

**АДАПТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ФОРМУВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ
ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ
ПІДГОТОВКИ НАУКОВИХ КАДРІВ**

Анотація. Автором акцентовано увагу на актуальності збереження цілісності науково-освітнього процесу щодо підготовки кадрів вищої кваліфікації в закладах вищої освіти та наукових установах. Відмічено, що наслідки впливу форс-мажорних обставин – карантину з пандемії COVID-19 й діючого воєнного стану в Україні, спричиняють певні корективи в організації підготовки наукових кадрів. У зв'язку з цим, ймовірно, порушується проблема створення принципово нової інформаційно-аналітичної системи, що у цьому векторі включатиме специфічну базу знань відповідно запитів користувачів-дослідників – суб'єктів наукової підготовки. Таким чином, на меті статті є представлення результатів докторського дослідження, зокрема з проміжного контент-аналізу наукових, інформаційно-довідкових, навчально-методичних та інших літературних джерел та практико орієнтованих ресурсів з проблематики розвитку інформаційних технологій і систем та їх адаптивного трансферу, що сприятиме накопиченню аналітичної інформації та її оцифруванню. Наголошено на раціональності створення й використання інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем, в основу яких покладено формування специфічних баз знань засобами семантичних технологій та онтологічного моделювання. Це обумовлено існуванням великої кількості різноманітної аналітичної інформації, на основі якої актуалізується проблематика будь-якого наукового дослідження, що у контексті підготовки наукових кадрів є обов'язковим компонентом науково-освітньої діяльності здобувачів наукової освіти (магістрантів, аспірантів, докторантів та ін.). Стверджується, що сучасний дослідник вмітиме досконало володіти сучасним інструментарієм та експертними технологіями інформаційно-аналітичної діяльності. Представлено стислий опис адаптивного інструментарію, за допомогою якого відбувається формування специфічної бази знань в інформаційно-аналітичній системі підготовки наукових кадрів. Зазначено, що семантичний й онтологічний підходи є найбільш ефективними у цьому ключі для побудови інформаційних систем, зокрема тих, що стосуються розвитку інформаційно-аналітичної компетентності суб'єктів наукової освіти.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, підготовка наукових кадрів, база знань, інструментарій, адаптивність, семантична мережа, онтологічний підхід, експертна система, цифровізація.

Постановка проблеми. Форс-мажорні обставини сьогодення, спричинені як пандемією COVID-19 та введенням воєнного стану в Україні, так й динамічним впливом глобалізаційних трансформацій та цифровізації суспільства, актуалізують розвиток інноваційних технологій віддаленого користування інформаційно-аналітичними масивами даних. Безумовно, що інформаційно-аналітичні системи (далі – ІАС) мають відповідати сучасному рівню інформаційних технологій, що дає змогу підвищити ефективність інтерфейсу та сприяє адаптивному доступу користувачів-дослідників до необхідної аналітичної інформації. Відповідно, що аналітична інформація є основоположеною частиною будь-якого дослідницького процесу. У цьому сенсі, зростаюча потреба здобувачів наукової освіти у швидкому отриманні результатів аналізу інформаційних потоків за специфікою їхньої науково-освітньої діяльності, зумовлює необхідність розроблення нової методології побудови інформаційно-аналітичної системи підготовки наукових кадрів (далі – ПНК) у закладах вищої освіти (далі – ЗВО) і наукових установах (далі – НДІ). Така цифрова ІАС уможливлуватиме для користувачів-дослідників адаптивне отримання даних (знань), які забезпечуватимуть оперативний пошук аналітичної інформації, особливо такої, що в мережі Інтернет, важко ідентифікувати. Саме така проблема вимагає узгодження стандартних способів ідентифікації частин цифрової інформації (метаданих) та розробки кодів (HTML, SGML), що ймовірно вставлятимуться в електронні тексти. Вивчення запитів користувачів, насамперед здобувачів наукової освіти, наукових працівників, провідних учених, свідчить про необхідність розроблення теоретико-методологічних і науково-методичних засад побудови нових або модернізації вже існуючих ІАС у ЗВО/НДІ (в основному таких, що базуються на паперово-електронному документообігу або взагалі мають тільки паперові аналоги, або на пів автоматизовані тощо) на основі цифровізації науково-освітнього процесу. До того ж для вирішення завдань пошуку щодо накопичення та застосовування інформаційно-аналітичних масивів використовуватимуться відповідні цифрові інструменти та ресурси.

