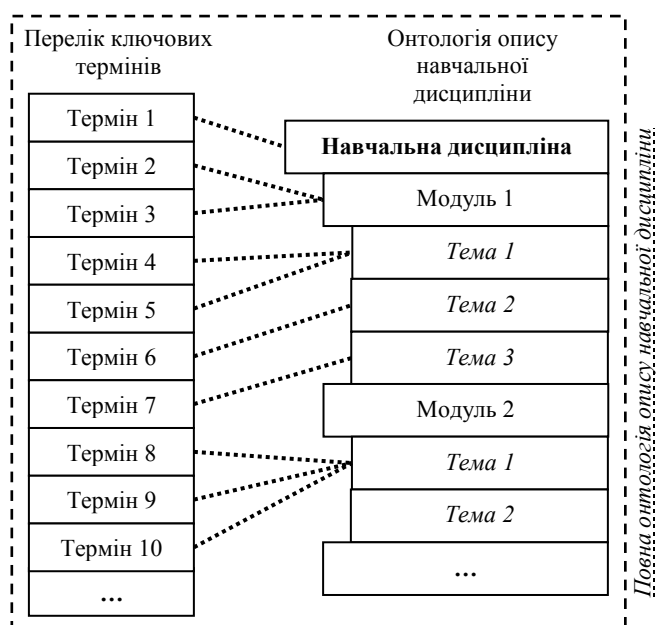


Рисунок 2 – Фрагмент повної онтології опису навчальної дисципліни

Для побудови переліку ключових термінів є доцільним використання алгоритмів аналізу інформаційного вмісту текстових матеріалів [12]. Ці підходи дозволяють створювати переліки слів на підставі текстів, в яких окремим словам або словосполученнями деяким спеціальним чином співставлені у відповідність числові вагові значення. Як функцію, що ставить у відповідність слову число, можна розглядати, наприклад, порядковий номер унікального слова в тексті, довжину слова, «вагу» слів у текстах, оцінку TFIDF, а також інші вагові оцінки. За результатами попередніх досліджень [14] було встановлено доцільним використання дисперсійної оцінки для аналізу інформаційного вмісту навчальних матеріалів.

Змістовно якісними навчальними матеріалами є такі, в яких:

- присутні, вірно поіменовані та послідовно викладені всі передбачені вимогами до навчальної дисципліни (стандартами освіти) структурні елементи простої онтології дисципліни (назви модулів, тем, розділів, тощо);
- обсяг змістовного навантаження лекційних матеріалів рівномірно розподілений серед елементів простої онтології дисципліни (приблизно однаковий рівень інформації для кожного з елементів одного рівня);
- присутні в прив'язці до відповідних елементів простої онтології лекційних матеріалів всі терміни, що мають бути розкриті в рамках викладення відповідних змістовних блоків. При цьому припускається, що хоча терміни визначають навантаження і мають бути розподілені рівномірно по структурі дисципліни, їх кількість задається експертом в рамках визначення вимог до лекційних матеріалів навчальної дисципліни. У протилежному випадку рекомендована кількість термінів може визначатись пропорційно обсягу матеріалу (кількості символів, слів, лексем, тощо);
- інтенсивність використання термінів у рамках відповідних елементів простої онтології лекційних матеріалів є приблизно однаковою, оскільки концентрація уваги на одних термінах автоматично веде до зменшення ролі й уваги до інших термінів.

Оскільки забезпечення ідентифікації виконання всіх встановлених вимог вимагає визначення значної кількості параметрів, є доцільним формування єдиних вимог до цих параметрів. Вони є наступними:

- діапазон допустимих значень складає $[0;1]$;
- збільшення значення параметра виражає позитивну тенденцію щодо відповідності лекційних матеріалів вимогам;
- внаслідок фрактальної згортки простої онтології лекційних матеріалів, кожен параметр певного рівня онтології має враховувати також вплив аналогічних параметрів наслідуваного нижчого рівня.

Таким чином, параметри відповідності лекційних матеріалів навчальних дисциплін заданим вимогам визначено наступні.

Модель повноти структури формує параметр a_1 і визначає розходження структур потрібної та наявної простих онтологій лекційних матеріалів:

$$a_1 = \frac{k_1 a_1^0 + k_0 a_1^{-1}}{2}, \quad (1)$$

де a_1^0 – параметр повноти структури визначеного рівня;

a_1^{-1} – середнє значення параметрів повноти структури нижчого рівня;

k_1 та k_2 – значення відповідних вагових коефіцієнтів.

