

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА УНІВЕРСУМ ЗНАНЬ

О. П. Мінцер

Національний університет охорони здоров'я імені П. Л. Шупика

У статті розглянуто проблему підвищення релевантності функціонування систем штучного інтелекту шляхом упорядкування накопичених знань у межах концепції універсуму знань. Показано, що стрімке зростання обсягів інформації, розвиток хмарних технологій, глобальних інформаційних мереж та цифрових платформ значно розширили можливості створення й поширення знань, однак водночас призвели до ускладнення їх структурування та інтерпретації.

Постійне доповнення інформації та реструктуризація існуючих знань можуть спричинити втрату їх смислової цілісності та контексту. Як можливе рішення запропоновано використання концепції універсуму знань, який розглядається як динамічна, багатовимірна та взаємопов'язана система,

що постійно розширюється завдяки розвитку науки і технологій. У дослідженні проаналізовано підходи до організації знань, зокрема класифікацію, категоризацію та використання онтологічних моделей.

Показано, що онтології забезпечують формалізоване представлення концептів, їх властивостей та взаємозв'язків, що створює основу для семантичної інтеграції знань. Підкреслено, що інтеграція онтологій з великими мовними моделями сприяє підвищенню прозорості, інтерпретованості та надійності систем штучного інтелекту, а також створює передумови для розвитку пояснювального та відповідального штучного інтелекту, особливо у сфері медицини.

Ключові слова: штучний інтелект; універсум знань; організація знань; онтології; ноосфера; пояснювальний штучний інтелект; великі мовні моделі.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE UNIVERSE OF KNOWLEDGE

O. P. Mintser

Shupyk National Healthcare University of Ukraine

Background. The rapid expansion of digital information, cloud computing, and global communication networks has significantly transformed the processes of knowledge creation, storage, and dissemination. In this context, artificial intelligence plays an increasingly important role in structuring and interpreting large volumes of heterogeneous knowledge. The concept of the universe of knowledge provides a theoretical framework for organizing and integrating evolving knowledge structures.

Materials and Methods. The study is based on theoretical and conceptual analysis of contemporary research on knowledge organization, ontology engineering, and artificial intelligence. Methods of comparative analysis and interdisciplinary synthesis were applied to examine the role of ontological models in structuring knowledge and improving the interpretability of artificial intelligence systems.

Results. The analysis demonstrates that continuous accumulation and restructuring of information may lead to the loss of semantic coherence within knowledge systems. The concept of the universe of knowledge provides a systemic framework for integrating diverse knowledge domains and preserving conceptual continuity. Ontological models enable explicit representation of domain concepts, properties, and relationships, which improves semantic interoperability and supports reasoning processes in artificial intelligence systems. The integration of ontologies with large language models enhances transparency, interpretability, and contextual relevance of AI-generated outputs, particularly in knowledge-intensive fields such as medicine.

Conclusions. Ontologies represent a key methodological instrument for structuring knowledge and improving the reliability of artificial intelligence systems. The integration of ontological knowledge with large language models supports the development of explainable and responsible AI technologies. Further progress in this field requires interdisciplinary collaboration and the development of global strategies for the preservation, governance, and ethical use of human knowledge in the digital era.

Key words: artificial intelligence; universe of knowledge; knowledge organization; ontologies; noosphere; explainable artificial intelligence; large language models; semantic technologies.

Вступ. Організація знань (далі – ОЗ) – це одна з багатьох галузей, що відіграє проактивну роль у середовищах комунікації та обміну знаннями. Хоча термін «організація знань» використовувався багатьма дослідниками, його активне обговорення в межах спільноти інформаційної науки та інформаційних технологій (далі – ІТ) розпочалося лише наприкінці ХХ століття. До того часу дослідження зосереджувалися переважно на питаннях класифікації в межах діяльності Класифікаційного товариства, заснованого у 1970-х роках. Цю асоціацію було розформовано наприкінці 1980-х років, після чого було створено Міжнародне товариство організації знань (ISKO), яке почало використовувати термін «організація знань» для позначення відповідної наукової дисципліни та напряму досліджень. Як дисципліна, класифікація знань розглядається як ширше поняття, що може охоплювати всю структуру розуміння, організації, опису та представлення знань з метою забезпечення належного доступу до них і можливості їх використання всіма, хто їх шукає. Таким чином, у межах спільноти дослідників класифікації знань класифікація розглядається як метод організації знань у класи та групи відповідно до заздалегідь визначених критеріїв [1].

Протягом останніх двох десятиліть технологічний прогрес у сферах обчислювальної потужності, ємності сховищ даних, доступу до інформації через мережу Інтернет, розвитку цифрових платформ, медіа та соціальних мереж, а також зростання глобальної взаємопов'язаності суттєво розширив можливості людства щодо створення знань і відкрив нові способи взаємодії з інформацією [2]. Ця технологічна еволюція дозволила швидко та надійно передавати великі обсяги даних, тим самим сприяючи ширшому та ефективнішому доступу до інформації в різних формах. Інноваційні ідеї, рішення та технології ОЗ пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту (далі – ШІ) як імпульсу нового еволюційного етапу розвитку людського знання. Воно доповнює і сприяє формуванню та розвитку складного колективного інтелекту – ноосфери. Остання, в свою чергу, розуміється як сфера колективного людського мислення. Дане дослідження розкриває ряд вагомих аспектів перетворюючого потенціалу ШІ, включаючи його здатність прискорювати, структурувати та поширювати людські знання. У науковій літературі існує думка, що ШІ не лише каталізує існування ноосфери, а й переосмислює структури та механізми, за допомогою яких людські знання розширюються та стають більш

доступними [3]. Крім того, активно розглядаються потенційні ризики та вагомі етичні, соціальні та правові проблеми, пов'язані з ноосферою, сформованою за участю ШІ. Також висвітлюються рекомендації та дослідницька програма з цієї тематики, окреслюються наявні обмеження й напрями подальшого вдосконалення, які потребують подальшого вивчення.