Інформаційні технології, як потужний інструментарій розробки, функціонування та підтримки інформаційних систем, дають змогу задля адаптивного трансферу накопиченої аналітичної інформації в цифрову (електронну) форму, що обумовлюватиме перехід до побудови принципово нового типу ІАС. Це уможливлуватиме об'єднання інформаційно-аналітичних масивів у репозиторії, бази даних (далі – БД), бази знань (далі – БЗ), е-бібліотеки тощо,

які у проекції на науково-освітній простір стають системним комплексом електронних (цифрових) освітніх ресурсів (далі – ЕОР/ЦОР) з інформаційної аналітики. У той же час, застосування інформаційної аналітики у системі підготовки кадрів вищої кваліфікації є завжди необхідним і не втрачає актуальності при здійсненні досліджень. Зокрема раціональним у цьому контексті здається використання інтелектуальних ІАС на основі сформованих специфічних БЗ. Це пов'язано із різноманітністю аналітичної інформації, на основі якої актуалізується проблематика наукових досліджень, відповідно й з організації науково-освітнього процесу, схиляючись до того, що будь-яка підготовка наукових кадрів – це, у першу чергу, цілеспрямоване навчання дослідників, аналітиків, суб'єктів наукової праці, які володіють сучасним інструментарієм та технологіями інформаційно-аналітичної діяльності.

Таким чином, актуальність розроблення проблеми з формування БЗ ІАС ПНК зумовлює потребу у вивченні досвіду науки, зокрема – інженерної, у векторі розгляду певних методологічних підходів, визначення адаптивного інструментарію, розроблення теоретико-методологічних і науково-методичних засад побудови або модернізації віртуальних цифрових середовищ засобами ЕОР/ЦОР щодо їх функціонування в реальному часі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказує на те, що проблемі інноватизації проектування, функціонування й підтримки інформаційних систем, зокрема – їх БЗ, засобами ЕОР/ЦОР, та візуалізації їх контенту, присвячено науковий доробок таких вітчизняних дослідників, як: К. Боскебеєв, В. Величко, О. Гура, М. Климова, В. Лахно, А. Палагін, М. Пікуляк, С. Семенчук, Ю. Тіхонов, П. Федорук та ін. Ними розглянуто деякі аспекти онтологічного опису предметних дисциплін; застосування онтологічного підходу з контролю знань; графічного представлення онтології предметних дисциплін та ін. У цьому контексті багато дослідників більш поглиблено наводять характеристику певних інформаційних і експертних систем, розглядають питання оптимізації системних ресурсів для ефективною підтримки прийняття рішень, актуалізують розроблення БЗ та окреслюють умови їх використання в освітньому процесі, у т.ч. засобами онтологічного моделювання (І. Баклан [1], С. Вахнюк [2], П. Жук [3], С. Зибін [4], В. Плескач й Ю. Рогушина [8; 9; 10], С. Семеріков й І. Теплицький [12] та ін.). Зарубіжними дослідниками також вивчено багато аспектів з цієї проблеми (В. Вінівотер, М. Вонг, Г. Волберг, С. Крет, Р. Мекніел, А. Морріс, Р. Павел, Д. Рейлі, М. Рейнолдс, К. Сміт, Е. Старфілд, Д. Форей, Дж. Хейберт, ін.) та розкрито певні засади функціонування БЗ, призначених

для сфери освіти, виокремлено причини застосування тих чи інших підходів до впровадження БЗ, розглянуто ефективні програмні продукти з розробки та обслуговування БЗ тощо. Тобто, вченими визначено, що для роботи із нетехнічними об'єктами дослідження, а також задля раціонального прийняття рішень найбільш адекватними є нечіткі моделі, оскільки точні та стохастичні моделі потребують строго формалізованої та розподіленої інформації, котра для нетехнічних об'єктів не завжди може бути наявна, або представлена у потрібному вигляді. Наприклад, мова йде про те, що використання нечітких моделей зумовлює представлення даних у вигляді нечітких множин, величин, чисел, нечітких математичних висловлень та нечітких лінгвістичних висловлень.

Зауважимо, що значущим аспектом у цьому сенсі стає використання семантичних технологій у векторі автоматизації обробки концептуальних знань. Особливо багатозначним є виділення специфічного різновиду таких технологій – онтологічних. Тобто мова йдеться про онтологічне моделювання, що забезпечує створення формалізованих цифрових моделей знань [23; 24; 27] Дійсно, появою семантичної мережі спричинено виникнення онтології, що стає однією із суттєвих парадигм репрезентації наукового знання [7]. Крім того, онтологічному підходу, зокрема проблематиці комп'ютерних онтологій, присвячено чимало наукових праць таких дослідників, як: Т. Грубер, Т. Джеффри, Ю. Дін, І. Зуре, В. Любченко, Л. Найханов, А. Наріньяні, С. Ніренбург, Н. Ной, А. Палагін, Ю. Рогушина, С. Субботін, Д. Фор та ін. Проте, нині напрям розроблення методології побудови ІАС у контексті онтологічного підходу, має більш фрагментарну опрацьованість в науці та на практиці, тому є одним із перспективних векторів нашого дослідження (методологія побудови інтелектуальної ІАС), що включатиме інтелектуальні аспекти обробки аналітичної інформації засобами онтологічної БЗ.

