

The author makes an attempt to extend the concept of STEM Education to STEM Thinking. The author shares methods and techniques used in primary forms aiming basis of critical thinking establishing. She also interprets the role of STEM Thinking in Contemporary values paradigm of Ukraine and humanity in general.

Keywords: *STEM Education, STEM Thinking, primary education, value paradigm, critical thinking.*

УДК 005.94 + 004.9 + 519.7

**Чернецький І. С., Пащенко Є.Ю.,
Шаповалов Є. Б., Шаповалов В. Б.
Шаповалова І. М.**

ЗАСТОСУВАННЯ ОНТОЛОГО-КЕРОВАНОВОГО ПІДХОДУ В НАУКОВОМУ АСПЕКТІ STEAM-ОСВІТИ

Анотація. Науковий та інженерний методи є основою будь-якого процесу досліджень не залежно від галузі пізнання. Одним з важливих етапів проведення наукової роботи є проведення попереднього дослідження. Запропоновано використовувати інструменти системи ТОДОС та платформу ontology для інформаційного менеджменту в області літературного огляду наукових досліджень. Запропоновані системи було модернізовано для використання в області літературного огляду. Запропонований інструмент дозволяє вирішувати проблеми ранжування інформації за семантичними характеристиками та аналізу з метою порівняння власних результатів з результатами попередників.

Ключові слова: онтологія, онтолого-керований, наука, аналіз інформації, науковий метод, дослідник, літературний огляд.

Вступ. Наукові дослідження мають вагомий вплив на розвиток суспільства. Науковий рівень розвитку країни впливає на загальний рівень

життя у країні. Так, одні з найбільш розвинутих країн світу мають високий науковий рівень, зокрема Японія, США та країни Азії. Наукові досягнення можуть бути застосовані як у межах країни, так і, в умовах інтеграції світової спільноти, у інших країнах.

Будь-які задачі наукового характеру повинні виконуватись згідно загально прийнятих до норм виконання, які викладені у принципах проведення робіт за науковим методом. В загальному існує чіткий розподіл на інженерні та наукові роботи.

Науковий та інженерний методи є основою будь-якого процесу досліджень не залежно від галузі пізнання. Обидва методи відпрацьовувалися протягом значного часу і на сьогодні визнані міжнародною науковою спільнотою як основні засоби для здійснення наукової та навчально-дослідницької діяльності (використання інформаційних інструментів для структуризації та візуалізації наукових знань при проведенні попереднього дослідження).

Дослідник, що проводить наукове дослідження, зацікавлюється певним питанням і проводить за цим напрямом теоретико-літературне дослідження. Зважаючи на отриману інформацію, дослідник здатен створити гіпотезу про досліджуваний об'єкт. Наступним етапом є розроблення установки для дослідження та експериментальна перевірка гіпотези [1].

Одним з важливих етапів проведення наукової роботи є проведення попереднього дослідження (літературного огляду). Літературний огляд представляє відому на сьогодні інформацію в певній галузі та вказує на інформацію, яку необхідно дослідити [6]. Дослідницький процес потребує проведення літературного огляду, який показує структуру відомої інформації. Інформація, що цікавить дослідника може бути представлена у різних формах, наприклад, навіть, у формі виписок з військових протоколів, однак, як правило, це наукові літературні джерела. Літературний огляд, призначений для промислових цілей потребує прийняття обґрунтованих рішень, а тому повинен включати всеосяжний, широкий огляд всіх можливих документів[5].

Hart у дослідженні відзначав важливість будь-якого огляду літератури для подальшого поширення зібраних знань для нової аудиторії [9]. Garrard визначає огляд літератури, як «аналіз наукових матеріалів з певної теми, що вимагає від дослідника уважного ознайомлення з кожним джерелом для оцінки мети дослідження, визначення доцільності і якості наукових методів, проведення аналізу питання і відповіді, що піднімаються авторами, узагальнення результати різних досліджень, розробки об'єктивного синтезу результатів різних досліджень» [8].