Розширення інформаційних мереж, хмарних обчислень та онлайн-платформ, поряд із поширенням мобільних пристроїв, сприяло інтенсифікації обміну інформацією та полегшенню доступу до неї. З іншого боку, обчислювальна потужність зростає з кожним новим поколінням комп'ютерів і досягає свого піку в розвитку квантових комп'ютерів, які потенційно здатні революціонізувати сучасні обчислення, забезпечуючи можливості обробки даних, недосяжні для сучасних технологій. [4].

Серед цих характеристик знань дослідники наголошують, що знання не є незалежними від їх носія, тобто мають суб'єктивний характер і формуються в процесі людського мислення; водночас знання мають соціальний характер, є фрагментованими, динамічними, багатовимірними та мінливими і, зрештою, мають потенційно необмежений вимір [5]. Знання, технології та соціальні досягнення перебувають у взаємозалежності: органи чуття сприймають і інтерпретують інформацію та дані, які в процесі осмислення перетворюються на знання. Така подвійна природа знань – публічна та особиста – збагачує їх розуміння.

У науковій літературі зазначається, що універсум знань формується шляхом створення та запису спостережень, досвіду та міркувань людей у континуумі. Зокрема, Б.К. Сен доводить, що універсум знань має декілька характеристик: він складається з розсіяних сегментів; є послідовним і безперервним; нескінченним, багатовимірним, динамічним та розширюваним; його невід'ємним компонентом є дія; він є гнучким; сегменти можуть об'єднуватися, утворюючи новий сегмент (наприклад, біохімію); сегменти можна групувати, не втрачаючи при цьому своєї ідентичності [6].

Мета дослідження: обґрунтувати концепції упорядкування медичних знань шляхом використання інструментарію універсуму знань.

Матеріал і методи дослідження. Дане дослідження виконано з використанням методів системного, порівняльного та концептуального аналізу наукових публікацій, присвячених проблемам організації знань, розвитку ШІ, онтологічного моделювання та формування універсуму знань. Матеріалами дослідження слугували сучасні наукові праці з галузей ІТ, когнітивних наук, філософії знання та медичної інформатики, що висвітлюють питання класифікації та категоризації знань, використання онтологій, семантичних технологій і великих мовних моделей. Узагальнення результатів здійснювалося на основі міждисциплінарного підходу з урахуванням можливостей інтеграції онтологічних структур і методів ШІ для систематизації медичних знань та підвищення інтерпретованості інтелектуальних систем.

Результати та їх обговорення. Загальновідомо, що медичні дані мають семантичний характер. Термін «семантичний» передбачає розміщення даних таким чином, щоб зробити змістовні висновки без втручання людини. Мета полягає в тому, щоб надати змогу ШІ не лише обробляти дані, а й розуміти контекст і взаємозв'язки між поняттями, які можуть бути чітко не визначені. Останнім часом онтології розглядаються як один із підходів до структурування знань. Онтологічний напрям у науці сформувався відносно нещодавно. Онтології досліджуються в галузі ШІ з 1970-х років. На думку Б. Сміта термін вперше з'явився в літературі з інформатики в 1967 році в роботі з моделювання даних. У 1990-х роках веб-семантичні дослідження збільшили попит на онтології для деяких типів програм, зокрема для вирішення проблем оперативної сумісності та забезпечення спільної інформаційної структури [7]. Вивчення онтологій характеризується співіснуванням різних міждисциплінарних підходів. Зокрема, у дослідженні Г. Гуїццарді згадуються сім тлумачень терміна «онтологія»,

наявних у літературі: 1) філософська дисципліна; 2) неформальна концептуальна система; 3) формальний семантичний опис; 4) специфікація концептуалізації; 5) подання концептуальної системи за допомогою логічної теорії; 6) словниковий запас, що використовується логічною теорією; 7) специфікація логічної теорії (метарівень). В охороні здоров'я сьогодні також досягнуто значних результатів. Серед них можна назвати: Міжнародну класифікацію хвороб 11-го перегляду (далі – МКХ-11) – останню ініціативу Всесвітньої організації охорони здоров'я (далі – ВООЗ); онтологію генів; онтологію біомедичних ресурсів, розроблену під егідою Національного інституту охорони здоров'я США та інші [8].

Зауважимо, що попередні підходи були поодинокими спробами відносно невеликих дослідницьких груп. Натомість МКХ та ініціативи ВООЗ стали першою масштабною спробою залучити кваліфікований медичний персонал з усього світу до спільної роботи на єдиній інтернет-платформі з метою обговорення та формування централізованої бази знань, яка може використовуватися у глобальному масштабі та слугувати стандартним медичним документом для різних видів медичної практики.

Загальним підходом у зазначених ініціативах є використання онтологічних моделей.

За короткий час свого існування в інформатиці термін «онтологія» пройшов еволюцію від повного неприйняття до його широкого, не завжди обґрунтованого використання. На сьогоднішній день, ставлення до визначеного терміну залишається неоднозначним.

Дослідники, що займаються інформаційними системами і базами даних, зазначають, що онтології можна розглядати як схеми баз даних. Фахівці з ІТ зазначають, що задовго до появи онтологій використовувалися поняття моделі предметної області та бази знань. Залишаються актуальними питання щодо доповнення та верифікації інформації, що зберігається в каркасній системі семантичної бази знань, особливо щодо інформації про визначення понять і відносин між ними, постійного доповнення та перевірки знань, уточнення і деталізація інформації про існуючі зв'язки між відповідними поняттями.