Відтак, аналіз результатів з вивчення проблеми зі створення, використання, функціонування й підтримки ІАС в освітньому процесі (ймовірно й її БЗ), зокрема у підготовці наукових кадрів, засвідчує, що на сьогодні у науці є обґрунтованою доцільність їх впровадження в науково-освітній процес ЗВО і НДІ. У такий спосіб прогнозовано головні напрями майбутніх досліджень, розглянуто адаптивне програмне забезпечення, орієнтоване на формування та використання БЗ в Еко-середовищі ІАС-ПНК. Втім, слід зазначити, що також нині відмічається недостатній рівень розробленості теоретичних і прикладних аспектів методології побудови ІАС-ПНК в умовах цифровізації, зокрема

відповідних її структурі моделей специфічних БЗ, ергономічного інтерфейсу її взаємодії із користувачем-дослідником тощо.

Мета дослідження – представити проміжні результати наукового дослідження, які отримано шляхом аналізу адаптивного інструментарію з формування специфічної БЗ ІАС-ПНК в умовах цифровізації на засадах семантичного та онтологічного підходів.

Викладення основного матеріалу дослідження. Традиційно пошукові запити користувачів-дослідників у системі підготовки наукових кадрів може бути здійснено за внутрішніми структурними взаємопов'язаними компонентами БД ІАС-ПНК та зовнішніми виходами з неї до вже існуючих виокремлено БД. Це спрощуватиме вирішення певних типових формалізованих завдань, що повторюються в умовах оперативного функціонування системи. Звісно, що БД містять, як правило, певні нормативно-правові та інструктивно-методичні документи, моделі та формалізовані алгоритми, визначені в межах специфічної предметної галузі. Проте, подібні БД, що нині створено в ЗВО/НДІ, не завжди є раціональними, особливо в системах із нечітким описом інформаційних даних, до яких можна віднести й ІАС-ПНК, котру обґрунтовано вважатимемо соціально-педагогічною або соціально-андрагогічною системою. Також у теперішній час, в унісон традиційному інформаційно-аналітичному забезпеченню БД, слід зауважити, що переважно випереджальний розвиток отримують все ж такі БЗ, побудова яких відбувається за методологією штучного інтелекту із застосуванням спеціальних мов опису знань та інтелектуального інтерфейсу. На нашу думку, ІАС-ПНК включатиме певні специфічні БЗ, де їх змістовне наповнення вже визначально подане так, щоб дати змогу користувачам-дослідникам здійснити певні міркування та відповідно засобами онтологій та спеціальних програм отримати адекватні висновки, навіть уможливлючи для них доступ до інформаційних ресурсів, явно відсутніх у БЗ. Світова практика формування БЗ засобами ЕОР/ЦОР, зокрема – в Еко-середовищі ІАС, підтверджує закономірність застосування певних інтелектуальних систем, побудованих на основі БЗ, формування яких відбувається зі залученням відповідних інформаційних технологій – таких програмних засобів, як:

1. Оболонки експертних систем (далі – ЕС) – CLIPS (FuzzyCLIPS, DYNACLIPS, WxCLIPS), SOAR, OPS83, RT-EXPERT, MIKE, BABYLON, WindExS, ES; ACQUARE, Easy Reasoner, ECLIPSE, EXSYS Professional, SIMER+MIR, АТТЕХНОЛОГІЯ, CAKE v2.0. Характеристики певних з них наведено у таблиці 1.

Інформаційний аналіз програмних засобів «Оболонки експертних систем»

№	Оболонка	Стислий опис
1	2	3
1.	CLIPS DYNACLIPS FuzzyCLIPS	C Language Integrated Production System – мова програмування Сі, інтегрована із продукційними системами (зі своїм способом подання знань, гнучкої і могутньої мови і декількох допоміжних інструментів). Факти – одна із основних форм подання інформації в CLIPS. Механізм логічного виведення CLIPS включає супровід, динамічне додавання правил і стратегій вирішення протиріч. Користувач застосовує множину вже готових інструментів (убудований механізм керування БЗ, механізм логічного висновку, менеджери різних об'єктів CLIPS) і конструкцій (упорядковані факти, шаблони, правила, функції, родові функції, класи, модулі, обмеження, убудована мова COOL) [1; 8; 12; 16; 17]. Динамічні утиліти CLIPS включають дошку оголошень, механізм динамічного обміну знаннями й інструментальні засоби для CLIPS v5.1 і v6.0 [8, с. 78-79]. Базується на правилах та використовується для подання і керування нечіткими фактами і правилами, обробляє нечіткі та неточні знання, складні міркування, а також використовує дві базисні концепції про неточності, нечіткість і невизначеність [13; 14; 20; 21]. Розробник: Центр космічних досліджень NASA (NASA's Johnson Space Center, 1984).
2.	Jess	Java Expert System Shell – оболонка експертних систем та мова сценаріїв на Java, що є нащадком CLIPS (уможливлює створення програмного забезпечення, що досліджує знання у вигляді декларативних правил [22]. Розробник: Національна лабораторія Сандія Лівермор, Каліфорнія (Sandia National Laboratories).
3.	SOAR	Інтегрована архітектура агента, що підтримує навчання за допомогою фрагментації (CParaOPS5, TAQL (мова отриман-

