

О. К. Ладичук

## ОНТОЛОГІЯ ЯК ЗАСІБ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

**Анотація.** На сьогодні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) відіграють вирішальну роль у багатьох, якщо не в усіх, сферах людської діяльності, радикально впливають на користувачів, їх роботу та робоче середовище. Сучасні ІКТ забезпечують збір та обробку інформації, зберігання даних, накопичення та генерацію знань, організацію й прискорення спілкування. Для реалізації різноманітних сервісів розробляються інформаційні системи, послуги яких тісно пов'язані з дизайном діяльності користувачів у соціальному контексті. Тому важливою складовою контексту, в який вбудована інформаційна послуга, є так звана предметна область (домен). Наявність точного представлення концептуалізації предметної області стає ще більш важливою, коли існує необхідність інтеграції різних незалежно розроблених інформаційних систем (або моделей, на яких ці системи засновані). Здатність систем взаємодіяти (тобто працювати разом), маючи при цьому сумісну семантику реального світу, відома як семантична сумісність. У статті розглядаються медичні онтологічні інформаційні системи, що можуть бути використані для представлення семантичних даних. Розглянуто проблеми обробки, представлення, використання та інтеграції великих обсягів медичних даних. Проаналізовано різноманітні онтології в галузі охорони здоров'я, що полегшують повторне використання медичних знань та обмін ними. Порушено питання електронних медичних карт та персональних медичних карт здоров'я як важливого компоненту надання якісних медичних послуг. Також розкривається термінологія біомедичної онтології, надається вичерпна характеристика переваг цієї системи, проводиться деталізація шляхів семантичної інтероперабельності в галузі охорони здоров'я. Інтероперабельність забезпечується шляхом індексування результатів інтеграції трансдисциплінарних семантично пов'язаних контекстів розподілених гетерогенних інформаційних ресурсів (Big Data). Наводяться приклади використання онтології з системної біомедицини, а також особливості отримання неявно заданих даних.

**Ключові слова:** онтологія, біомедична онтологія, онтологічне представлення інформації, гетерогенність.

**Постановка проблеми.** Медичні знання становлять величезний клінічний словниковий запас, що містить описи анатомії та патології людини, діагностичних та лікувальних процедур, станів людини (захворювань) та пов'язаних із ними симптомів. Складна структура медицини як предметної області зумовлює постійні розбіжності щодо того, які з її сутностей існують. У найпростішому варіанті — це конкретні морфологічні структури, патогенні агенти, фізіологічні та патологічні процеси, хвороби, психо-

соматичні співвідношення, терапевтичні ефекти тощо. У більш складних випадках ідеться про коморбідність, поліморбідність, плейотропні ефекти фармакологічних препаратів тощо. Проектування реляційних баз даних для моделювання такого обсягу даних не здатне представляти глибокий рівень внутрішніх відношень, що існує між цими субдоменами.

Перспективним напрямом розвитку медичних інформаційних систем є онтології, що можуть бути застосовані для представлення семантичних даних, що використовуються в пересічних та проблемних (сильно деталізованих) задачах. Онтологічні моделі, на відміну

від інших моделей представлення знань, можуть інтегрувати загальні знання, що також придатно для багатьох додатків / задач, попри те, що досягти консенсусу можливо далеко не завжди.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Онтології в медицині розроблені для полегшення повторного використання та обміну медичними знаннями [1].

На сьогодні існують різноманітні онтології в галузі охорони здоров'я, що розробляються медичними експертами та фахівцями з IT-індустрії. Деякі з них наведені нижче.

Систематизована номенклатура медицини — клінічні терміни (*Systemized Nomenclature of Medicine — Clinical Terms (SNOMED-CT)*) — організована, всеосяжна, комп'ютеризована, багатосьова і контрольована медична термінологія, що описує клінічні дані, симптоми, діагнози, процедури, структури тіла, організми та причини захворювань, речовини, фармацевтичні засоби та прилади. Вона широко розглядається як найбільш повна клінічна термінологія охорони здоров'я у світі. Основною метою SNOMED-CT є індексація медичних записів [2].

*NANDA (North American Nursing Diagnosis Association) Taxonomy II* є найбільш широко використовуваною класифікацією пацієнтських явищ у сфері догляду за хворими. Вона розроблена і підтримується *NANDA International*. Таксономія II *NANDA* має ієрархічну структуру з 12 доменів, 47 класів та 188 діагнозів [3].

Система Уніфікованої медичної мови (*Unified Medical Language System (UMLS)*) була розроблена Національною медичною бібліотекою (*National Library of Medicine (NLM)*) з метою усунення двох важливих перешкод для ефективного пошуку машиночитаної інформації, що включає використання різноманітних імен для вираження одного концепту та відсутність стандартного формату для розповсюдження термінології. *UMLS* — це сукупність декількох контрольованих словників у сфері охорони здоров'я, яку можна розглядати як комплексний тезаурус і онтологію біомедичних концептів. *UMLS* сприяє інтероперабельності в охороні здоров'я шляхом включення та поширення ключової термінології, класифікації та стандартів кодування й відповідних ресурсів [4].

*OpenGALEN* — це проєкт з відкритим кодом, який спрямований на забезпечення семантичної

інтеграції у сфері охорони здоров'я. Це клінічна термінологія, яка описана формальною та медично-орієнтованою мовою, відомою як *GRAIL* (мова представлення й інтеграції *GALEN*) — мова концептуального моделювання і формальна система для моделювання медичних концептів, спеціально розроблена для визначення обмежень у галузях медицини. Призначення *OpenGALEN* полягає в забезпеченні зручної роботи з різними природними мовами та інтеграції з різними схемами кодування. Функція цієї моделі полягає в тому, щоб зберігати такі клінічні матеріали, як медичні концепти, а також використовувати їх як основу для отримання конкретних знань про протоколи або підтримку прийняття рішень.

**Мета статті.** Огляд нових рішень для моделювання предметних областей на основі онтологій, які становитимуть безумовний інтерес для фахівців галузі управління знаннями та охорони здоров'я.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки галузь охорони здоров'я рухається в напрямі ширшого застосування інформаційних технологій, таких як електронні медичні карти (**ЕМК**) та персональні медичні карти здоров'я (**ПМКЗ**), що відображають множинні аспекти здоров'я пацієнта (наприклад, перенесені захворювання, ліки, які вживаються, попередні процедури тощо), аналіз даних та інтеграція стали важливими компонентами у наданні якісних медичних послуг. Наприклад, дані про пацієнтів можуть надходити до систем ЕМК, які фіксують лікування, симптоми та захворювання. Вони також можуть надходити від ПМКЗ, таких як *Google Health1* і *Microsoft HealthVault 2*, а також інших додатків про здоров'я та здоровий спосіб життя, як-от *LiveStrong* та *TrialX*, що охоплюють додаткові аспекти здоров'я пацієнта, такі як фізичні навантаження та дієта. Інтеграція цих джерел даних дасть змогу медичним працівникам ефективно відповідати на такі запитання:

1. Яке лікування проводили іншим пацієнтам з подібним станом здоров'я?
2. Якою була ефективність такого лікування для пацієнтів із заданим фізіологічним профілем?
3. Які ліки призначаються пацієнту зараз і як вони впливають на процес лікування?
4. Як можна усвідомлено знайти та використати величезну кількість медичних знань, таких

як кодифіковані медичні словники, наукові публікації та результати клінічних випробувань, що знаходяться у відкритому доступі?