Параметр a_1^0 визначається:

$$a_1^0 = \frac{N_\Phi - N_3}{N_\Pi}, \quad (2)$$

де N_Φ – кількість елементів простої онтології в рамках заданої гілки заданого рівня, що відповідають вимогам;

N_3 – відповідно кількість елементів, що присутні, але не передбачені вимогами;

N_Π – відповідно планова (задана вимогами) кількість елементів.

Модель рівномірності змістовного навантаження формує параметр a_2 й виражає рівномірність обсягу інформації для всіх елементів одного рівня простої онтології лекційних матеріалів:

$$a_2 = \frac{k_1 a_2^0 + k_0 a_2^{-1}}{2}, \quad (3)$$

де a_2^0 – параметр рівномірності змістовного навантаження визначеного рівня;

a_2^{-1} – середнє значення параметрів рівномірності змістовного навантаження нижчого рівня;

k_1 та k_2 – значення відповідних вагових коефіцієнтів.

Параметр a_2^0 визначається:

$$a_2^0 = \frac{1}{|\overline{M} - M_\Phi| + 1}, \quad (4)$$

$$\overline{M} = \frac{M_{СЛ}}{M_{ЕЛ}}, \quad (5)$$

де \overline{M} – середня кількість символів для заданого рівня простої онтології;
 $M_{СЛ}$ – загальна кількість символів у тексті в рамках заданої гілки заданого рівня;
 $M_{ЕЛ}$ – кількість елементів тексті в рамках заданої гілки заданого рівня онтології;
 M_Φ – відповідно кількість символів елементів

Модель номінального обсягу використання термінів формує параметр a_3 й виражає розходження потрібного та наявного переліків елементів нижнього рівня повних онтологій лекційних матеріалів:

$$a_3 = \frac{k_1 a_3^0 + k_0 a_3^{-1}}{2}, \quad (6)$$

де a_3^0 – параметр номінального обсягу використання термінів визначеного рівня;

a_3^{-1} – середнє значення параметрів номінального обсягу використання термінів нижчого рівня;
 k_1 та k_2 – значення відповідних вагових коефіцієнтів.

Параметр a_3^0 визначається:

$$a_3^0 = \frac{T_\Phi}{T_\Pi}, \quad (7)$$

де T_Π – кількість ключових термінів у переліку елементів визначеного рівня повної онтології вимог до лекційних матеріалів;

T_Φ – кількість слів (словосполучень) у тексті відповідного блоку лекційних матеріалів, що відповідні елементам переліку T_Π .

Модель змістовної уваги до ключових термінів формує параметр a_4 й виражає відношення кількості слів (словосполучень), що використовуються в якості ключових термінів у відповідному блоку лекційних матеріалів (нижнього рівня повної онтології), до кількості ключових термінів із переліку, що сформований на розглянутому рівні повної онтології лекційних матеріалів згідно вимог. Для визначення елементів тексту лекційних матеріалів, що є змістовно значущими й формують відповідний нижній рівень повної онтології лекційних матеріалів, можуть бути використані розглянуті у відповідних підрозділах роботи алгоритми смислового аналізу текстів. Таким чином, параметр змістовної уваги до ключових термінів бере до уваги те, наскільки важливими при поданні інформації позиціонуються задані вимогами терміни (наприклад, використання у визначеннях значно ефективніше для засвоєння смислового значення терміна, ніж використання в переліках).

Приймається, що слово (словосполучення) входить до переліку ключових термінів у відповідному блоку лекційних матеріалів, якщо його оцінка алгоритмом смислового аналізу текстів ставить його у переліку значущості слів на позицію, що не перевищує потроєний обсяг списку термінів у вимогах до лекційних матеріалів. Відповідно, якщо шуканий елемент тексту визначено менш значущим за вказаний рівень, або він взагалі не згадується в рамках відповідного блоку тексту, то приймається, що даний елемент не фігурує в даному текстовому блоці в якості ключового терміну.

Параметр змістовної уваги до ключових термінів a_4 визначається наступним чином:

$$a_4 = \frac{k_1 a_4^0 + k_0 a_4^{-1}}{2}, \quad (8)$$

де a_4^0 – параметр змістовної уваги до ключових термінів визначеного рівня;

a_4^{-1} – середнє значення параметрів змістовної уваги до ключових термінів нижчого рівня;
 k_1 та k_2 – значення відповідних вагових коефіцієнтів.