Ключовим питанням залишається генерація запитань, що безпосередньо залежать від структури збережених знань. Крім того, використання онтологій породжує низку концептуальних суперечностей.



Рис. 1. Ілюстрація до теорії сталих станів. Модель «ball-in-cup»

Проблеми, пов'язані зі створенням онтологій.

Виділення медичних галузей створює певні обмеження через використання специфічної термінології, про що свідчить існування кількох ізольованих онтологій, кожна з яких відповідає своїй спеціальності, що, у свою чергу, породжує проблему їх успішної інтеграції. Дійсно, медичні дані передбачають й відповідні властивості, які доцільно враховувати, з метою їх подальшого моделювання, представлення та використання. До цих властивостей належать наступні: різні типи даних (графіка, текст тощо); постійна еволюція (що призводить до оновлень); величезний зміст; семантичний характер даних; різноманітні рівні взаємозв'язків.

Еволюція даних потребує постійного оновлення онтологій, що є технічно складним і ресурсомістким завданням. За оцінками, витрати на підтримку та супровід онтологій, що розвиваються, можуть становити до 90 % загальних витрат. Такі витрати зумовлені семантичною природою даних. Семантичні дані характеризуються наявністю внутрішніх зв'язків на різних рівнях ієрархічної структури, тому зміна одного вузла потребує внесення змін на кількох рівнях цієї ієрархії. У разі відсутності таких змін можуть виникати численні помилки в програмних системах, що використовують відповідні бази знань [9].

Слід звернути увагу й на необхідність технічної інтеграції окремих онтологій, яка може призвести до розширених прикладних інтерфейсів і заощадити чимало часу та зусиль на формування нових онтологій. Однак така інтеграція також супроводжується певними труднощами. Зокрема, розподілена участь зумовлює необхідність використання складних інструментів спільної роботи, здатних підтримувати велику кількість користувачів, керувати значними обсягами контенту, визначати чіткі ролі користувачів та забезпечувати багатомовну підтримку. Водночас існують і нетехнічні аспекти, зокрема ризики участі недостатньо кваліфікованих дослідників, недостатньої координації, наявності невирішених суперечок та інших ситуацій, що можуть бути неоднозначно інтерпретовані.

Моделювання даних було інструментом, створеним безпосередньо для реляційних баз даних. Слід визначити три види моделей: концептуальну, логічну та фізичну. Водночас, моделі даних продовжували визнаватися інструментом для аналізу організації з урахуванням структури та потоку інформації, що використовується для здійснення діяльності організації. Це логічна модель, призначена для фіксації бізнес-правил, встановлення взаємозв'язків та опису ключових аспектів організації. Йдеться про семантичні структури, що формалізуються та документуються. Однак під час розроблення логічної моделі дизайнери часто не включають ці деталі, унаслідок чого їх реалізація покладається на розробників програмного забезпечення, які кодують бізнес-семантику безпосередньо в програмних системах. Останнім часом важливість такого підходу дедалі більше усвідомлюється. Видається, що ця семантика наразі є основним напрямом розвитку системи.

З огляду на це важливо насамперед розглянути поняття логіки. Перш ніж перейти до онтологій, необхідно коротко окреслити середовище, у якому формуються онтологічні моделі. Семантична природа даних робить прикладні системи значно потужнішими та інтелектуальнішими, однак водночас ускладнює їх формалізацію та відображення в інформаційних моделях. Як зазначалося раніше, медичні дані характеризуються не лише великим обсягом, а й вираженою семантичною структурою, тому традиційні моделі даних не завжди здатні адекватно відобразити їх складність. Усвідомлення цієї потреби зумовлює звернення до онтологічних підходів та їх застосування у сфері медицини. Онтології є концептуальними моделями, що описують структуру та правила певної предметної області. На відміну від моделей даних, орієнтованих на конкретні завдання, онтології за своєю природою мають бути максимально узагальненими та незалежними від окремих застосувань. Чим більш узагальненою є онтологія, тим ширшими є можливості її спільного використання та повторного застосування.

Отже, онтології можна розглядати як узагальнену модель лексики певної предметної області.

Пропонується розпочати з термінів та понять, що складають основу онтології. При тезаурусному описі знання фрагментуються та структуруються таким чином, що поділяються на окремі групи понять, пов'язані між собою певними відношеннями. Тезаурус покликаний відновлювати семантичні відношення і зв'язки між мовними одиницями, які порушуються в словниках, укладених за алфавітним принципом. Галузевий тезаурус розглядається як модель логіко-семантичної структури термінології, а також як модель структури відповідної галузі знань [10].

У термінологічному словнику-тезаурусі термінологія формується у вигляді системної мережі, де сукупність термінів подається як семантична структура одиниць, пов'язаних ієрархічними відношеннями, а також відношеннями еквівалентності та асоціації.

Звичайний тезаурус вже містить ключові зв'язки між термінами. Термінологічний словник-тезаурус відрізняється від інших словників тим, що представляє «об'ємну» когнітивну модель відповідної галузі знань або людської діяльності через кілька способів організації матеріалу: 1) від «концепту до концепту», тобто від одного поняття до іншого з поданням ієрархічних (вертикальних) і кореляційних (горизонтальних) зв'язків; 2) від «концепту до знаку» через ідеографічну частину тезауруса з поданням семантико-лексичних зв'язків; 3) від «знаку до концепту» за допомогою алфавітного покажчика, який відсилає до відповідних понять.