5. Як можна використовувати інформацію про здоров'я та здоровий спосіб життя, що зберігається пацієнтом у ПМКЗ та інших додатках, для підвищення якості медичної допомоги?

Реалізація засобів інтеграції медичної інформації може сприяти потенційному заощадженню великих коштів на витрати в галузі охорони здоров'я [5], одночасно підвищуючи якість медичної допомоги.

Біомедичні онтології є перспективним рішенням для інтеграції гетерогенних джерел даних, що забезпечить загальний словник на основі інтероперабельності, вирішення неоднозначності тощо. Проте насамперед розв'язання потребують такі проблеми, що виникають унаслідок гетерогенності власне онтологій:

- синтаксична гетерогенність — має місце, коли дві онтології виражені різними мовами;
- термінологічна гетерогенність — має місце, коли різноманітні клінічні терміни становлять однакові сутності в різних онтологіях. Це може бути викликано використанням різних природних мов. Прикладом такого типу гетерогенності є «серцевий» і «кардіологічний», які є синонімами;
- концептуальна, або семантична гетерогенність — має місце, коли два контексти зумовлюють різну інтерпретацію однієї й тієї самої інформації (наприклад, омоніми та синоніми). Її можна розподілити на три субпроблеми, що містять різницю в охопленні, деталізації та перспективі. Відмінності в охопленні виникають, якщо онтології написані з однієї точки зору, тобто вони написані в одному контексті та з порівнюваним словником, але частини предметної області описані по-різному і лише частково перетинаються. Різниця в деталізації виникає, коли описується одна й та сама частина предметної області, але глибина деталей не еквівалентна. Якщо точки зору, з яких проектується онтологія, відрізняються, то відрізняється й перспектива [6];
- семіотична, або прагматична гетерогенність викликана суб'єктивною інтерпретацією термінів людьми. Терміни можуть розглядатися згідно з їх контекстами, так що терміни з однаковими значеннями інтерпретуються різним чином.

Для усунення онтологічної гетерогенності, а також досягнення семантичної інтероперабельності в галузі охорони здоров'я онтології повинні бути узгоджені.

Відображення результатів інтеграції трансдисциплінарних семантично пов'язаних контекстів розподілених гетерогенних інформаційних ресурсів (Big Data) забезпечується засобами індексування.

Засоби індексування базуються на корпусних лексикографічних технологіях та теорії, архітектурі й системотехніці лексикографічних систем [7].

Методологічною основою корпусних лексикографічних технологій є теорія семантичних станів, на основі якої здійснюється семантико-синтаксичний аналіз природномовних об'єктів та трансдисциплінарних даних [8].

Хоча зусилля із забезпечення узгодження між різними біомедичними онтологіями на основі стандартизації описаних даних досягли певного ефекту, медичні суб'єкти все ж зазнають проблем при інтеграції власних даних: від синтаксичних відмінностей (наприклад, від різних термінологій, призначень імен і форматів) до більш глибоких семантичних відмінностей (наприклад, різної деталізації для етапів моделювання в медичному протоколі).

Тому на практиці необхідно не лише об'єднати декілька онтологій, щоб повністю реалізувати змістовну інтеграцію та аналіз даних у сфері охорони здоров'я, а й розробити рішення, які можуть автоматизувати цей процес або мінімізувати зусилля людини завдяки створенню семантичної взаємодії.

Одним з таких рішень є застосування когнітивних ІТ-технологій, що забезпечують процес семантичного аналізу інформаційних ресурсів незалежно від формату їх створення та дають змогу розглядати весь зміст інформаційних ресурсів як єдиний наратив [9; 10]. При цьому когнітивні сервіси реалізують структурування і класифікацію інформації, синтезують необхідні документи на основі семантичного аналізу, виявляють властивості інформаційних процесів і забезпечують вибір та прийняття оптимальних рішень для прогнозування їх розвитку. Фактично когнітивні ІТ-технології спроможні здійснити повномасштабну інтеграцію інформаційних ресурсів, незалежно

від їх тематики, формату, стандартів та технологій створення, формуючи єдиний інформаційний простір. Такий підхід спроможний забезпечити доступ до відповідної інформації кожному лікарю згідно з його функціональними завданнями та посадовими обов'язками, а також створити технологічні умови для налагодження ефективної взаємодії між різними науковими та клінічними установами.

Для реалізації онтології «Системна біомедицина» [11] була використана когнітивна інформаційна технологія (KIT) «ПОЛІЕДР» [12], призначена для підтримки процесів семантико-лінгвістичного аналізу великих обсягів просторово розподіленої неструктурованої інформації (Big Data), їх структуризації, встановлення контекстних зв'язків між документами, що обробляються, для прогнозування та підтримки процесів раціонального вибору з наступним формуванням інформаційно-аналітичних веб-орієнтованих рішень.

KIT «ПОЛІЕДР» забезпечує:

- семантико-лінгвістичний аналіз медичних мережевих інформаційних ресурсів, які мають значну кількість міждисциплінарних відношень та створені на основі використання різних інформаційних технологій і стандартів;
- трансдисциплінарний аналіз та інтеграцію з іншими мережевими інформаційними системами та веб-орієнтованими додатками;
- таксономізацію наративів довільних документів та відображення їх структури, включаючи міжконтекстні зв'язки;
- створення онтологічних інтерактивних документів;
- виявлення латентної інформації в аналізованих інформаційних ресурсах;
- підтримку форматів і протоколів Семантичної павутини;
- опрацювання великих даних (Big Data);
- синхронізацію медичної документації, отриманої з різних джерел (лабораторій, діагностичних центрів, лікарень, наукових установ тощо);
- доступ користувачів до медичної інформації з метою загальної обізнаності про функціонування власного організму та розуміння призначених лікарем маніпуляцій (аналізів, процедур, оперативного втручання тощо) та вибору тактики лікування та/або реабілітації;

- інтерактивність усіх медичних документів на рівні стандарту HL7 (Health Level 7):
  - RIM (Reference Information Model) — основне джерело змісту даних усіх HL7-повідомлень і документів);
  - розкладування (Storyboard) в термінах системного проектування, UML;
  - Vocabulary — таблиці, побудовані на принципах мета тезауруса UMLS й описані засобами HL7 або LOINC, SNOMED, HIPAA, місцеві, національні словники;
  - HMD (Hierarchical Message Descriptor);
  - CDA (Clinical Document Architecture);
  - EHR System (Electronic Health Record Systems): Care Management, Clinical Support, (Information Infrastructure);
  - Arden Syntax — мова Медичних Логічних Модулів (Medical Logic Modules) кодування медичних знань;
- інтерактивну інтероперабельну взаємодію з медичною документацією (результати аналізів, дані обстеження, призначення лікарів, довідки тощо) незалежно від формату і технології створення [13].