Якісний літературний огляд передбачає аналіз великої кількості різних джерел по заданій тематиці. В процесі обробки, класифікації та синтезу інформації, викладеної в літературних джерелах, виникають споріднені масиви інформації, що мають подібні семантичні характеристики. Наприклад, у біотехнологічних дослідженнях процесу метанового бродіння різні автори досліджують рН, електропровідність, вміст амонійного азоту, вміст ЛЖК, тощо [2]. Такі показники є семантичними характеристиками процесу та часто зустрічаються у літературному огляді за заданою темою. Подібним чином інформація по будь-якій іншій тематиці може бути класифікована за семантичними характеристиками.

Літературний огляд може бути представлений класично, у текстовому вигляді, та у більш систематизованих формах. Прикладом останніх є табличний вигляд літературного огляду.

Текстовий вигляд літературного огляду є одним з найбільш поширених. У такому випадку літературний огляд представляє собою найбільш важливу для дослідника інформацію у вигляді цитат та фрагментів з різних літературних джерел, пов'язана з тематикою дослідника. Інформація з літератури, зазвичай, розташовується у логічній послідовності. Серед переваг такого літературного огляду є ширина викладення матеріалу та простота у побудові.

Табличний вигляд літературного огляду дозволяє представити інформацію, що викладена в різних джерелах у систематизованому форматі. Інформація збирається та класифікується за певними характеристиками або

властивостями. Характеристики або властивості обираються автором за власним розсудом, враховуючи тематику та актуальність. Інформація характеризується стислістю, конкретністю та вищим рівнем візуалізації (зазвичай числовим), ніж текстовий вигляд.

Однак, табличний вигляд літературного огляду, окрім зазначених переваг, має ряд недоліків. Досить часто представлення літературного огляду в табличному вигляді призводить до скорочення і необхідної для читача інформації. Тому, для кращого сприйняття огляду досить часто використовують комплексне представлення інформації, де частина інформації представлена у табличному вигляді, а інша – у текстовому. У табличній частині представлена систематизована скорочена інформація, а у текстовому – більш ширша.

Розвиток науки та техніки призводить до накопичення великої кількості інформації з різних джерел постає проблема у накопиченні матеріалу та проведенні якісного повного літературного огляду на певні широкі тематики. А, отже, постає проблема у розробці нових підходів у систематизації інформації.

Виклад основного матеріалу. Метою роботи було проведення обґрунтування та оптимізації літературного огляду використовуючи технології інформаційного менеджменту.

Представлення інформації та інформаційний менеджмент є важливою проблемою для сьогодення. Управління та накопичення інформації може здійснюватися з використанням різних інструментів, однак одним з найбільш функціональними є веб-орієнтовані інструменти для накопичення інформації.

На сьогодні локальне використання пошукових систем, зокрема таких, як META, Google Desktop Search, Yandex.Server, Bing не забезпечує повномасштабного аналізу семантики інформаційних масивів, які досліджує експерт-аналітик [4]. Одним з останніх досягнень в області менеджменту інформації є система ТОДОС.

Технологія мережевої ІТ-платформи ТОДОС забезпечує інноваційне технологічне рішення побудови корпоративних інформаційно-аналітичних систем від багатofакторного аналізу інформаційних ресурсів до онтологічної

системи колективного прийняття рішень і управління знаннями. Одним з основних принципів технології ТОДОС є так звана «Ситуаційна обізнаність», що забезпечує надання користувачам необхідної інформації, що стосується напрямів їх діяльності і достатньою для прийняття ефективного рішення [3].

Система аналізу вже апробована для інших цілей. Так, була створена «Система лабораторного забезпечення МанЛаб». Система призначена для управління інформацією в області наукової діяльності учнів. У принципах системи є управління інформації, використовуючи її семантичні характеристики. Вона базується на засадах побудови структур.

Структури представлені трьома категоріями (O, A, R), де O і A – це набір елементів, які називаються об'єктами і атрибутами, а R, відповідно, і є бінарне відношення між O і A. Зокрема, якщо oRa для $o \in O$, $a \in A$, то вважаємо, що «об'єкт володіє атрибутом A» або «об'єкт володіє атрибутом O».