Параметр a_4^0 визначається:

$$a_4^0 = \frac{Z_\Phi}{Z_\Pi}, \quad (9)$$

де Z_Π – кількість ключових термінів у переліку елементів визначеного рівня повної онтології вимог до лекційних матеріалів ($Z_\Pi = T_\Pi$);

Z_Φ – кількість ключових термінів у переліку елементів визначеного рівня повної онтології лекційних матеріалів, що входять до переліку Z_Π та відповідають вимогам до ключових термінів (номер позиції смислової значущості не перевищує потроєний обсяг списку термінів у вимогах до лекційних матеріалів).

Загальна оцінка a відповідності лекційних матеріалів вимогами до навчальної дисципліни вираховується наступним чином:

$$a = \frac{\rho_1 a_1 + \rho_2 a_2 + \rho_3 a_3 + \rho_4 a_4}{4}, \quad (10)$$

де $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ – вагові коефіцієнти, що виражають вплив окремих параметрів відповідності лекційних матеріалів вимогами до навчальної дисципліни на загальну оцінку.

Значення загальної оцінки відповідності лекційних матеріалів вимогами до навчальної дисципліни a лежить у діапазоні $[0;1]$ та визначається наступними вхідними даними:

- повна онтологія вимог до лекційних матеріалів навчальної дисципліни;
- документ, що містить структурований відповідно до норм оформлення цифрових документів текст лекційних матеріалів;
- набором вагових коефіцієнтів $k_1, k_2, \rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$.

Вагові коефіцієнти $k_1, k_2, \rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ визначаються методом експертних оцінок та залежать від вимог до деталізації аналізу (k_1, k_2) та впливу окремих параметрів відповідності лекційних матеріалів вимогами до навчальної дисципліни на загальну оцінку ($\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$), лежать у межах $[0;1]$ й по замовчуванню можуть приймати значення «1».

З метою дослідження ефективності наведених вище моделей аналізу інформаційного вмісту навчальних матеріалів було розроблено тестове програмне забезпечення (рис. 3), що реалізує запропоновану інформаційну технологію.

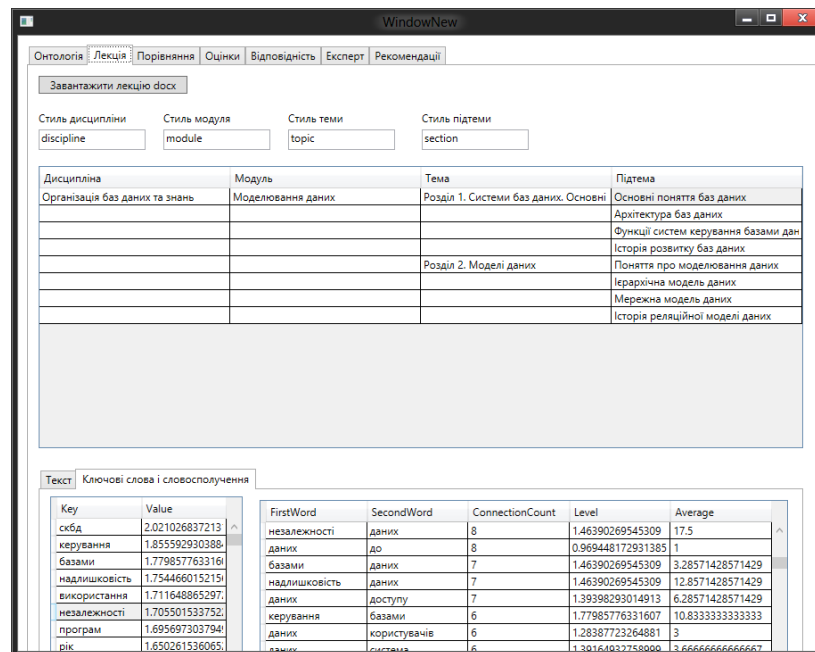


Рисунок 3 – Застосування тестового програмного забезпечення для визначення відповідності навчальних курсів вимогам

Наприклад, аналіз навчального курсу «Проектування баз даних» [15] з Модульного середовища Хмельницького національного університету виявив наступні характеристики відповідності даного навчального курсу вимогам:

- повнота структури $a_1=100\%$;
- рівномірність змістовного навантаження $a_2=89,5\%$;
- номінальний обсяг використання термінів $a_3=100\%$;
- змістовна увага до ключових термінів $a_4=83,3\%$;
- узагальнений показник відповідності $a=93,2\%$.

За результатами аналізу вибірки з 20 навчальних курсів, для яких проводився аналіз, виявив характеристики відповідності навчальних курсів вимогам, представлені в таблиці 1 (вагові коефіцієнти, що виражають вплив окремих параметрів відповідності лекційних матеріалів вимогами до навчальної дисципліни на загальну оцінку, узято рівними 1).