*Розглянемо приклади використання онтології з системної біомедицини.*

1. Пошук необхідних вершин з використанням пошукового запиту всередині онтології

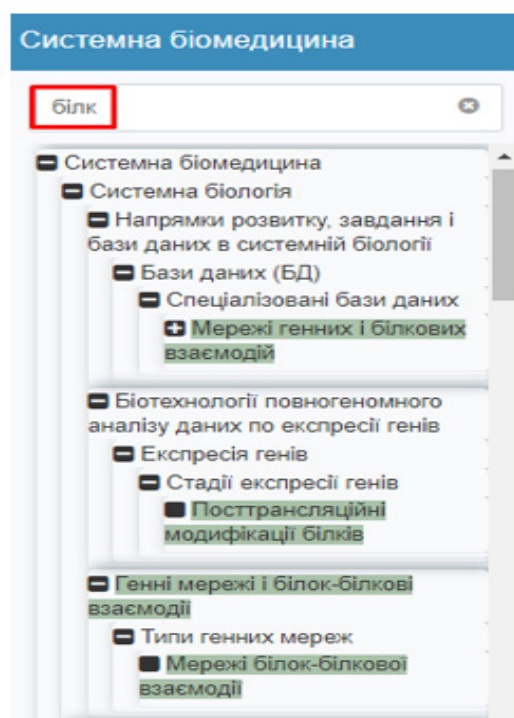


Рис. 1. Пошук вершин в онтології

2. Використання вбудованих в онтологію посилань на ресурси



МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА  
ТА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 519.1 + 612.089

DOI: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.3.9462>

## КАРДІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МЕРЕЖЕВОЇ МЕДИЦИНИ

О. П. Мінцер, В. М. Заліський<sup>1</sup>

Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика

<sup>1</sup>ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології імені академіка М. Д. Стражеска» НАМН України»

У статті подано короткий огляд основних публікацій із мережевої медицини та застосування комплексного мережевого аналізу білкових взаємодій у вивченні захворювань людини. З огляду на функціональні взаємозалежності між молекулярними компонентами в клітині людини, захворювання рідко є наслідком аномалії в одному гені, але відображає комплексні аномалії внутрішньоклітинної мережі. Нові інструменти мережевої медицини пропонують платформу для системного вивчення не лише молекулярної складності конкретного захворювання (що веде до ідентифікації модулів і шляхів захворювання), але також і молекулярних відносин між явно вираженими (патогенними) фенотипами.

Постулюється, що, виявляючи нові гени захворювань, необхідно визначити біологічну значимість пов'язаних із захворюванням мутацій, виявлених у результаті досліджень геному в цілому, та повного секвенування геному, а також виявлення мішеней і біомаркерів складних захворювань.

Робиться також висновок, що мережева медицина й онтологія знань мають багато спільного як у стратегії створення, так і в технологіях використання. Проте завдання багатовимірного моделювання сьогодні переважно виконуються в стратегії «онтологія знань». Те ж можна сказати й про освіту, де онтологічні рішення більш популярні.

Увагу приділено питанням мережевого взаємозв'язку різних кардіологічних захворювань на молекулярному та функціональному рівнях. Багато захворювань, особливо розповсюджені, є результатом комплексних клітинних фенотипів.