Враховуючи дві множини E, I, такі, що $E \subseteq O$ і $I \subseteq A$, розглянемо подвійну множину $E' \subseteq I'$, тобто множини, що визначаються атрибутами, які зараховуємо до всіх об'єктів, що належать E, а також об'єкти, що мають усі атрибути, які зараховуємо до I відповідно. Математичний вираз представлено нижче:

$$E' = \{a \in A \mid \exists o \in O, oRa\}$$

$$I = \{a \in A \mid \forall o \in O, oRa\}$$

Множини E і I відтворюють експоненціальні і інтенціональні концептуальні компоненти відповідно. Отже, попередній об'єкт інформаційного опрацювання складається з тих і тільки тих об'єктів, які мають всі атрибути з наступних і навпаки – наступні складаються з тих і тільки тих атрибутів, які застосовувались до всіх об'єктів, починаючи з першого [7].

«Система лабораторного забезпечення МанЛаб» використовує різні онтолого-керовані інструменти для управління інформацією, серед яких основні елементи системи ТОДОС:

СИСТЕМА КОНФОР – класифікація і генерація онтологічних графів предметної області;

СИСТЕМА ЕДІТОР – конструювання онтологічних моделей;

СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВА – онтологія вирішення завдань вибору;

ПОШУКОВА МАШИНА – пошук лексичних структур на основі лінгвістичної обробки великої кількості мережевих текстових масивів;

ЛІНГВІСТИЧНИЙ КОРПУС – електронна бібліотека із засобами асоціативного пошуку семантично пов'язаних інформаційних масивів, включаючи визначення рівня семантичної еквівалентності текстів [3].

Елементи «Система лабораторного забезпечення МанЛаб» такі, як «Підбір обладнання МанЛаб фільтруванням» та «Підбір обладнання МанЛаб ранжуванням» є завершеними системами для управління інформацією в галузі підбору обладнання та є якісним прикладом для побудови систем літературного огляду. Система функціонує на базі платформ Editor3 та Ontology.

Елемент «Підбір обладнання МанЛаб фільтруванням» розроблений з виділенням основних семантичних характеристик обладнання. До таких характеристик було віднесено: «Вимірюваний показник», «Діапазон вимірювання», «Одиниця виміру», «Точність вимірювання». Та відповідно до цих критеріїв визначено значення кожного обладнання за цими семантичними характеристиками. Загальний вигляд системи фільтрування представлений на рис. 1.

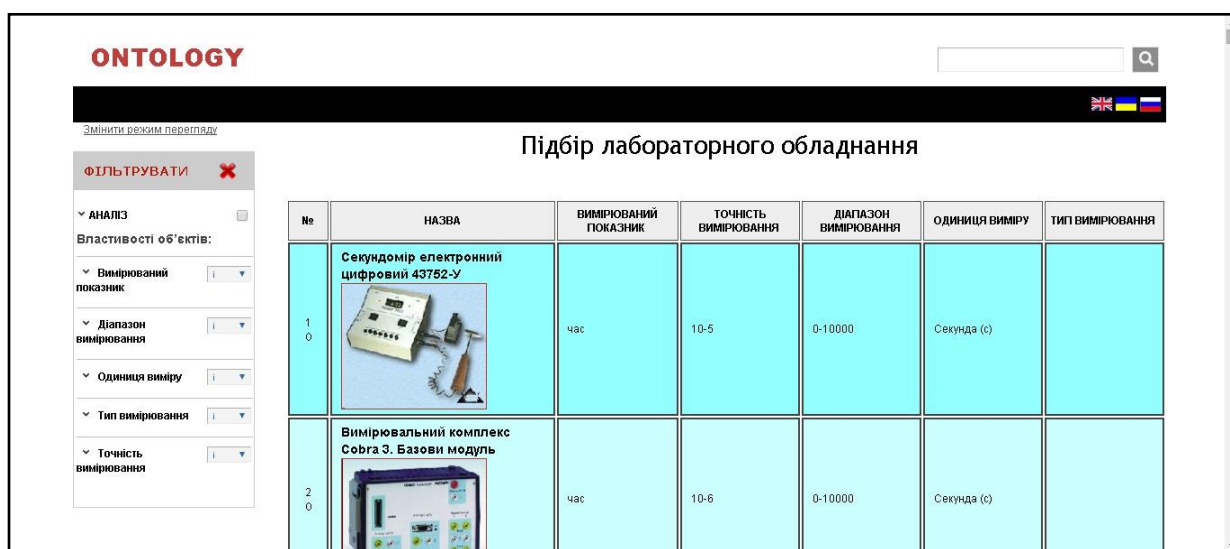


Рис 1. Загальний вигляд системи фільтрування.