Прикладом може слугувати метатезаурус, що є складовою Єдиної системи медичної мови (UMLS). Він містить понад велику кількість біомедичних концептів і близько 17 млн їхніх назв. Останні походять із більш ніж 100 інтегрованих контрольованих словників і класифікаційних систем. Серед таких ресурсів – MeSH, SNOMED CT, LOINC, термінологія небажаних лікарських реакцій BOO3, клінічні терміни Великобританії, RxNorm тощо. Метатезаурус об'єднує відповідні поняття, кожне з яких має власні характеристики,

що визначають його значення, і пов'язане з відповідними назвами концептів у різних вихідних словниках.

Структура інтегрованого тезаурусу формується відповідно до тематичних напрямів вихідних словників. Якщо словники використовують різні назви для одного й того самого поняття або одну й ту саму назву для різних понять, це має бути відображено в метатезаурусі. У ньому зберігається вся ієрархічна інформація з вихідних словників. Поняття інтегрованого тезаурусу також можуть пов'язуватися з ресурсами поза базою даних, наприклад із базами даних послідовностей генів.

Єдина система медичної мови є надзвичайно корисною під час розв'язання складних завдань. Вона являє собою компендіум багатьох контрольованих словників у біомедичних науках, що забезпечує картографування термінів і, таким чином, дає змогу встановлювати зв'язки між різними термінологічними системами. Єдину систему медичної мови також можна розглядати як всеосяжний тезаурус і онтологію біомедичних понять, а також як джерело знань (баз даних) і набір програмних засобів.

Таксономія – це контрольована лексика, організована відповідно до ієрархічних відносин між її термінами. Причому, більшість медичних термінів слідує цьому організаційному принципу. У дослідженні Б. К. Сена підкреслюється, що кожен сегмент є предметом зі своєю ідентичністю та розглядається з певного простору (один і той самий предмет можна розглядати з різних місць та під різною призмою) [6]. Крім того автор доводить, що в універсумі знань усі сегменти взаємопов'язані, і в певний момент часу два або більше сегментів можуть стати більш стійкими та об'єднатися в новий сегмент (наприклад, біохімію). Дослідник також зазначає, що сегменти можуть бути: а) добре сформованими – «визнаними академічною спільнотою та викладеними в академічних установах, наприклад фізика»; б) такими, що перебувають у процесі формування – це не повністю «визнаними академічною спільнотою та такими, що перебувають у процесі пошуку місця в шкільній чи університетській

програмі» (нові дисципліни); в) такими, що мають невизначений статус – «незважаючи на наявність більш-менш окреслених меж, загалом не визнаються академічною спільнотою», як-от астрологія та хіромантія. Автор також зазначає, що сегмент може бути підрозділений (виокремлений із певної реальності) та передавати частину свого змісту іншим сегментам, не втрачаючи власної ідентичності чи сутності, оскільки кожен сегмент (дисципліна) проходить стадії творення, стабільності та розпаду [11].

Організація знань. У науковій літературі ОЗ часто визначається як дисципліна [12–14]. Зокрема, поширеною є думка, що ОЗ є автономною дисципліною, незалежною від бібліотекознавства та інформаційних комунікацій. При цьому зазначається, що інформація може розумітися як «знання в дії», тоді як самі знання характеризуються як впорядкована структура, а інформація – як результат їх засвоєння. У цьому підході ОЗ розглядається як обґрунтована впевненість щодо існування певного факту або об'єкта, яка формується як у суб'єктивному, так і в об'єктивному вимірі. Наголошується, що такі знання не передаються безпосередньо, а формуються у процесі особистої рефлексії. Така перспектива підкреслює залежність знання від процесів людського пізнання. У наукових працях також зазначається, що сам термін «організація знань» уже містить вказівку на об'єкт дослідження (знання) та сферу діяльності (організацію), що дозволяє розглядати її як самостійну наукову дисципліну. Відповідно, ОЗ трактується як процес побудови концептуальних систем – науки, що систематично структурує та організовує одиниці знань (концепти) відповідно до їхніх властивостей і характеристик, а також забезпечує застосування цих понять і класів упорядкованих понять до об'єктів і суб'єктів.

З цього твердження випливає, що знання формуються на основі інформаційного змісту понять, а самі поняття виступають одиницями знань, які утворюють елементи системи знань. Особливої уваги заслуговує дослідження І. Дальберга, у якому розроблено аналітичну теорію

понять, що, на думку автора, є важливою для «всієї термінологічної роботи». Крім того, зазначається, що для створення нових знань необхідно систематизувати наявні знання про об'єкти, представлені у поняттях. У свою чергу, ОЗ передбачає, з одного боку, знання понять (одиниць), що аналізуються, а з іншого – знання теоретичних засад системи, пов'язаних зі структуруванням понять і їх класів, у результаті чого формуються схеми впорядкування, прийнятні для наукової спільноти [14]. З цієї точки зору автор розглядає ОЗ як абстрактний процес, оскільки він стосується поняття. Однак, при вивченні концептуальних структур, які представляють концептуальне впорядкування знань, наголошується, що теорія організації знань – це метанаука, яка діє у всіх галузях знання. Зазначається, що організація знань розвивається у взаємодії з іншими галузями, водночас підтримуючи їх, що робить її більш відкритою наукою. З цієї точки зору ОЗ є міждисциплінарною, оскільки переплітається з різними дисциплінами, такими як бібліотекознавство, ІТ та теоретична інформатика, когнітивні науки, антропологія, філософія, лінгвістика, психологія та соціологія, які досліджують різні аспекти ОЗ. Їхня різноманітність розширює концептуальні межі для відповіді на нові виклики суспільства. Необхідність упровадження в ОЗ понять міждисциплінарності та трансдисциплінарності підкреслюється у науковій літературі, де розглядаються процеси, продукти та навички, що формуються в межах ОЗ, а також межі, у яких проявляються різні її аспекти [15]. Когнітивні аспекти також є важливими для ОЗ. У наукових працях зазначається, що когнітивна наука досліджує природу знання, способи його представлення та можливості оперування ним у різних формах [16]. З когнітивної точки зору концепт розглядається як центральний елемент ОЗ, який формується через взаємодію індивіда з конкретними об'єктами реального світу на основі його когнітивного досвіду в певному соціокультурному контексті.