		ня завдань), режим soar для GNU Emacs, графічний дисплей SoarX і SoarSIM (інструмент створення моделювання для Soar) [25]. Розробник: Школа комп'ютерних наук Університету Карнегі-Меллон (The Soar Group School of Computer Science Carnegie Mellon University).
4.	OPS83	OPS-сімейство мов подання знань реалізує продукційні системи з прямим виведенням. В OPS-83 необхідно явно вказувати, яке правило вибрати у кожній конфліктній ситуації [8, с. 79].
5.	RT-EXPERT	Дає змогу програмістам C інтегрувати правила ЕС в прикладні програми на мові C або C++. До складу входить транслятор правил, який компілює правила в код C, і бібліотека, що містить механізм виконання правил. Ліцензійна версія програми використовується в області освіти, досліджень і хобі [3].
	MIKE	Мікро-Інтерпретатор для інженерії знань – повне, вільне і переносне програмне середовище, розроблене для навчання, включає прямі і зворотні правила виведення від цілі до фактів з обумовленими користувачем стратегіями вирішення протиріч і фреймову мову подання знань зі спадковістю і «демонами», а також визначені користувачем стратегії спадкування. Правила виводу автоматично забезпечуються поясненнями, як користувач може сформулювати пояснення «чому». Порядок застосування правил в процесі трасування і виконання може відображатися графічно на дисплеї [3; 8]. Розробник: Відкритий Університет Великої Британії.
6.	BABYLON	Включає фрейми, моделі даних, Пролог-подібний логічний формалізм, і мову для написання діагностичних прикладних програм. Написана на Ліспі і переносна на широкий діапазон апаратних платформ [3, с. 295].
7.	WindExS	Повнофункціональна ЕС, використовує вивід від фактів до мети і підтримує графічне представлення БЗ; працює на базі Windows; має модульну архітектуру, що дає змогу користувачеві замінювати модулі так, як це потрібно для розширення можливостей системи [3, с. 295; 8, с. 79].

8.	Easy Reasoner	Заснована на пошуку відповідних міркувань в адаптивній асоціативній пам'яті; відшукує в пам'яті подію, подібну до нової події, використовуючи «Запит на приклад»; підтримує БД xbase, ODBC, SQL; автоматично фільтрує перешкоди для спрощення вирішальних дерев; ефективно відшукує події, подібні новому в великих БД; підтримує складені індекси в БД; класифікує нову інформацію, використовуючи будь-яке вирішальне дерево в автоматичному або інтерактивному режимі; виконує адаптивне, контекстно-залежне, задане за замочуванням міркування; обчислює адаптивну оцінку, використовуючи вирішальні дерева; відновлює (відшукує) подібні записи по контексту; розрізняє різні форми запису англійських слів; автоматично визначає об'єм інформації в слові [3, с. 299].
9.	ECLIPSE	Працює на персональних комп'ютерах (DOS, Windows), а також є версії для систем V Unix і POSIX. Синтаксис мови, використовуваної в пакеті, сумісний з мовою системи CLIPS, розробленої для NASA. Відмінності полягають в управлінні даними шляхом зіставлення із зразком, використанні прямого і зворотного виводу, в підтримці безлічі цілей, об'єктно-орієнтованому представленні знань та інтеграції з dbase [3, с. 299]. Розробник: Object Technology International (2001).

2. Інструментальні пакети для розробки ЕС (G2, ART, KEE, Knowledge KRAFT), стислий опис яких подано у таблиці 2.

Інформаційний аналіз програмних засобів
«Інструментальні пакети для розробки експертних систем»

№	Інструмент	Стислий опис
1	2	3
1.	G2 (Gensym)	Інтегруючий компонент, що дає змогу за рахунок відкритості інтерфейсів і підтримки широкого спектра обчислювальних платформ легко об'єднувати вже існуючі, розрізнені засоби автоматизації в єдину комплексну систему керування, що охоплює всі аспекти виробничої діяльності [5, с. 165-193]. Розробник: Lisp Machine Inc. (Picon) (1985–1988).
	KEE	Мова спеціального багатофункціонального призначення для роботи з фреймами в процесі розвитку засобів програмування систем штучного інтелекту [2; 13; 14; 15; 19].
2.	Knowledge KRAFT	Архітектура KRAFT підтримує злиття знань із множинних розподілених, гетерогенних джерел; використовує обмеження як загальний формат обміну знаннями, виражений проти загальної онтології. Знання, що містяться в місцевих джерелах, можуть бути перетворені на загальну мову обмежень і злиті зі знаннями з інших джерел. Об'єднані знання потім використовуються для вирішення певної проблеми або надання певної інформації користувачеві [28].