Рис. 2. Перехід за посиланням до внутрішнього джерела інформації

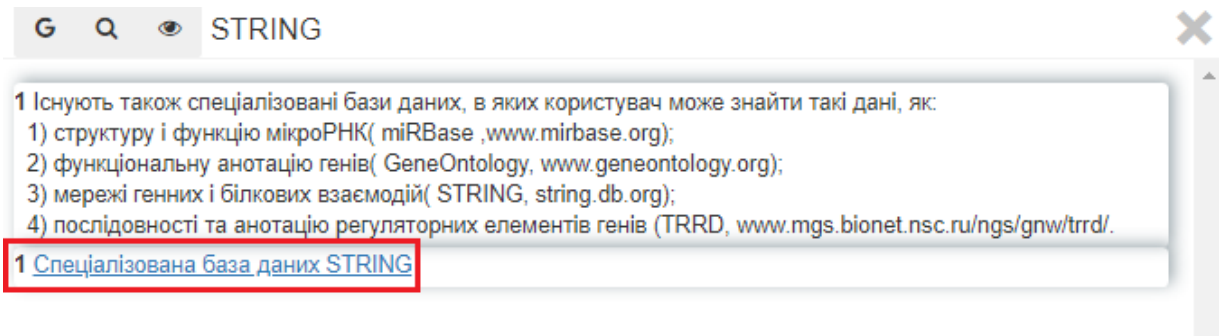


Рис. 3. Перехід за посиланням до зовнішнього джерела інформації

3. Перегляд малюнків та описів до них

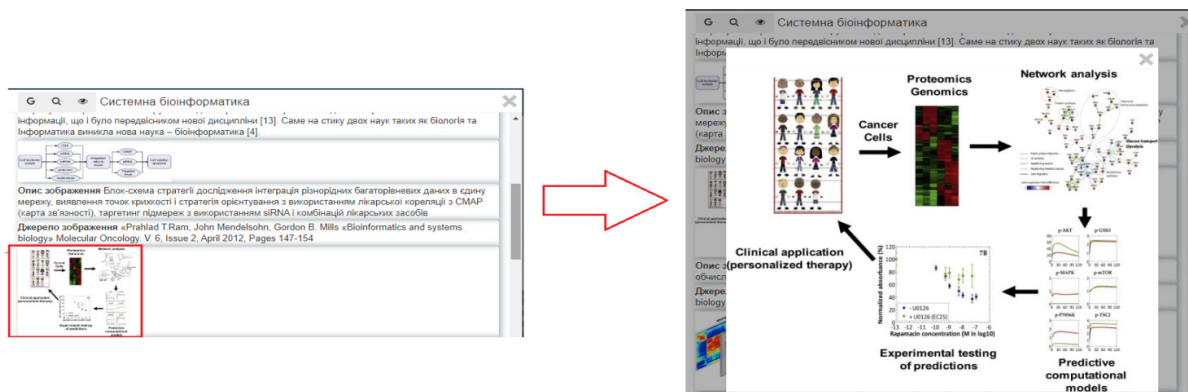


Рис. 4. Перегляд малюнків в онтології

4. Перехід до інших тематичних онтологій

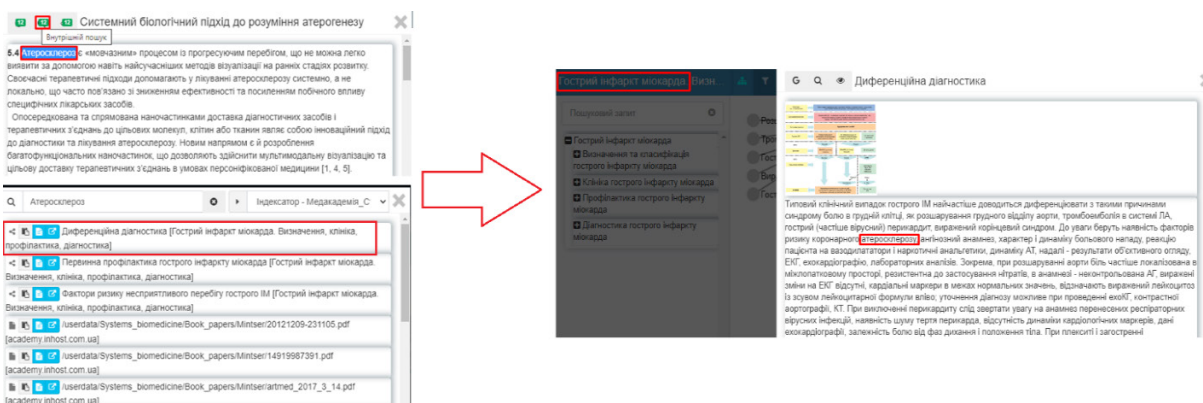


Рис. 5. Перехід до інших онтологій

5. Можливість пошуку інформації англійською мовою

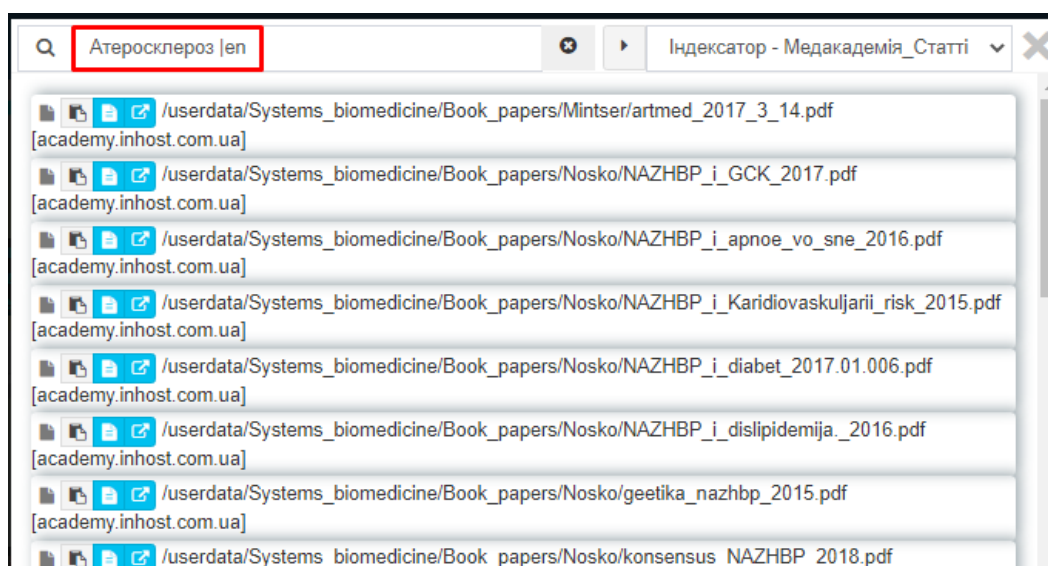


Рис. 6. Пошук інформації англійською мовою

6. Можливість створення пошукових онтологій (без збереження, у режимі перегляду) на основі пошукового запиту

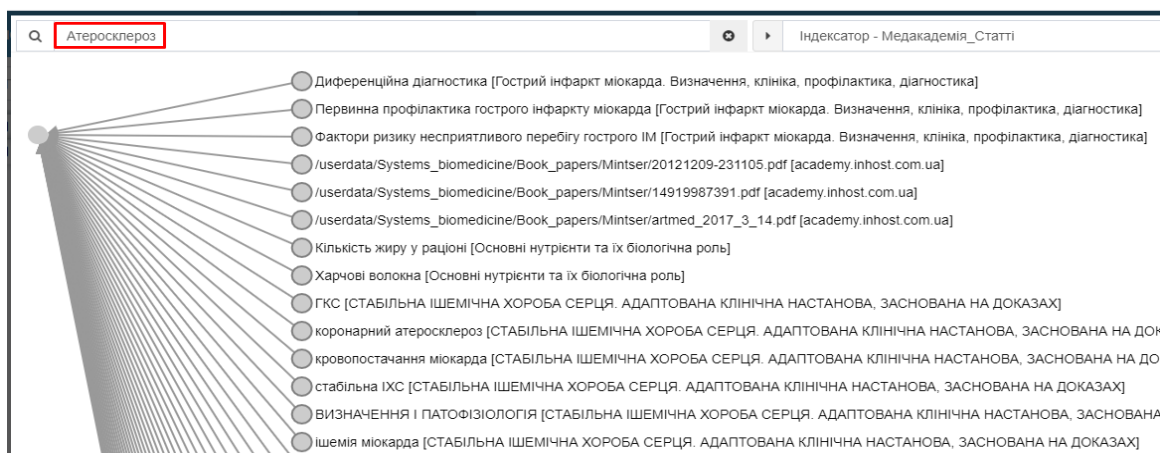


Рис. 7. Пошукова онтологія

7. Можливість переходу на базу білків STRING за пошуковим запитом

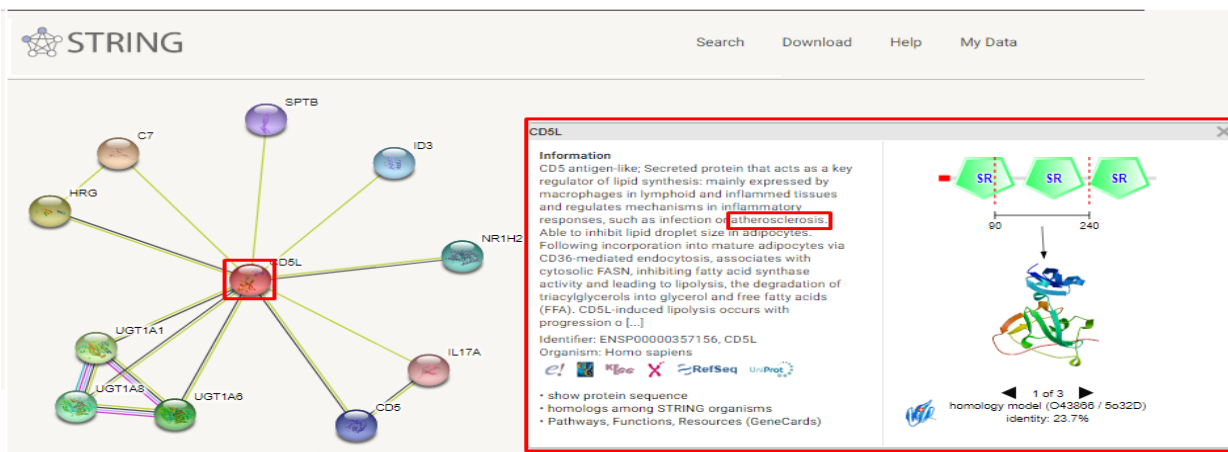
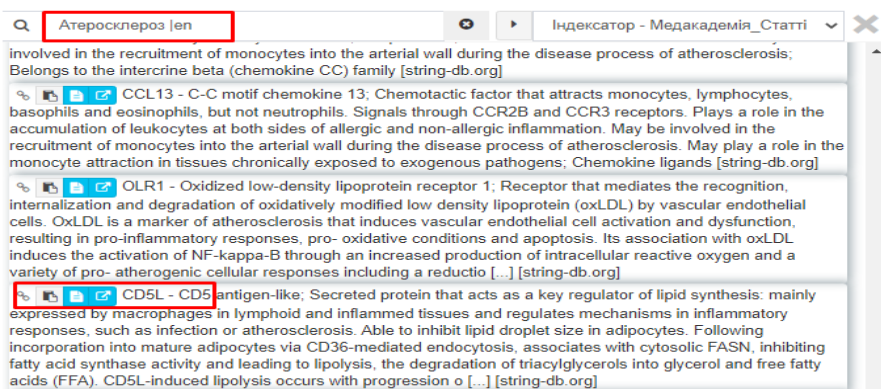


Рис. 8. Перехід на базу білків STRING за пошуковим запитом



8. Можливість фільтрації вершин та зв'язків (доступно для графового режиму)