Таблиця 1 – Результати аналізу на відповідність вибірки навчальних курсів

Модель відповідності	Мінімальне значення для вибірки	Максимальне значення для вибірки	Середнє значення для

			вибірки
Повнота структури	85,0%	100%	96,3%
Рівномірність змістовного навантаження	61,7%	95,9%	81,7%
Номінальний обсяг використання термінів	58,5%	100%	86,4%
Змістова увага до ключових термінів	42,8%	93,3%	74,4%
Узагальнений показник відповідності	72,6%	96,1%	84,7%

Слід зауважити, що рівень 100% узагальненого показника відповідності хоча й є бажаним, проте практично недосяжний, оскільки літературні та семантичні диспропорції у суб'єктивному викладенні авторами матеріалів є в певній мірі істотними. Крім того, диспропорції виникають внаслідок того, що навчальний курс має зовнішні семантичні зв'язки – наприклад, певні поняття вже розглядалися в іншому курсі, або ж навпаки матимуть особливу вагу для вивчення наступних курсів.

Загалом, застосування запропонованої інформаційної технології аналізу відповідності навчальних матеріалів вимогам дозволяє досягти наступних основних результатів:

- допомога в побудові структури та вмісту лекційних матеріалів шляхом автоматичної побудови структури документа та переліків термінів;
- оцінка відповідності лекційних матеріалів вимогам стандарту як результат порівняльного аналізу повних онтологій опису та лекційних матеріалів;
- рекомендації по вдосконаленню лекційних матеріалів у вигляді згенерованого експертного висновку за показниками відповідності лекційних матеріалів вимогам стандарту та повною онтологією опису навчальної дисципліни.

Таким чином, у статті було досліджено особливості розвитку дистанційної освіти як сучасного способу надання якісних освітніх послуг. Встановлено велике значення оцінки відповідності навчальних матеріалів вимогам стандартів освіти. Запропоновано інформаційну технологію аналізу відповідності навчальних матеріалів вимогам. Розглянуто відповідний тестовий додаток та результати його роботи. Визначено області й особливості застосування запропонованої інформаційної технології автоматизації аналізу відповідності навчальних матеріалів вимогам освіти.

Література

1. Нові інформаційні технології в освіті [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://it-tehnolog.com/statti/novi-informatsiyni-tehnologiyi-navchannya/>
2. Концепція якості освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua/>
3. Мазур М.П. Розвиток дистанційного навчання в Україні як складової інформатизації сучасного суспільства. - Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. - №1, 2007. – с. 71-75.
4. University of the People [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uopeople.org/>
5. Факультет заочно-дистанційного навчання, післядипломної освіти та довузівської підготовки ХНУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dn.tup.km.ua/>
6. Мазур М.П., Яновський М.Л. Нова модель цифрової дистрибуції на прикладі навчального процесу // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2009. - №1. – с.159-166.
7. Павлыш В.Н., Зайцева М.Н. Теоретические основы контроля в учебном процессе высшей школы // Научные труды ДНТУ. – 2011. – № 9. – С. 130-136.
8. Гончаренко С.У. Державні стандарти професійної освіти: теорія і методика: Моногр. / АПН України. Ін-т педагогіки і психології проф. освіти, Технол. ун-т Поділля. – Хмельницький: ТУП, 2002. – 334с.
9. Галузевий стандарт вищої освіти України з напрямку підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки»: Збірник нормативних документів вищої освіти. – К.: Видавнична група ВНУ, 2011, – 85с.
10. Сайт Microsoft для розробників OpenXMLDeveloper [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://openxmldeveloper.org/>
11. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // Управляющие системы и машины. - 2009. – № 4. - С. 3-14.
12. Д.В. Ландэ, А.А. Снарский, Е.В. Ягунова Использование графов горизонтальной видимости для выявления слов, определяющих информационную структуру текста // Труды 15-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции — RCDL-2013» – Ярославль: 2013. – с. 158-164.
13. João Ventura and Joaquim Ferreira da Silva Ranking and Extraction of Relevant Single Words in Text // Frontiers in Brain, Vision and AI
14. Коренчук О.В., Мазурець О.В. Система інтелектуального аналізу відповідності лекційних матеріалів навчальних дисциплін стандартам освіти // Збірник наукових праць за матеріалами восьмої міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2014». Хмельницький – 2014. – С.191-201.

15. Модульне середовище ХНУ – Навчальний курс «Проектування баз даних». [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=4398>