З'ясовано, що перевагами наведеного адаптивного інструментарію для формування БЗ ІАС ПНК (табл. 1-2) є:

- підтримка представлення знань за різними видами аналітичної інформації різноманітними моделями представлення знань у рамках однієї системи;
- наявність засобів візуального проектування БЗ;
- наявність засобів верифікації БЗ, включаючи перевірку на несуперечність;
- можливість монотонного (сталого) розширення БЗ;
- наявність засобів інтеграції декількох БЗ;
- наявність засобів підтримки обміну даними із зовнішнім середовищем, включаючи засоби обміну даними у реальному часі.

Проте, крім зазначених переваг визначено й характерні такі недоліки у

застосуванні зазначеного інструментарію для формування БЗ ІАС ПНК:

- великий часовий строковий інтервал (термін часу) розробки БЗ (відсутність розвинених технологій їх розробки);
- обмежена кількість висококваліфікованих розробників БЗ;
- невирішеність в повному масштабі проблеми взаємо інтеграції БЗ.

Проте, безпосередньо основними перевагами використання специфічних БЗ ІАС-ПНК є потенційні можливості:

- збереження складної різномірної аналітичної інформації;
- розширення та доповнення описів предметних областей без перепрограмування;
- наочного й доступного представлення аналітичної інформації (специфічних знань) для користувачів-дослідників, а також для всіх суб'єктів науково-освітнього процесу.

3. Системи з обробки онтологій (Protégé, WebOnto, OntoEdit, WebODE, OilEd, OntoLingua):

Protégé є локальною, вільно поширюваною Java-програмою, яку призначено для побудови (створення, редагування й перегляду) онтологій ПрО. вона містить редактор для проектування онтологій шляхом розгортання їх ієрархічної структури абстрактних і конкретних класів і слотів та уможливорює генерування форми здобуття знань для введення екземплярів класів і підкласів [10, с. 44; 11].

WebOnto, OntoEdit, WebODE, OilEd – системи, що підтримують редагування, документування, візуалізацію, імпорт і експорт онтологій, а також їх об'єднання і порівняння [6; 29].

OntoLingua – перший інструмент інженерії онтологій, система підтримки редагування, документування, візуалізації, імпорт та експорту онтологій, а також їх об'єднання і порівняння [6; 18; 26; 29], що складається з сервера і мови подання знань. Всі додатки, крім сервера ОКВС, реалізовано на основі форм HTML, а система подання знань – на Lisp.

Системи, орієнтовані на обробку онтологій уможливлуватимуть представлення специфічних ЦОР у вигляді певних цифрових колекцій, спираючись на те, що такі ресурси у якості об'єктів однієї природи взаємопов'язані один з одним та можуть бути розглянуті як виокремлені предметні області. У свою чергу, ці предметні області, представлятимуться у вигляді онтологічних моделей (окреслення множини концептів предметної області, а також визначення множини відносин між цими концептами та побудова множин функцій інтерпре-

тації, заданих на концептах та відносинах онтології). У такий спосіб, таке представлення уможливлуватиме розгляд онтології як множини онтологічних графів, котрі описуватимуть пірамідальну мережу, кожен вузол якої є об'єктом онтологічного моделювання зі своїм контентом. Дійсно, що нині найбільш перспективним напрямом у цьому плані вважається онтологічне подання даних та семантичні технології їх опрацювання.

Висновки. Таким чином, на нашу думку, специфічна БЗ ІАС-ПНК матиме нечіткий характер упорядкування даних, наближений до адаптивного людського сприйняття, а отже, інтуїтивно зрозумілий для користувачів-дослідників, здобувачів наукової освіти (магістрантів, аспірантів, докторантів та ін.).

Основними перевагами формування й використання специфічних БЗ ІАС-ПНК вважаємо потенційні можливості: збереження складної різномірної аналітичної інформації; розширення та доповнення описів предметних областей без перепрограмування; наочного й доступного представлення аналітичної інформації (специфічних знань) для користувачів-дослідників, а також для всіх суб'єктів підготовки наукових кадрів в освітньому та дослідницьких процесах ЗВО/НДІ.