Так, наприклад, Тахометр DT-2235В має наступні значення:

Вимірюваний показник: частота обертання

Діапазон вимірювання: 0,5-20000 об/с;

Точність вимірювання: 0,05%;

Одиниця виміру: Оборот за секунду (об/с);

Тип вимірювання: Статично.

В базу фільтрування та ранжування були внесені семантичні характеристики кожного приладу подібним чином, а в систему ранжування внесені лише числові значення (Точність вимірювання, нижня межа вимірювання, верхня межа вимірювання) у зв'язку з особливостями системи.

Система фільтрування дозволяє відфільтрувати інформацію за певними критеріями, наприклад для визначення приладів, що можуть вимірювати показник «сила» від інших приладів. Приклад значень семантичних характеристики представлені на рис 2.

№	Назва приладу	Тип вимірювання	Діапазон вимірювання	Точність вимірювання	Одиниця виміру
3	СМС-2	Статично	0-10000	0,05%	Секунда (с)
4	Модуль Wireless	Статично	0-10000	0,05%	Секунда (с)
5	Модуль USB-Link	Статично	0-10000	0,05%	Секунда (с)

Рис 2. Приклад значень семантичних характеристик.

Система ранжування має на меті сортування обладнання створена з метою ранжування обладнання для виконання певних цілей. Кожне обладнання має ряд характеристик. Такі характеристики обладнання можуть бути корисними в одному випадку, а в іншому – ні. Наприклад, для визначення рН у кислих розчинах принциповим є робота приладу у межах 0-5, в той час як для

визначення кислотності у нейтральних розчинах це не матиме жодного значення.

Таким чином, система ранжування обладнання побудована на принцип визначення напрямку оптимальності (мінімум або максимум) та важливість значення критерію (див. рис. 3).

(Оптимізація)

Враховуються властивості				Способи задання вагових коефіцієнтів		
Вибір	Ім'я	Ваг. Коеф.	Опт (max/min)	Бальна шкала (10)	Лінгвістична шкала	Ранжування
<input checked="" type="checkbox"/>	Точність вимірювання	0.25	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Нижня межа вимірювання	0.25	max	5	Середня важливість	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Верхня межа вимірювання	0.25	max	5	Середня важливість	1
4/4	Система переваг			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 3. Система ранжування результатів.

Після введення вхідної інформації система застосовує математичний апарат та представляє результати у необхідному порядку. Обладнання можна додатково відсортувати. Результати ранжування представлені на рисунку 4.

Результати




#	Елементи	Значення	Критерій			
			Точність вимірювання	Нижня межа вимірювання	Верхня межа вимірювання	pull
1	Термометр ТТЖ-М исп.1П №5 (0+150/2,0) в/ч-240 мм.в/ч-103 мм 	0.433	2	-150		
2	Термометр ТТЖ-М исп.1П №5 (0+150/2,0) в/ч-240 мм.в/ч-163 мм 	0.433	2	-150		
3	Термометр ТТЖ-М исп.1П №6 (0+200/2,0) в/ч-240 мм.в/ч-103 мм 	0.431	2	-200		

Рис. 4. Результати ранжування.

Високим потенціалом інформаційного менеджменту в області літературного огляду володіє інструмент аналізу. Даний інструмент представлений у «Системі лабораторного забезпечення МанЛаб» для аналізу відповідності обладнання необхідним стандартам. На рисунку 5 представлена система аналізу інформації.

Приклад аудиту обладнання 1
(Аудит)

Враховуються властивості

#	Показники	Одиниця виміру	ДСТУ	Зразки							
				Амперметр 1	Амперметр 2	Амперметр 3	Амперметр 4	Амперметр 5	Амперметр 6	Амперметр 7	Амперметр 8
Показники якості											
1	Точність виміру	од.	Точність виміру	0.005	0.01	0.0075	0.02	0.2	0.013	0.0014	0.
2	Нижня межа виміру	од.	Нижня межа виміру	0	0	0	0	0	0	3	0
3	Верхня межа виміру	од.	Верхня межа виміру	400	500	300	100	150	20	250	1
Показники безпеки											
4	Кут нахилу для пальця приладу	градус	Кут нахилу для пальця приладу	25	20	30	10	10	40	50	5

Рис. 5. Система аналізу результатів.