Таким чином, концепти є динамічно побудованими одиницями знань, а їхні значення мають спільний характер. Ці концепти можуть бути організовані

у структурований спосіб, що потребує когнітивного процесу, який включає маніпулювання та обробку символічних представлень, що повинні десь існувати. Таким чином, когнітивна перспектива інформатики передбачає, що кожен акт обробки інформації – перцептивний чи символічний – опосередковується системою категорій і понять, які формують модель світу для механізму обробки інформації.

Класифікація знань. Під зазначеним процесом розуміється упорядкування знань за різними категоріями для їх структурування, аналізу та використання. Це може включати наукові та позанаукові знання, а також їх різні типи: декларативні, процедурні та каузальні (причинно-наслідкові). Класифікація та категоризація сприяють спрощенню інформації, полегшують навігацію та підтримують процес ухвалення рішень. Практика класифікації існує з найдавніших часів і супроводжує розвиток людського мислення. Люди майже інстинктивно й несвідомо класифікують об'єкти навколишнього світу. Хоча класифікацію вважають давньою діяльністю, вона залишається актуальною й сьогодні, оскільки її застосування є необхідним у різних сферах знань. У науковій літературі зазначається, що давнє мистецтво класифікації, таке ж старе, як і людство, лише відносно нещодавно отримало належне теоретичне підґрунтя, що дозволило перейти від розуміння класифікації як мистецтва до її трактування як науки. Водночас класифікація розглядається не лише як процес упорядкування та диференціації елементів у всесвіті знань, але й як відображення певної філософії, що має власну термінологічну систему [1].

Таким чином, класифікація вимагає рішень, заснованих на розумінні користувачем подібності, а також на відмінностях та ідентичності з точки зору «це є, те ні». Таким чином, у процесі категоризації необхідно враховувати обидві концепції, оскільки вони враховують природну обробку інформації в свідомості людей, які категоризують переважно за базовими поняттями та аналогією. З цієї причини класифікація вважається теоретичною основою та важливим

методом організації знань. Далі розглянемо категоризацію з метою уточнення цієї відмінності, проаналізуємо її в контексті організації знань та пов'яжемо з підходами бібліотечної справи й інформаційних систем.

Категоризація знань. З часів Аристотеля існує інтерес до проблем найменування, визначення та категоризації понять. Пізнавана інформація залишається фундаментальною для визначення вимірів категорії, оскільки категоризація здійснюється не штучно, а шляхом врахування інформації з всесвіту, в якому ми живемо, і того, як ми на неї реагуємо. Визнання подібностей та відмінностей у категоризації призводить до формування нових знань шляхом групування сутностей відповідно до спостережуваних подібностей та відмінностей. Підтверджуючи цю концепцію, Б. Йорланд вказує, що категоризація є гнучкою та встановлює необов'язкові асоціації між сутностями на основі простої ідентифікації подібностей [17]. Таким чином, можна стверджувати, що категоризація – це групування сутностей (об'єктів, ідей, дій тощо) за подібністю на вищому рівні абстракції. Автор додає, що категоризація – це процес, який підкреслює конкретні характеристики світу, розбиваючи їх на частини та виділяючи відповідність сутностей певним категоріям. Інші дослідники стверджують, що «категоризація» – це когнітивний процес поділу досвіду світу на групи сутностей або категорії для побудови фізичного та соціального порядку світу [18]. Крім того, автори визначають категоризацію як «фундаментальний механізм, що спрощує індивідуальну взаємодію з навколишнім середовищем, не лише полегшуючи зберігання та пошук інформації, а й зменшуючи навантаження на людську пам'ять».

Важливим етапом розвитку теорії класифікації стало формування теоретичних засад фасетної класифікації, зокрема фасетного методу та аналітико-синтетичних принципів, що ґрунтуються на трьох рівнях аналізу: площині ідей, вербальній та нотаційній площинах. Значний внесок також пов'язаний із розробленням бібліографічних класифікаційних систем,

зокрема «Класифікації з двокрапкою», а також формулюванням «П'яти законів бібліотечної справи». Ці підходи відображені у низці праць, зокрема у роботі «Пролегомени до класифікації бібліотек», де викладено відповідну теорію.

У галузі бібліотекознавства та ІТ вивчення класифікації спирається на положення теорії аналітичних понять І. Дальберга, яка забезпечує надійну основу для структурування ієрархій (логічних зв'язків). У цьому підході використовується логіко-позитивістська методологія та поєднання дедуктивного й індуктивного методів [12]. Перш за все, дослідниця внесла систематифікатор, структурну модель для побудови систем класифікації, яка визначає, що фактичні твердження про об'єкт (референт) є логічним шляхом формулювання узагальнень щодо будь-якої галузі знань.