Отже, у контексті дослідження здійснено теоретичні викладки, які спрямовано на перспективу вирішення проблеми уніфікації процесу формування специфічної БЗ в Еко-середовищі ІАС-ПНК засобами ЕОР/ЦОР зі застосуванням розглянутого адаптивного інструментарію у цьому контексті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баклан І. В. (2012). Експертні системи. Курс лекцій: навч. посібник. Київ: НАУ, 132 с.
2. Вахнюк С. В. (2011). Технологія створення програмних та інтелектуальних систем: навч. посібник. Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 254 с.
3. Жук П. Ф. (2009). Методи та засоби подання знань: навч.-метод. комплекс дисципліни для підготовки бакалаврів денної форми навчання за напрямом 0804 «Комп'ютерні науки» спеціальності 6.080400 «Інтелектуальні системи прийняття рішень». Ірпінь, 359 с.
4. Зибін С. В. (2018). Кількісна оптимізація ресурсів інформаційної системи для ефективної підтримки прийняття рішень. Телекомунікаційні та інформаційні технології. Вип. 1 (58). С. 134-141.
5. Кравець В. О., Хавіна І. П., Колибін Ю. М. та ін. (2006). Вступ до експертних систем: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 232 с.
6. Кушнірецька І. І. (2017). Інформаційна технологія динамічної інтеграції слабо структурованих даних у web-системах : дис. ... к. тех. н.: 05.13.06 – інформаційні

технології / Ірина Ігорівна Кушнірецька; Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 164 с.

7. Месюра В. І., Яровий А. А., Арсенюк І. Р. (2006). Експертні системи: навч. посібник (частина 1). Вінниця: ВНТУ, 114 с.

8. Плєскач В. Л., Рогушина Ю. В. (2005). Агентні технології: монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 344 с.

9. Рогушина Ю. В. (2018). Моделі та методи використання онтологій у семантичному пошуку у WEB. Proceedings of the UkrPROG 2018: 11th Inter. Conf. of Progr. (May 22-24, 2018, Kyiv, Ukraine), vol. 2139. pp. 197-203. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2139/197-203.pdf>.

10. Рогушина Ю., Прийма С., Строкань О. (2017). Створення та використання семантичних Wiki-ресурсів: довідник. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Rohushyna_Yuliia/Stvorennia_ta_vykorystannia_semantychnykh_Wiki-resursiv.pdf

11. Руководство по Protégé 4.2. URL: <https://docs.google.com/document/d/1Fg9u9pf5RXBu8bklLh48MkZ01-DLrd8hn3ZJbTh6xg4/edit#>

12. Семеріков С. О., Теплицький І. О. (2006). CLIPS: локалізована оболонка експертної систем для вітчизняної системи освіти. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/77241079.pdf>

13. Соколовська З. М. (2005). Експертні системи в економічних дослідженнях: монографія. Одеса: Астропринт, 240 с.

14. Соколовська З. М. (2012). Використання нечітких експертних систем в практиці економічних досліджень. Економіка: реалії часу: наук. журнал. Вип. 1 (2). С. 162-168. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2012/n1.html>

15. Субботін С. О. (2008). Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: навч. посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 341 с.

16. Шаповалова С. І., Мажара О. О. (2021). Програмний інструментарій розробки експертних систем: комп'ютерний практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 56 с.

17. CLIPS User's Guide/ Version 6.0. NASA. Lyndon B. Johnson space center information systems directorate. Software Technology Branch, 1999. 578 p.

18. Farquhar A., Fikes R., Rice J. (1997). The Ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction. International Journal of Human-Computer Studies, 46 (6), pp. 707-728.

19. Florentin J. J. (2010). Software Review: KEE. Expert Systems, Vol.4, No. 2. pp. 118-220.

20. Forgy C. L. (2004). FuzzyClips User's Manual. Pittsburg, Pa: Carnegie-Mellon University, 310 p.

21. FuzzyCLIPS. – <http://ai.iit.nrc.ca/fuzzy/fuzzy.html>.

22. Friedman-Hill Er. J. (2003). Jess, The Rule Engine for the Java Platform. Distributed 110

Computing Systems Sandia National Laboratories Livermore, CA Version 6.1p4 (8 July 2003). <https://www.csie.ntu.edu.tw/~sylee/courses/jess/docs/>.

23. Guraliuk A. G., Rostoka M. L., Cherevychnyi G. S., Zakatnov D. O., Pavlysh T. H. (2021). Dual-Component Ontograph Visualization IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1031 (1), 012119. In: Springer, Cham, Scopus. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012119> (English).

24. Guraliuk A., Rostoka M., Koshel A., Skvorchevska Y., Luchaninova O. (2022). Ontological Modeling of Electronic Educational Resources. Lecture Notes in Networks and Systems. 390 LNNS, pp. 661–668. In: Springer, Cham, Scopus, WoS. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93907-6_71 (in English).

25. Michon J. A., Akyürek A. (1992). Basic References for Soar. In: Michon J.A., Akyürek A. (eds) Soar: A Cognitive Architecture in Perspective. Studies in Cognitive Systems, vol. 10. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2426-3_9.

26. Musen M. (1998). Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protégé with the EON Architecture. Methods of Inform. in Medicine, pp. 540-550.

27. Rostoka M., Guraliuk A., Kuzmenko O., Bondarenko T., Petryshyn L. (2021). Ontological Visualization of Knowledge Structures Based on the Operational Management of Information Objects. In: Auer M.E., Rüütman T. (eds). Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1329. In: Springer, Cham, Scopus, WoS. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68201-9_82 (in English).