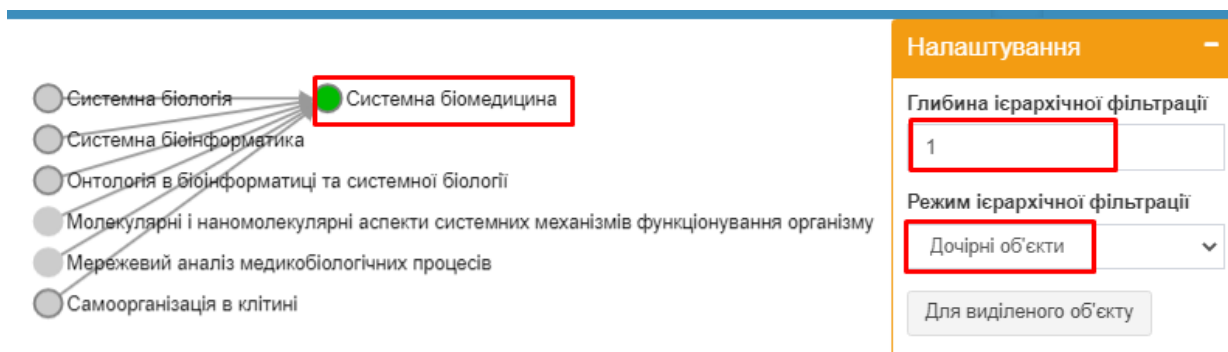


Рис. 9. Один з можливих режимів фільтрації онтології

Отримання не заданих явно в онтології «Системна біомедицина» знань шляхом логічного висновку реалізується інструментарієм KIT «ПОЛІЕДР», зокрема інтерфейсом відображення описаних в онтології знань «пошукова призма». Формальна семантика онтології, представлена у вигляді пошукової призми, визначає, як отримувати логічні висновки, тобто факти, які не присутні безпосередньо в онтології, але можуть бути виведені з існуючих за допомогою семантики. Ці висновки можна отримати з одного документа або з множини розподілених документів, які були занесені до індексної зони.

Пошукова призма являє собою набір прямокутників-екранів, що відображають назву грані (пошуковий запит) та прев'ю змісту документів (статей) (рис. 10).

Максимальна кількість пошукових результатів за замовчуванням становить 25, а перегляд тих, що виходять за межі однієї грані, здійснюється за допомогою функції перемикавання екранів < [2] >.

Перегляд усіх граней пошукової призми здійснюється шляхом утримання миші та її обертання за допомогою утримання натиснутою лівої клавіші миші або за допомогою вибору сторони, на яку потрібно обернутись, за допомогою лівого меню, що має назву ієрархічного фільтра.

На рис. 11 представлені ієрархічний фільтр, грань призми «P53 — системний біорегулятор мережевої взаємодії у клітині» та результати пошуку за запитом. Інтерфейс грані містить назву — пошуковий запит, що відображається



Рис. 10. Загальний вигляд пошукової призми

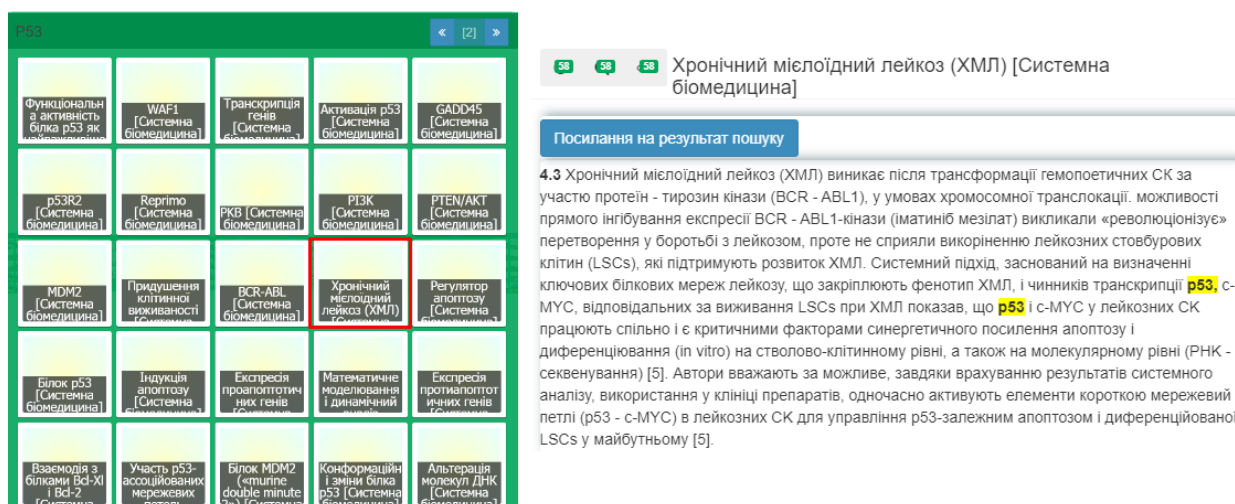




Рис. 11. Перехід до результатів пошукових запитів

у верхній частині грані, результати пошуку, що розміщуються у вигляді квадратів із назвами пошукових результатів, інструмент перемикання сторінки праворуч та вкладений інструмент вибору призми зліва.

Результати пошуку розміщуються в квадратах з назвами статей на грані пошукової призми. При натисненні на будь-який з них відкривається меню перегляду результату пошуку (рис. 11). Знайдені пошукові запити підсвічуються жовтим кольором. Якщо пошуковий запит був знайдений у різних джерелах, їх відображення розділятиметься горизонтальною рисою.

Вікно результатів пошуку також містить посилання на вихідний ресурс, який можна відкрити за допомогою кнопки «Посилання на результат пошуку» (рис. 12).

Пошукова призма відображає попередньо задані пошукові запити у вигляді імен елементів онтології, а також дає змогу формувати пошукові запити з контекстів екземплярів онтології, використовуючи додаткове меню пошуку , що відображається у верхній частині спливаючого вікна результату пошуку.

Для цього обирається будь-який фрагмент тексту у спливаючому вікні результатів пошуку, після чого кнопки в додатковому меню пошуку активуються  для використання при виконанні додаткових пошукових запитів.

Аналогічний набір кнопок відображається у верхній частині головного вікна. Ці кнопки переважно використовуються для пошуку тексту, обраного на панелі ліворуч.

Кнопка зовнішнього пошуку відкриває у новому вікні сторінку пошукової системи, причому обраний фрагмент контексту елемента онтології є пошуковим запитом (рис. 13).

Кнопка внутрішнього пошуку відкриває спливаюче вікно з обраним контекстом — пошуковим запитом (рис. 14). У вікні відображаються результати пошуку у вигляді рядків, кожен з яких містить заголовок пошукового результату (з доменом, з якого було взято оригінальний ресурс) та кнопки, що відкривають спливаюче вікно результатів пошуку або посилання на вихідний ресурс.

Варіантом внутрішнього пошуку є онтологічний пошук (рис. 15), що відображає результати пошуку не у вигляді рядків, а — вузлів в онтографі. Спливаюче вікно результатів пошуку можна відкрити, двічі натиснувши на вузол графа лівою кнопкою миші.

Після відкриття вікна зовнішнього або онтологічного пошуку пошуковий запит, введений у верхній частині, можна змінити, відредагувавши його вручну.

**Висновки.** 1. Онтології відіграють важливу роль у різних аспектах освіти, таких як пошук та веб-доступ до навчального матеріалу, автоматизація процесів для підвищення ефективності навчальної діяльності, обмін інформацією між різними структурними підрозділами або навчальними закладами та організація процесу навчання.