Галузь дослідження категоризації бере свій початок у двох сферах знань: філософії, зокрема у працях Платона та Аристотеля, а також у когнітивних науках. У межах цих підходів розглядаються концепції, що описують сутність кожної існуючої істоти або об'єкта через їхні нематеріальні (але суттєві й незмінні) абстрактні форми, або ідеї. Значний внесок у розвиток категоризації пов'язують із «Теорією ідей» (або форм), у якій стверджується, що істинне знання існує в розумі, а лише сталі та незмінні ідеї здатні описувати сутність існуючих істот або об'єктів.

Таким чином, знання виникає з абстрактної реальності разом з реальністю ідей. Це сформувало так званий «платонівський дуалізм», що характеризується взаємозв'язком між душею та тілом. Платон використовував метод діалектики, відомий як платонівська діалектика, у межах якого розглядав процес мислення (міркування), ставив під сумнів ієрархію ідей та формував висновок (синтез) на основі двох протилежних положень – тези та антитези. Поєднання реалістичного й дуалістичного підходів дозволяє сформувати так званий світ ідей і форм. Крім того, його згадують за здобутки у філософії, зокрема за галузь вивчення категоризації, запропонувавши класичну теорію категоризації, в якій він пропонує

погляд на представлення світу знань, заснований на класифікації та впорядкуванні речей у відповідних категоріях. З цією метою філософ представляє універсалії (загальні та абстрактні поняття), розглядаючи субстанцію як суттєву (первинну) категорію: «субстанція є першою причиною буття, і тому їх пов'язують не елементи, а формальна структура» [19]. Аристотель запропонував дев'ять категорій, які приписують субстанції атрибути, що її характеризують, а саме: (1) кількість (протяжність), (2) якість, (3) відношення, (4) місце (простір), (5) час (дата, тривалість), (6) стан (спосіб буття), (7) дія (активність), (8) страждання (пасивність), (9) положення. Ці категорії сприяють систематизації загального знання і становлять основу так званої класичної теорії Аристотеля [20]. Такі концепції значно вплинули на розвиток класифікаційних досліджень і вважаються теоретичною основою бібліографічних класифікацій, що почали формуватися у IV столітті. Запропонований підхід до систематизації знань також став теоретичною основою досліджень категоризації в різних галузях знань.

У дослідженні Е. Т. Ротера визначається, що «прототип – це ментальне представлення самої категорії, спроба ідеального зв'язку між об'єктом і категорією» [21]. У цьому процесі встановлення міжкатегоріальної ієрархії, починаючи з найбільш репрезентативного поняття, формуються набори категорій, організовані таким чином, щоб утворювати таксономії – системи, у яких елементи пов'язані між собою через включення класів у межах емпіричного, когнітивістського та реляційного підходів.

В іншому дослідженні зазначається, що категоризація набула поширення як предмет наукового дослідження, ставши важливим напрямом у когнітивній науці, насамперед завдяки запропонованій прототипній моделі [22]. У межах досліджень класифікації також виокремлюють п'ять фундаментальних категорій (PMEST): Особистість, Матерію, Енергію, Простір і Час, які розглядаються як спосіб динамічного та аналітичного представлення знань у багатовимірному підході, заснованому

на дедуктивній логіці. І. Дальберг, у свою чергу, розробила аналітичну теорію понять – систему категорій і підкатегорій, засновану на підході Арістотеля, що використовується для організації понять у концептуальні системи: сутності (явища, загальний об’єкт, матеріальний об’єкт), властивості (кількість і вимірювання, якість, порівняння), виміри (час, положення, простір) та дії (операції, процеси, стани). Дослідниця зазначає, що «категорії групують поняття на основі ознак, пов’язаних із галузями знань або видами діяльності, що розглядаються», а також що «предикація референта може призвести лише до чотирьох типів характеристик, які визначають рівень його специфічності (від найзагальнішого до найспецифічнішого)» [24]. Її дослідження ґрунтувалися на арістотелівській логіці, дедуктивних та індуктивних методах представлення знань і характеризувалися аналітичним, логіко-позитивістським та нормативним підходами. Визначивши конститутивні поля класифікації та категоризації, ми звернемося до аналізу цих елементів з точки зору галузі досліджень знань про когнітивні науки, яку можна вважати такими, що беруть свій початок у філософії, когнітивних науках, бібліотекознавстві та інформатиці. У дослідженнях класифікації та категоризації теорії та принципи, розроблені в цих галузях, є фундаментальними для всіх аспектів ОЗ. Теоретичні основи цієї проблематики значною мірою походять із філософії. Водночас класифікація передбачає більш стабільну та сувору структуру розташування сутностей і об’єктів відповідно до заздалегідь визначених критеріїв і цілей.

Розглядаючи систематизацію знань із системних позицій, можна підійти до універсуму знань як до онтологічної структури. При цьому категоризація передбачає певну гнучкість, що враховує нечіткість її меж і може адаптуватися до специфіки різних контекстів [25]. Таким чином, класифікація та категоризація поєднуються для впорядкування ключових елементів будь-якої галузі та відповідних записів знань. У науковій літературі категоризація розглядається як важливий напрям досліджень у когнітивній науці, у межах якого прототипна

модель виступає одним із ключових підходів до пояснення формування категорій [22].