Принцип роботи системи полягає у створенні онтолого-керованого графу, що містить у собі значення семантичних характеристики, яким повинно відповідати обладнання. В подальшому створюється додатковий онтолого-керований граф, що містить в собі характеристики запропонованого обладнання (або декількох) після чого відбувається порівняння останнього з першим. В разі якщо значення показника перевищені, то колір показника у таблиці стане червоним, в разі якщо значення показника відповідає стандарту – то буде зображене чорним.

Такий підхід потребує, також, виділення семантичних характеристик з масиву інформації. Для аналізу відповідності стандартам було виділення наступних семантичних характеристик: точність, верхня та нижня межа вимірювання, а також показники безпеки обладнання, наприклад, клас електричної безпеки приладу, інтервал пристрою захисного виключення, тощо.

Запропоновані технології інформаційного менеджменту можуть бути застосовані для літературного огляду. Система ранжування інформації має

високий потенціал для експресного підбору статей з літературного огляду, що, наприклад, містять інформацію про процеси в яких певний показник був високим або, навпаки, низьким.

Цінність такої функції полягає у тому, що дослідник може відслідкувати дії які проводили його попередники в разі певних відхилень процесів та явищ. В області біотехнології таким прикладом є вивчення робіт в яких відбувалось порушення процесу метанового бродіння за рахунок закислення реактору (низьких значень рН). В такому разі для дослідника буде необхідною інформація про причини, які визначив його попередник та дії, необхідні для усунення проблеми. А, отже, в дослідника постає питання використання літератури переважно з заданими показниками проходження процесу. У будь-якій іншій галузі виникають подібні питання, однак з іншими семантичними характеристиками (наприклад, не «рН», а «маса», «розміри», «кількість осіб»).

Масиви інформації за будь-якою тематикою можуть бути відсортовані в разі виділення з них основних семантичних характеристик. Семантичні характеристики, для широкого застосування літературного огляду, повинні бути як загального так і конкретного характеру для забезпечення потреба широкої кількості користувачів. Характеристики можуть стосуватись процесу, авторів, країни походження, так і конкретних показників, таких як «маса», «час», «кількість». Особливістю системи Ontology є робота, переважно, з числовими значеннями, а тому система потребувала модернізації для роботи з текстовими значеннями.

Для побудови складних систем запропоновано комплексний підхід фільтрування та ранжування. На першому етапі проводиться ранжування інформації за попередньо визначеними семантичними характеристиками. Після чого вибудовується виранжований список інформації з можливістю додаткової фільтрації. Комплексне застосування інструментів фільтрування та ранжування в системі Ontology представлено на рисунку 6.