2. Основною перевагою використання онтологій у системі охорони здоров'я є здатність розв'язувати проблему семантичної гетерогенності,

58

58

58

## Хронічний мієлоїдний лейкоз (ХМЛ) [Системна біомедицина]

### Посилання на результат пошуку

**4.3** Хронічний мієлоїдний лейкоз (ХМЛ) виникає після трансформації гемопоетичних СК за участю протеїн - тирозин кінази (BCR - ABL1), у умовах хромосомної транслокації. можливості прямого інгібування експресії BCR - ABL1-кінази (імаїніб мезілат) викликали «революціонізує» перетворення у боротьбі з лейкозом, проте не сприяли викоріненню лейкозних стовбурових клітин (LSCs), які підтримують розвиток ХМЛ. Системний підхід, заснований на визначенні ключових білкових мереж лейкозу, що закріплюють фенотип ХМЛ, і чинників транскрипції p53, c-MYC, відповідальних за виживання LSCs при ХМЛ показав, що p53 і c-MYC у лейкозних СК працюють спільно і є критичними факторами синергетичного посилення апоптозу і диференціювання (in vitro) на стоволово-клітинному рівні, а також на молекулярному рівні (РНК - секвенування) [5]. Автори вважають за можливе, завдяки врахуванню результатів системного аналізу, використання у клініці препаратів, одночасно активують елементи короткою мережевий петлі (p53 - c-MYC) в лейкозних СК для управління p53-залежним апоптозом і диференційованої LSCs у майбутньому [5].



G

Q

👁

## Хронічний мієлоїдний лейкоз (ХМЛ)

**4.3** Хронічний мієлоїдний лейкоз (ХМЛ) виникає після трансформації гемопоетичних СК за участю протеїн - тирозин кінази (BCR - ABL1), у умовах хромосомної транслокації. можливості прямого інгібування експресії BCR - ABL1-кінази (імаїніб мезілат) викликали «революціонізує» перетворення у боротьбі з лейкозом, проте не сприяли викоріненню лейкозних стовбурових клітин (LSCs), які підтримують розвиток ХМЛ. Системний підхід, заснований на визначенні ключових білкових мереж лейкозу, що закріплюють фенотип ХМЛ, і чинників транскрипції p53, c-MYC, відповідальних за виживання LSCs при ХМЛ показав, що p53 і c-MYC у лейкозних СК працюють спільно і є критичними факторами синергетичного посилення апоптозу і диференціювання (in vitro) на стоволово-клітинному рівні, а також на молекулярному рівні (РНК - секвенування) [5]. Автори вважають за можливе, завдяки врахуванню результатів системного аналізу, використання у клініці препаратів, одночасно активують елементи короткою мережевий петлі (p53 - c-MYC) в лейкозних СК для управління p53-залежним апоптозом і диференційованої LSCs у майбутньому [5].

Рис. 12. Перехід до результату пошуку

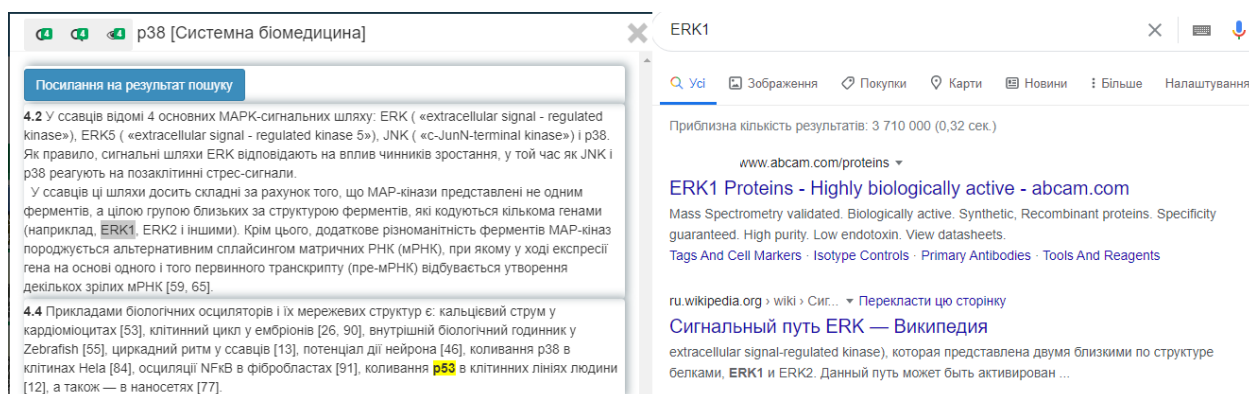


Рис. 13. Застосування зовнішнього пошуку

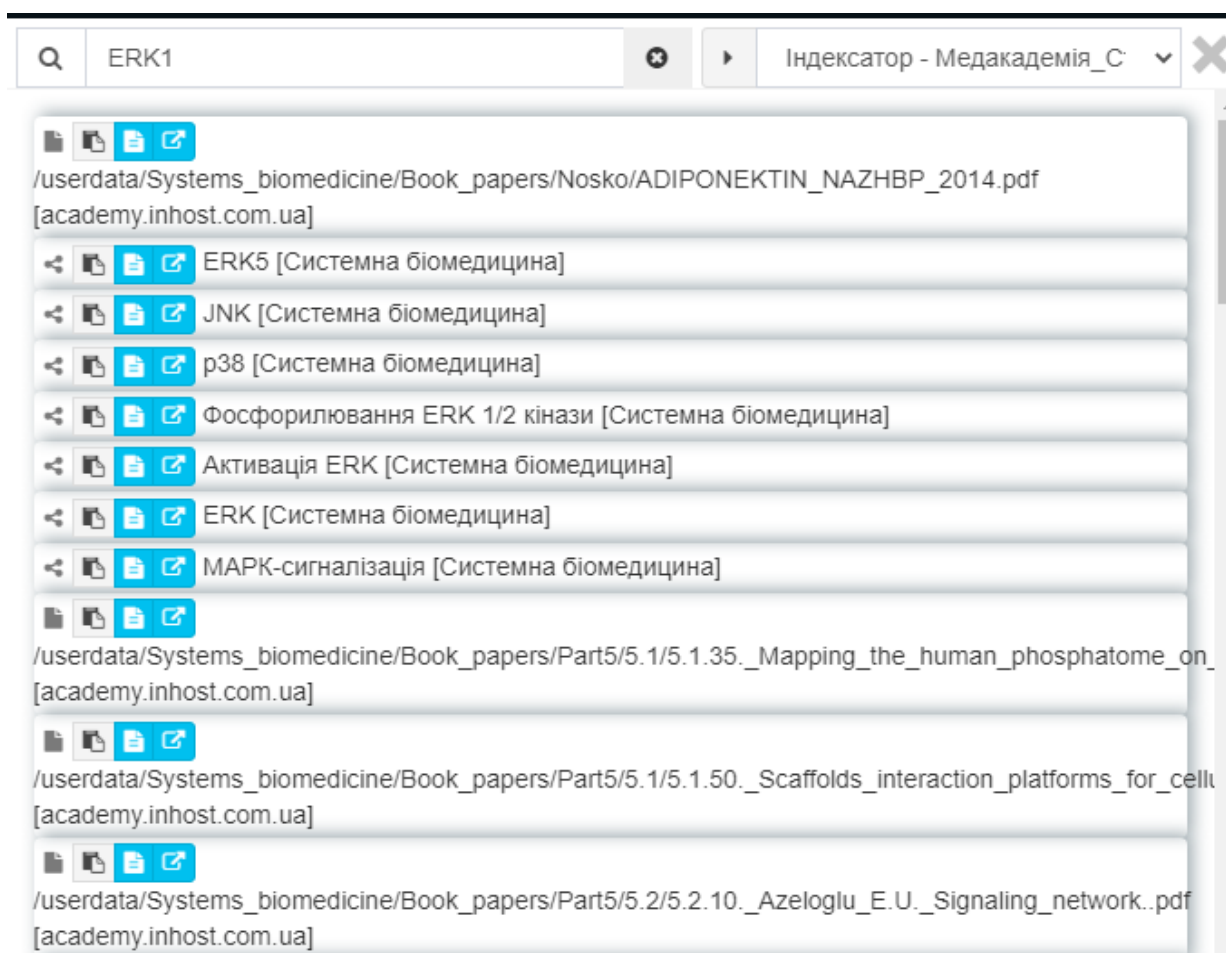


Рис. 14. Використання внутрішнього пошуку

наявну в даних. Онтології визначають взаємозв'язок між різними типами семантичних знань. Вони допомагають у виборі термінів для запитів та інших загальних стратегій пошуку, покращуючи результати пошуку, які представлені клініцистам.