Онтології надають явну специфікацію концептів, їхніх властивостей і взаємозв’язків між ними [26]. Такі специфікації зазвичай документуються з використанням формальних мов або нотацій, зокрема RDF (Resource Description Framework), OWL (Web Ontology Language) та інших. Явна природа онтологій забезпечує спільне розуміння та обмін знаннями в межах предметної галузі між різними зацікавленими сторонами. Онтології відображають концептуалізацію предметної області. Вони визначають фундаментальні концепти, категорії та відношення, що належать до цієї галузі, абстрагуючись від конкретних випадків або реалізацій. Таким чином, онтології прагнуть відобразити основну структуру та семантику предметної області, полегшуючи міркування і формування висновків щодо її сутностей та їхніх взаємозв’язків. Підсумовуючи, слід зазначити, що онтологія – це формальне й явне представлення концептуалізації предметної області. Вона забезпечує структуровану основу для подання знань, сприяючи їх обміну, інтеграції та використанню у процесах міркування як у межах однієї предметної області, так і між різними галузями знань.

Вибір логіки або формалізму, що використовуються для представлення цієї концептуалізації, може змінюватись в залежності від потреб і характеристик області, що моделюється. Під час використання логічних формалізмів, таких як нечітка логіка або логіка другого порядку, для подання онтологій у системах ШІ основні принципи їх розроблення залишаються незмінними.

Онтології, незалежно від використовуваної логіки, повинні відповідати формальним правилам та специфікаціям. Нечітка логіка і логіка другого порядку надають формальні структури уявлення невизначеності, часткової істини чи відносин вищого порядку відповідно. Онтології також повинні забезпечувати явне уявлення концепцій, властивостей та взаємин у межах предметної області. Нечітка логіка та логіка другого порядку дозволяють явно описувати складні відносини

та властивості, які може бути складно описати за допомогою традиційної двійкової логіки.

Онтології відбивають концептуалізацію предметної області, абстрагуючись від конкретних прикладів чи реалізацій. Нечітка логіка та логіка другого порядку дозволяють онтологіям представляти тонкіші та складніші аспекти знань предметної галузі, такі як невизначені концепції чи відносини «ціле-частина». Онтології повинні забезпечувати структуровану основу для подання знань, полегшуючи міркування, висновки та обмін знаннями всередині предметних областей та між ними. Нечітка логіка та логіка другого порядку можуть використовуватися для структурування онтологій таким чином, щоб підтримувати формальні міркування та висновки.

Таким чином, навіть за використання альтернативних логічних формалізмів, таких як нечітка логіка або логіка другого порядку, концепція онтології у ШІ залишається актуальною, доки зберігається формальне й явне представлення знань предметної області, а створена онтологія виконує передбачені функції представлення знань, міркування та виведення у відповідній галузі. Консенсусний аспект онтології в межах спільноти або предметної галузі має вирішальне значення для її ефективності та корисності.

Онтологія є загальним словником та концептуальною структурою для зацікавлених сторін у рамках спільноти чи предметної галузі. Консенсус щодо визначень, взаємозв'язків та обмежень, визначених в онтології, гарантує, що всі сторони мають спільне розуміння концепцій предметної галузі та того, як вони співвідносяться між собою. Консенсус щодо онтології сприяє взаємодії різних систем, інструментів і наборів даних, що використовуються в спільноті. Коли всі сторони погоджуються із загальною онтологією, стає простіше обмінюватися даними та інтегрувати їх, ділитися знаннями й співпрацювати у проектах, уникаючи двозначностей і непорозумінь. Консенсусні онтології з більшою ймовірністю знаходять широке застосування та повторно використовуються в різних проектах і застосунках у

межах спільноти. Це сприяє узгодженості, зменшує дублювання зусиль і дає змогу накопичувати спільні знання з часом.

Консенсусна онтологія може розвиватися з часом завдяки спільним зусиллям спільноти. У міру появи нових ідей, практик чи вимог зацікавлені сторони можуть спільно доопрацьовувати та оновлювати онтологію, відображаючи зміни у предметній галузі. Консенсус полегшує цей безперервний процес підтримки онтології та гарантує її актуальність і відповідність вимогам. Консенсуальні онтології проходять валідацію та контроль якості в рамках спільноти. Завдяки експертній оцінці, тестуванню та зворотному зв'язку від експертів у предметній галузі зацікавлені сторони можуть переконатися, що онтологія точно відображає концепції предметної галузі та відповідає вимогам та стандартам співтовариства.

Досягнення консенсусу щодо онтології дає змогу використовувати колективний досвід спільноти для формування надійного та узгодженого представлення знань предметної галузі.

Універсум в контексті штучного інтелекту.

У поточному контексті дискусій, пов'язаних із використанням великих мовних моделей і пояснювального штучного інтелекту, онтології відіграють важливу роль у розв'язанні проблем, пов'язаних із прозорістю, інтерпретованістю та підзвітністю моделей. У цьому контексті універсум знань перетинається з такими дискусіями та сприяє розв'язанню багатьох невіршених питань. Онтології забезпечують прозорість і інтерпретацію отриманих висновків.

Продовжуючи міркування щодо зв'язків ШІ та інформатики, підкреслимо, що онтологія – це формальний та явний опис концептуалізації. Онтології формальні в тому сенсі, що вони розроблені відповідно до явних правил та специфікацій. Вони часто використовують формальну логіку або інші формалізми для структурованого та систематичного уявлення знань та взаємозв'язків. Така формалізація забезпечує точність, узгодженість і сумісність у процесі подання знань.

Онтології можуть забезпечити структуроване уявлення знань, що доповнює можливості великих мовних моделей. Впровадження онтологічних знань у системі ШІ забезпечує користувачів контекстно-релевантною інформацією та відповідними поясненнями до результатів використання моделі.

В останні часи сформувались методи, спрямовані на пояснення рішень, що приймаються системами ШІ, дозволяючи користувачам надаючи загальний словник та семантику для представлення концепцій, сутностей та відносин у рамках предметної галузі. Така семантична структура може підвищити інтерпретованість великих мовних моделей, дозволяючи їм здійснювати міркування та робити висновки з урахуванням структурованих представлень знань, а також враховувати знання й обмеження, специфічні для предметної галузі. Це, своєю чергою, сприяє отриманню більш контекстно-релевантних та інтерпретованих результатів.