28. Preece A. et al. (2000). The KRAFT Architecture for Knowledge Fusion and Transformation. In: Bramer M., Macintosh A., Coenen F. (eds) Research and Development in Intelligent Systems XVI, pp. 23-38. Springer, London. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0745-3_2.

29. Sure Y., Erdmann M., Angele J., Staab S., Studer R., Wenke D. (2002). OntoEdit: Collaborative ontology development for the Semantic Web. In Proc. of the Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italia.

REFERENCES

1. Baklan I. V. (2012). Ekspertni systemy. Kurs lektzii: navch. posibnyk. Kyiv: NAU, 132 s.
2. Vakhniuk S. V. (2011). Tekhnolohiia stvorennia prohramnykh ta intelektualnykh system: navch. posibnyk. Sumy: DVNZ «UABS NBU», 254 s.
3. Zhuk P. F. (2009). Metody ta zasoby podання znan: navch.-metod. kompleks dystsypliny dlia pidhotovky bakalavriv dennoi formy navchannia za napriamom 0804 «Kompiuterni nauky» spetsialnosti 6.080400 «Intelektualni systemy pryiniattia rishen». Irpin, 359 s.
4. Zybin S. V. (2018). Kilkisna optymizatsiia resursiv informatsiinoi systemy dlia efektyvnoi pidtrymky pryiniattia rishen. Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii, Vyp. 1(58). S. 134-141.
5. Kravets V. O., Khavina I. P., Kolybin Yu. M. ta in. (2006). Vstup do ekspertnykh system:

navch. posib. Kharkiv: NTU «KhPI», 232 s.

6. Kushniretska I. I. (2017). Informatsiina tekhnolohiia dynamichnoi intehtatsii slabostrukturovanykh danykh u web-systemakh : dys. ... k. tekhn. n.: 05.13.06 – informatsiini tekhnolohii / Iryna Ihorivna Kushniretska; Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika». Lviv, 164 s.

7. Mesiura V. I., Yarovi A. A., Arseniuk I. R. (2006). Ekspertni systemy: navch. posibnyk (chastyna 1). Vinnytsia: VNTU, 114 s.

8. Pleskach V. L., Rohushyna Yu. V. (2005). Ahentni tekhnolohii: monohrafiia. Kyiv: Kyiv. nats. torh.-ekon. un–t, 344 s.

9. Rohushyna Yu. V. (2018). Modeli ta metody vykorystannia ontolohii u semantychnomu poshuku u WEB. Proceedings of the UkrPROG 2018: 11th Inter. Conf. of Progr. (May 22-24, 2018, Kyiv, Ukraine), Vol. 2139. pp. 197-203. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2139/197-203.pdf>.

10. Rohushyna Yu., Pryima S., Strokhan O. (2017). Stvorennia ta vykorystannia semantychnykh Wiki-resursiv: dovidnyk. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Rohushyna_Yuliia/Stvorennia_ta_vykorystannia_semantychnykh_Wiki-resursiv.pdf?

11. Rukovodstvo po Protégé 4.2. URL: <https://docs.google.com/document/d/1Fg9u9pf5RXBu8bklLh48MkZ01-DLrd8hn3ZJbTh6xg4/edit#>.

12. Semerikov S. O., Teplytskyi I. O. (2006). CLIPS: lokalizovana obolonka ekspertnoi system dlia vitchyznianoï systemy osvity. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/77241079.pdf>

13. Sokolovska Z. M. (2005). Ekspertni systemy v ekonomichnykh doslidzhenniakh: monohrafiia. Odesa: Astroprint, 240 s.

14. Sokolovska Z. M. (2012). Vykorystannia nechitkykh ekspertnykh system v praktytsi ekonomichnykh doslidzhen. Ekonomika: realii chasu: nauk. zhurnal. Vyp. 1 (2). S. 162-168. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2012/n1.html>

15. Subbotin S. O. (2008). Podannia y obrobka znan u systemakh shtuchnoho intelektu ta pidtrymky pryiniattia rishen: navch. posibnyk. Zaporizhzhia : ZNTU, 341 s.

16. Shapovalova S. I., Mazhara O. O. (2021). Prohramnyi instrumentarii rozrobky ekspertnykh system: kompiuternyi praktykum: navch. posib. dlia zdobuvachiv stupenia doktora filosofii zi spetsialnosti 122 Kompiuterni nauky. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 56 s.

17. CLIPS User's Guide/ Version 6.0. NASA. Lyndon B. Johnson space center information systems directorate. Software Technology Branch, 1999. 578 p.