3. Онтологія «Системна біомедицина» є першим кроком на шляху до формального представлення знань, їх обміну та забезпечення комунікації між знаннями та суб'єктами в обраній предметній області.

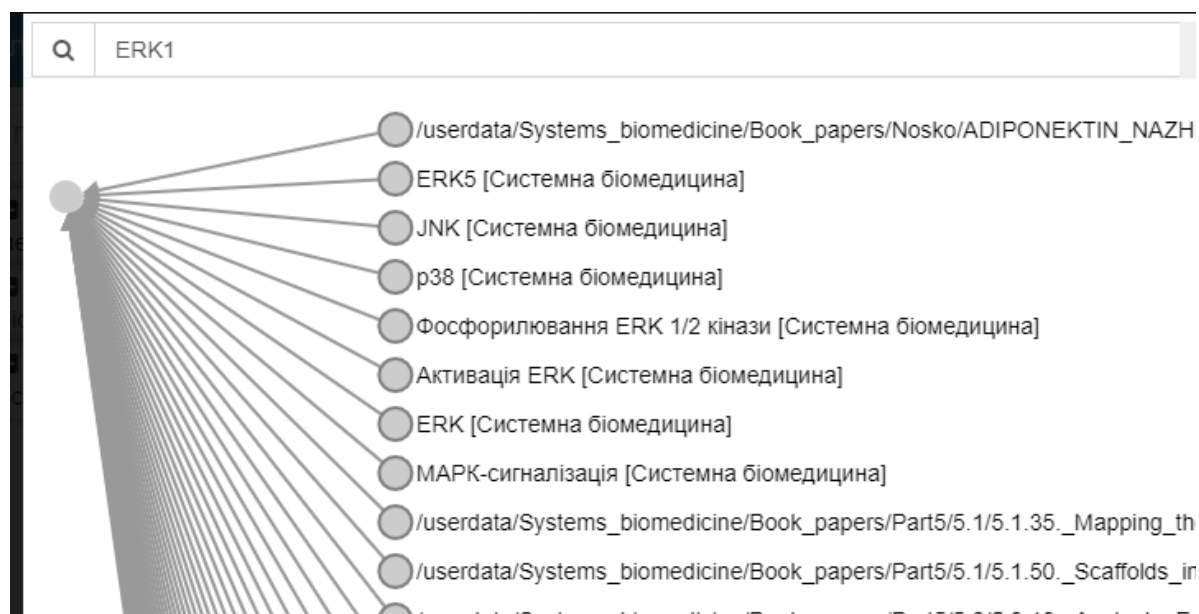


Рис. 15. Використання онтологічного пошуку

**Список використаних джерел**

1. Waraporn P., Meesad P., Clayton G. Proposed Ontology Based Knowledge and Integration Framework. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2010. Vol. 10, № 3. P. 30–36.
2. Fabozzi N. Kaiser's Donation of its Convergent Medical Terminology Dictionary Puts the Spotlight on the Role of Clinical Terminology Services in Driving Meaningful Use of EHRs. *Healthcare and Life Sciences, Frost and Sullivan*. 2010. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/2026438/1-kaisers-donation-of-its-convergent-medical-terminology> (дата звернення: 18.09.2021).
3. Hyeoun-Ae P., Nick H. Clinical Terminologies: A Solution for Semantic Interoperability. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*. 2009. Vol. 15. № 1. P. 1–11.
4. Bodenreider O., Smith B., Kumar A., Burgun A. Investigating Subsumption In DL-Based Terminologies: A Case Study in SNOMED-CT. *First International Workshop on Formal Biomedical Knowledge Representation*. 2004. P. 12–20.
5. Can electronic medical record systems transform health care? Potential health benefits, savings, and costs / Hillestad R. et al. *Health Affairs*. 2005. № 24 (5). P. 1103–1117.
6. Katrin S. Z. Instance-Based Ontology Matching and the Evaluation of Matching Systems. *Inaugural-Dissertation*. Dusseldorf : Department of Computer Science, Heinrich Heine University, 2010.
7. Широков В. А. Інформаційна теорія лексикографічних систем. Київ : Довіра, 1998. 331 с.
8. Широков В. А. Семантичні стани мовних одиниць та їх застосування в когнітивній лексикографії. *Мовознавство*. 2005. № 3–4. С. 47–62.
9. Стрижак О., Чепков Р. Концептографічний аналіз великих даних у форматі наративного дискурсу. *Контроль і управління в складних системах (КУСС–2020) : матеріали XV міжнародної конференції* (м. Вінниця, 8–10 жовтня 2020 р.). Вінниця : ВНТУ, 2020. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/30650> (дата звернення: 18.09.2021).
10. Стрижак О. Є. Таксономічні засади наративного дискурсу. *Медична інформатика та інженерія*. 2020. № 2. С. 137–147. DOI: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.2.11186>
11. Онтологія «Системна біомедицина». URL: <https://shards.stemua.science/?sharedgraph=5e87785552c88> (дата звернення: 12.09.2021).
12. Свідоцтво про авторське право на твір № 96078 від 17.02.2020 р. «Комп'ютерна програма «Когнітивна ІТ-платформа «ПОЛІЕДР» («КІТ «ПОЛІЕДР» («POLYHEDRON»)) / О. В. Стрижак та ін. Офіційний бюлетень. 2020. № 57. С. 402–403.
13. Мінцер О. П., Попова М. А. Когнітивна платформа моніторингу стану здоров'я. *Інновації у вищій медичній та фармацевтичній освіті України (з дистанційним під'єднанням ВМ(Ф)НЗ України за допомогою відеоконференцв'язку) : матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, 16–17 трав. 2019 р. Тернопіль : ТНМУ, 2019. С. 291–292.*