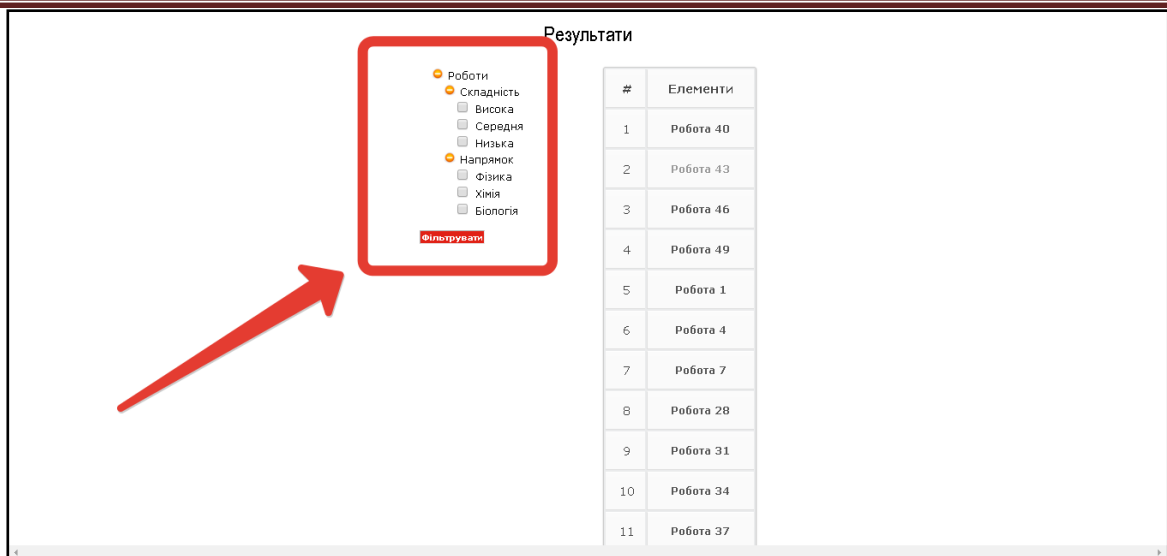


Рис 6. Комплексне застосування інструментів фільтрування та ранжування в системі Ontology.

Таким чином, застосування комплексного підходу дасть можливість зберігати ефективно інформацію будь-якого наукового характеру та використовувати інструменти інформаційного менеджменту для швидкої обробки результатів.

Система аналізу інформації, також, була адаптована для роботи з науковою літературою. Класично, перша версія аналізу інформації була адаптована під екологічні дослідження. Тобто, система аналізувала інформацію з метою виявлення перевищень певних забруднюючих речовин а отже працювала за наступним алгоритмом:

If ($n > n_{\text{нормативне}}$, red, black).

В нашому випадку потенціал аналізу інформації є значно ширшим і полягає у можливості миттєвого порівняння результатів власного дослідження з результатами інших вчених за чітко визначеними семантичними характеристиками, що потребувало модернізації для можливості виконання наступних закономірностей:

If ($n > n_{\text{нормативне}}$, red, black);

If ($n < n_{\text{нормативне}}$, red, black);

If ($n_{\text{нормативне min}} > n > n_{\text{нормативне max}}$, red, black);

If ($n = n_{\text{нормативне}} \pm m\%$, red, black).

Для модернізації системи аналізу у даному напрямку було проведено вдосконалення програмного коду, в результаті яких система була здатна здійснювати повноцінний аналіз наукової інформації. На рисунку 7 представлено модернізований для літературного огляду інструмент аналізу платформи Ontology.

Норма у значеннях менше																
1	Менше ніж 6	Тест	<6	5 83.33%	6 100%	10 166.67%	15 250%	3 50%	1 16.67%	3 50%	2 33.33%	15 250%	3 50%	6 100%	15 250%	2 33.33%
2	Менше ніж 4	Тест	<4	3 75%	4 100%	2 50%	1 25%	5 125%	6 150%	3 75%	2 50%	1 25%	2 50%	3 75%	14 350%	5 125%
3	Менше ніж 222 не строго	Тест	≤222	220 99.1%	222 100%	228 102.7%	54 24.32%	56 25.23%	5102 2298.2%	510 229.73%	546 245.95%	26 11.71%	20 9.01%	5105 2299.55%	32 14.41%	23 10.36%
Норма у значеннях більше																
4	Більше ніж 13	Тест	>13	14 107.69%	13 100%	10 76.92%	5 38.46%	16 123.08%	18 138.46%	10 76.92%	8 61.54%	23 176.92%	28 215.38%	5 38.46%	6 46.15%	8 61.54%
5	Більше ніж 18	Тест	>18	19 105.56%	18 100%	10 55.56%	15 83.33%	15 83.33%	954 5300%	54 300%	24 133.33%	36 200%	10 55.56%	10 55.56%	9 50%	89 494.44%
Норма у відхиленні відстогах																
6	100 на 10%	Тест	(100 ±10%)	100 100%	110 110%	111 111%	105 105%	112 112%	104 104%	94 94%	90 90%	86 86%	96 96%	103 103%	114 114%	2200 2200%
7	50 на 1%	Тест	(50 ±1%)	50 100%	50.5 101%	51 102%	50.3 100.6%	50.1 100.2%	49.6 99.2%	49.5 99%	50 100%	51 102%	54 108%	59 118%	58 116%	96 192%

Рис 7. Модернізований для літературного огляду інструмент аналізу платформи Ontology.