18. Farquhar A., Fikes R., Rice J. (1997). The Ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction. International Journal of Human-Computer Studies, 46(6), pp. 707-728,

19. Florentin J. J. (2010). Software Review: KEE. Expert Systems, Vol.4, No. 2. pp. 118-220.

20. Forgy C. L. (2004). FuzzyClips User's Manual. – Pittsburg, Pa: Carnegie-Mellon University, 310 p.
21. FuzzyCLIPS. – <http://ai.iit.nrc.ca/fuzzy/fuzzy.html>.
22. Friedman-Hill Er. J. (2003). Jess, The Rule Engine for the Java Platform. Distributed Computing Systems Sandia National Laboratories Livermore, CA Version 6.1p4 (8 July 2003). <https://www.csie.ntu.edu.tw/~sylee/courses/jess/docs/>.
23. Guraliuk A. G., Rostoka M. L., Cherevychnyi G. S., Zakatnov D. O., Pavlysh T. H. (2021). Dual-Component Ontograph Visualization IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1031 (1), 012119. In: Springer, Cham, Scopus. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012119> (English).
24. Guraliuk A., Rostoka M., Koshel A., Skvorchevska Y., Luchaninova O. (2022). Ontological Modeling of Electronic Educational Resources. Lecture Notes in Networks and Systems. 390 LNNS, pp. 661–668. In: Springer, Cham, Scopus, WoS. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93907-6_71 (in English).
25. Michon J. A., Akyürek A. (1992). Basic References for Soar. In: Michon, J.A., Akyürek, A. (eds) Soar: A Cognitive Architecture in Perspective. Studies in Cognitive Systems, vol. 10. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2426-3_9.
26. Musen M. (1998). Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protégé with the EON Architecture. Methods of Inform. in Medicine, pp. 540-550.
27. Rostoka M., Guraliuk A., Kuzmenko O., Bondarenko T., Petryshyn L. (2021). Ontological Visualization of Knowledge Structures Based on the Operational Management of Information Objects. In: Auer, M.E., Rüütmann, T. (eds). Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1329. In: Springer, Cham, Scopus, WoS. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68201-9_82 (in English).
28. Preece A. et al. (2000). The KRAFT Architecture for Knowledge Fusion and Transformation. In: Bramer M., Macintosh A., Coenen F. (eds) Research and Development in Intelligent Systems XVI, pp. 23–38. Springer, London. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0745-3_2.
- Sure Y., Erdmann M., Angele J., Staab S., Studer R., Wenke D. (2002). OntoEdit: Collaborative ontology development for the Semantic Web. In Proc. of the Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italia.

Received 26.04.2022.

Accepted 28.04.2022.

Adaptive tools for formation of the knowledge base of information and analytical system of training scientific staff

The author emphasizes the urgency of preserving the integrity of the scientific and educational process for the training of highly qualified personnel in higher education universities and research institutions. It is noted that the consequences of force majeure, including quarantine from the COVID-19 pandemic and the current martial law in Ukraine, cause some adjustments in the organization of training of scientific staff. In this

ISSN 1562-9945 (Print) 113
ISSN 2707-7977 (Online)

regard, it is likely that the problem of creating a fundamentally new information-analytical system (IAS), which in this vector will include a specific knowledge base following the requests of research users – subjects of scientific training. Thus, the article aims to present the results of the doctoral research, in particular on the intermediate content analysis of scientific, information and reference, educational and methodological and other literature sources and practice-oriented resources on the development of information technology and systems and their adaptive transfer, which will contribute to the accumulation of analytical information and its digitization. Emphasis is placed on the rationality of creation and use of intelligent IAS based on the formed specific knowledge bases using semantic technologies and ontological modelling. This is due to the existence of a large amount of diverse analytical information, based on which the issues of any research, which in the context of training is a mandatory component of scientific and educational activities of applicants for scientific education (undergraduates, graduate and doctoral researchers, etc.). It is claimed that a modern researcher will be able to master modern tools and expert technologies of information and analytical activities. A brief description of the adaptive tools with which the formation of a specific knowledge base in the IAS of training of scientific staff is presented. It is noted that semantic and ontological approaches are the most effective in this regard for building information systems, in particular those related to the development of information-analytical competence of applicants for scientific education.

Keywords: Information-Analytical System, Training of Scientific Staff, Knowledge Base, Tools, Adaptability, Semantic Network, Ontological Approach, Expert System, Digitalization.

Ростока Марина Львівна – кандидат педагогічних наук, докторант кафедри інженерії програмного забезпечення факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії Національного авіаційного університету; старший науковий співробітник відділу наукового інформаційно-аналітичного супроводу освіти Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського, НАПН України (м. Київ).

Rostoka Marina – Ph.D of Pedagogical Sciences, Doctoral Researcher of the Software Engineering Department in Faculty of Cybersecurity, Computer and Software Engineering of National Aviation University; Senior Researcher of the Department of Scientific Information and Analytical Support of Education of the V. O. Sukhomlynskyi State Scientific and Pedagogical Library of Ukraine, NAES of Ukraine (Kyiv).