## References

- Waraporn, P., Meesad, P., & Clayton, G. (2010). Proposed Ontology Based Knowledge and Integration Framework. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 10, 3. 30–36.
- Fabozzi, N. (2010). Kaiser's Donation of its Convergent Medical Terminology Dictionary Puts the Spotlight on the Role of Clinical Terminology Services in Driving Meaningful Use of EHRs. *Healthcare and Life Sciences, Frost and Sullivan*. Retrieved from <https://www.yumpu.com/en/document/read/2026438/1-kaisers-donation-of-its-convergent-medical-terminology>
- Hyeoun-Ae, P., & Nick, H. (2009). Clinical Terminologies: A Solution for Semantic Interoperability. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 15, 1, 1–11.
- Bodenreider, O., Smith, B., Kumar, A., & Burgun, A. (2004). Investigating Subsumption In DL-Based Terminologies: A Case Study in SNOMED-CT. *First International Workshop on Formal Biomedical Knowledge Representation*, 12–20.
- Hillestad, R., Bigelow, J., Bower, A., Girosi, F., Meili, R., Scoville, R. et al. (2005). Can electronic medical record systems transform health care? Potential health benefits, savings, and costs. *Health Affairs*, 24 (5), 1103–1117.
- Katrin, S. Z. (2010). Instance-Based Ontology Matching and the Evaluation of Matching Systems. *Inaugural-Dissertation*. Dusseldorf : Department of Computer Science, Heinrich Heine University.
- Shyrovkov, V. A. (1998). *Informatsiina teoriia leksyko-hrafichnykh system [Information theory of lexicographic systems]*. Kyiv : Dovira [in Ukrainian].
- Shyrovkov, V. A. (2005). Semantichni stany movnykh odynyts ta yikh zastosuvannia v kohnityvnii leksyko-hrafii [Semantic states of language units and their application in cognitive lexicography]. *Movoznavstvo — Linguistics*, 3–4, 47–62 [in Ukrainian].
- Stryzhak, O., & Chepkov, R. (2020). Kontseptohrafichniy analiz velykykh danykh u formati naratyvnoho dyskursu [Conceptual analysis of big data in the format of narrative discourse]. *Kontrol i upravlinnia v skladnykh systemakh — Measurement and control on complex system : Proceedings of the XV International Conference (Vinnytsia, October 8–9, 2020)*. Vinnytsia : VNTU, 2020. Retrieved from <http://ir.lib.vntu.edu.ua//handle/123456789/30650> [in Ukrainian].
- Stryzhak, O. (2020). Taksonomichni zasady naratyvnoho dyskursu [Taxonomic principles of narrative discourse]. *Medychna informatyka ta inzheneriia — Medical Informatics and Engineering*, 2, 137–147. DOI:<https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.2.11186> [in Ukrainian].
- Ontolohiia "Systemna biomedytyna" [Ontology "Systemic Biomedicine"]. Retrieved from <https://shards.stemua.science/?sharedgraph=5e87785552c88> [in Ukrainian].
- Stryzhak, O. V., Hloba, L. S., Velychko, V. Yu., Popova, M. A. et al. (2020). Svidotstvo pro avtorske pravo na tvir № 96078 vid 17.02.2020 r. "Kompiuterna prohrama "Kohnityvna IT-platforma "POLIEDR" ("KIT "POLIEDR") ("POLYHEDRON") [Certificate of copyright to the work № 96078 dated 17.02.2020. Computer program "Cognitive IT platform "POLYEDR" ("POLYHEDRON")]. *Ofitsiyni biuleten — Official bulletin*, 57, 402–403 [in Ukrainian].
- Mintser, O., & Popova, M. (2019). Kohnityvna platforma monitorynhu stanu zdorovia [Cognitive platform for health monitoring]. *Innovatsii u vyshchii medychnii ta farmatsevtichnii osviti Ukrainy (z dystantsiinym pidiednanniam VM(F)NZ Ukrainy za dopomohoiu videokonferentszviazku) — Innovations in higher medical and pharmaceutical education of Ukraine (with remote connection of HM (F) EI of Ukraine by videoconference) : Proceedings of the XVI All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with international participation, May 16–17, 2019. (pp. 291–292)*. Ternopil : TNMU [in Ukrainian].

O. K. Ladychuk

#### ONTOLOGY AS A MEANS OF PRESENTATION OF MEDICAL INFORMATION

**Abstract.** Today information and communication technologies (ICTs) play a crucial role in many, if not all, areas of human activity, radically affecting users, their work and the work environment. Modern ICT provides the collection and processing of information, data storage, accumulation and generation of knowledge, organization and acceleration of communication. To implement a variety of services, information systems are being developed, the services of which are closely related to the design of user activities in a social context. Therefore, an important component of the context in which the information service is built-in is the so-called subject area (domain). Having an accurate representation of the conceptualization of the subject area becomes even more important when there is a need to integrate different independently developed information systems (or models on which these systems are based). The ability of systems to interact (ie work together) while having compatible semantics of the real world is known as semantic compatibility. The article considers the medical ontological information systems that can be used to present semantic data. Problems of processing, presentation, use and integration of large volumes of medical data are considered. An analysis of various

ontologies in the field of health care, which facilitate the reuse and exchange of medical knowledge. The issues of the electronic medical records and personal medical records as an important component in the quality of medical services are addressed. It also reveals the terminology of biomedical ontology, provides a comprehensive description of the benefits of this system, as well as details the ways of semantic interoperability in the field of health care. Interoperability is ensured by indexing the results of the integration of transdisciplinary semantically related contexts of distributed heterogeneous information resources (Big Data). The examples of the use of ontology in the systemic biomedicine are given, as well as the peculiarities of the obtaining implicitly given data.

**Keywords:** ontology, biomedical ontology, ontological representation of information, heterogeneity.

А. К. Ладычук

### ОНТОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Аннотация.** Сегодня информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) играют решающую роль во многих, если не во всех, сферах человеческой деятельности, радикально влияют на пользователей, их работу и рабочую среду. Современные ИКТ обеспечивают сбор и обработку информации, хранение данных, накопление и генерацию знаний, организацию и ускорение общения. Для реализации разных сервисов разрабатываются информационные системы, услуги которых тесно связаны с дизайном деятельности пользователей в социальном контексте. Поэтому важной составляющей контекста, в который встроена информационная услуга, является так называемая предметная область (домен). Наличие точного представления концептуализации предметной области становится еще более важным, когда существует необходимость интеграции разных независимо разработанных информационных систем (или моделей, на которых эти системы основаны). Способность систем взаимодействовать (т. е. работать вместе), имея при этом совместную семантику настоящего мира, известна как семантическая совместимость. В статье рассматриваются медицинские онтологические информационные системы, которые могут быть использованы для представления семантических данных. Рассмотрены проблемы обработки, представления, использования и интеграции больших объемов медицинских данных. Проанализированы различные онтологии в области здравоохранения, облегчающие повторное использование и обмен медицинскими знаниями. Затрагиваются вопросы электронных медицинских карт и персональных медицинских карт здоровья как важного компонента предоставления качественных медицинских услуг. Также раскрывается терминология биомедицинской онтологии, предоставляется исчерпывающая характеристика преимуществ этой системы, проводится детализация путей семантической интероперабельности в области здравоохранения. Интероперабельность обеспечивается путем индексирования результатов интеграции трансдисциплинарных семантически связанных контекстов распределенных гетерогенных информационных ресурсов (Big Data). Приводятся примеры использования онтологии по системной биомедицине, а также особенности получения неявно заданных данных.

**Ключевые слова:** онтология, биомедицинская онтология, онтологическое представление информации, гетерогенность.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Ладичук Олександр Костянтинович** — науковий співробітник відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, sasha.ladychuk@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-266X>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Ladychuk O. K.** — Researcher of Department of creating and using intelligent networking tools, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, sasha.ladychuk@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-266X>

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Ладычук А. К.** — научный сотрудник отдела создания и использования интеллектуальных сетевых инструментов, НЦ «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина, sasha.ladychuk@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-266X>

Стаття надійшла до редакції / Received 01.10.2021