Таким чином, розроблена система дозволяє аналізувати результати власного дослідження з літературним оглядом. Аналіз може проводитись за відхиленням (у %) від власного дослідження та класичними математичними функціями (більше, менше та у певному діапазоні). Подальша робота буде спрямована на апробацію запропонованої системи та її оптимізацію.

Висновки. Вперше запропоновано використовувати інструменти системи ТОДОС та платформу ontology для інформаційного менеджменту в області літературного огляду наукових досліджень. Запропоновану систему було модернізовано для використання в області літературного огляду. Запропонований підхід дозволяє вирішувати проблеми ранжування інформації за семантичними характеристиками та аналізу з метою порівняння власних результатів з результатами попередників.

Список використаних джерел

1. Використання онтологій підбору при проведенні наукових робіт / [І. С. Чернецький, А. І. Атамась, Є. Б. Шаповалов та 255н..]. // Наукові записки малої академії наук України. – 2015. – №7. – С. 20–28.
2. Салюк А. І. Напівбезперервне метанове бродіння курячого посліду в термофільному режимі / А. І. Салюк, С. О. Жадан, Є. Б. Шаповалов. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2015. – С. 29–34.
3. Стрижак А. Є. Трансдисциплінарные онтологии – інформаційна платформа проведення екологічних 255н.255255255из / А. Є. Стрижак, А. Н. Трофимчук, Л. Ю. Цурика. // Екологічна безпека та природокористування. – 2008. – С. 128–137.
4. Стрижак О. Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів / О. Є. Стрижак // Екологічна безпека та природокористування: [зб. Наук. Праць] / редкол.: О. С. Волошкіна, О. М. Трофимчук (голов. 255н.255.) [та 255н..]. – К., 2013. – Вип. 12. – 1988 с.
5. Baker, M.J. (2000). Writing a literature review. *The Marketing Review*, 1(2), 219–247. Doi. Org/10.1362/1469347002529189.
6. Boote, D.N. & Beile, P. (2005). Scholars before researchers: On the centrality of the dissertation literature review in research preparation. *Educational Researcher*, 34(6), 3–15. Doi: 10.3102/0013189X034006003.
7. Formica A. Ontology-based concept similarity in Formal Concept Analysis / Anna Formica. // *Information Sciences*. – 2006. – №176. – p.2624–2641.
8. Garrad, J. (2014). *Health sciences literature review made easy: The matrix method*. Burlington, MA: Jones& Bartlett Learning.
9. Hart. C. (2003). *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. Thousand Oaks, CA: Sage

Игорь Чернецкий, Евгений Пащенко, Евгений Шаповалов, Виктор Шаповалов, Ирина Шаповалова. Применение онтолого - управляемого подхода в научном аспекте STEAM-образования.

Научный и инженерный методы являются основой любого процесса исследований не зависимо от отрасли познания. Одним из важных этапов проведения научной работы является проведение предварительного исследования. Предложено использовать инструменты системы ТОДОС и платформу ONTOLOGY для информационного менеджмента в области литературного обзора научных исследований. Предложенные системы были модернизированы для использования в области литературного обзора. Предложенный инструмент позволяет решать проблемы ранжирования информации по семантическим характеристикам и анализу с целью сравнения собственных результатов с результатами предшественников.

Ключевые слова: онтология, онтолого-управляемый, наука, анализ информации, научный метод, исследователь, литературный обзор.

Igor Chernetskiy, Yevgen Pashchenko, Yevgen Shapovalov, Victor Shapovalov, Irina Shapovalova. Application ontologi - driven approach in the scientific aspect of STEAM education.

Scientific and engineering techniques are the basis of any research process regardless of industry knowledge. The conducting of literature review is mandatory element of both methods. A system TODOS recommended for information management ontology in the literature review of research. The proposed system was modernized for a wide functional tools TODOS system. The proposed tool can solve problems of ranging information and semantic characteristics analysis to compare their own results with the results of predecessors.

Keywords: ontology, ontology-driven, science, analysis, scientific method, literary review, researcher.