Побоювання щодо довіри та підзвітності, особливо у таких критично важливих напрямках як охорона здоров'я, обумовлюють підвищену увагу до таких характеристик як довіра та підзвітність. Онтології можуть сприяти розв'язанню цих проблем, забезпечуючи прозоре та обґрунтоване представлення знань, що використовуються системами ШІ. Документування джерел знань, припущень і критеріїв прийняття рішень в онтологіях дає змогу відстежувати та пояснювати процес міркування, що лежить в основі прогнозів моделей.

В межах сучасного технологічного розвитку слід підкреслити, що формування метавсесвіту – як конвергенції віртуальних світів, доповненої реальності та Інтернету – відкриває нові можливості для взаємодії в тривимірних середовищах, а також для створення й обміну знаннями. Такі технології сприяють відродженню ідеї ноосфери – концепції «сфери людського мислення», що розглядається як колективний інтелект людства та новий етап розвитку знань. У цьому контексті ШІ, що має здатність обробляти та аналізувати великі обсяги даних, інтерпретувати складні закономірності

зрозуміти їх обґрунтування та виокремити фактори, що впливають на прогнози моделі. Універсум знань може стати основою для розробки методів пояснювального ШІ, охоплюючи знання предметної галузі та причинно-наслідкові зв'язки. Зіставляючи результати великих мовних моделей з онтологічними концепціями та відносинами, стає можливим генерувати змістовні та інтерпретовані пояснення прогнозів моделі.

Онтології полегшують й семантичне розуміння, та навчатися, позиціонується як сутність, здатна прискорити цей новий етап еволюції знання [27].

Крім того, ШІ забезпечує виникнення та опосередковує розвиток цієї стадії, додаючи новий субстрат інформації та знань, що генеруються ШІ, доповнюючи той, що формується людським інтелектом. Еволюція людського знання може відбуватися як з ШІ, так і без нього [28]. Однак постає дилема: людство може опинитися на узбіччі цього нового етапу розвитку, якщо не зможе належним чином розвинути свої когнітивні здібності та сформувати необхідні навички для взаємодії з ШІ і новим простором спільного знання.

Висновки. 1. Концепція універсуму знань дозволяє розглядати знання як динамічну, багатовимірну та взаємопов'язану систему, що постійно розширюється у процесі розвитку науки і технологій. Використання інструментарію організації знань, зокрема класифікації, категоризації та онтологічного моделювання, створює методологічну основу для систематизації та інтеграції знань у складних інформаційних середовищах.

2. Онтології відіграють ключову роль у структуризації знань предметної області, забезпечуючи їх формалізоване та семантично узгоджене представлення. Використання онтологічних моделей сприяє підвищенню прозорості, інтерпретованості та надійності систем штучного інтелекту, особливо у сферах, що потребують високого рівня пояснюваності рішень, зокрема в медицині.

3. Інтеграція онтологічних знань із великими мовними моделями відкриває нові можливості для розвитку пояснювального та відповідального штучного інтелекту. Подальший розвиток цього напрямку потребує міждисциплінарної співпраці,

Література.

1. Current trends in knowledge organization / Dahlberg I. // Organización del conocimiento en sistemas de información y documentación / ed. F. J. Garcia Marco. – Zaragoza : Universidad de Zaragoza, 1995. – P. 7–25.

2. AI for next generation computing: Emerging trends and future directions / Gill S. S., Xu M., Ottaviani C., Patros P., Bahsoon R. et al. // Internet of Things. – 2022. – Vol. 19. – Article 100514. – DOI: 10.1016/j.iot.2022.100514.

3. Why do people use Metaverse? A uses and gratification theory perspective / Yu H. // Telematics and Informatics. – 2024. – Vol. 89. – Article 102110. – DOI: 10.1016/j.tele.2024.102110.

4. Quantum many-body simulations on digital quantum computers: State-of-the-art and future challenges / Fauseweh B. // Nature Communications. – 2024. – Vol. 15, № 1. – P. 2123. – DOI: 10.1038/s41467-024-46402-9.

5. Mapping of the universe of knowledge in different classification schemes / Satija M. P., Martínez-Ávila D. // International Journal of Knowledge Content Development & Technology. – 2017. – Vol. 7, № 2. – P. 85–105.

6. Universe of knowledge from a new angle / Sen B. K. // Annals of Library and Information Studies. – 2009. – Vol. 56. – P. 7–12.

7. The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information / Smith B. // The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information / ed. L. Floridi. – Oxford : Blackwell Publishing, 2003. – URL: https://www.researchgate.net/publication/225070279_The_Blackwell_Guide_to_the_Philosophy_of_Computing_and_Information.

8. On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (meta)models / Guizzardi G. // Databases and Information Systems IV: Selected Papers from the Seventh International Baltic

удосконалення семантичних технологій та формування узгоджених підходів до управління, збереження й етичного використання знань у цифрову епоху.

Conference DB&IS 2006. – Vilnius, 2006. – URL: https://www.researchgate.net/publication/221278057_On_Ontology_ontologies_Conceptualizations_Modeling_Languages_and_MetaModels.

9. Medical ontology: Big data big challenges / Tewari A. – 2014. – URL: https://www.researchgate.net/publication/260892842_Medical_Ontology_Big_Data_Big_Challenges.

10. Онтологія в системній біомедицині / Мінцер О. П., Попова М. А., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. – Київ, 2021.

11. Herfel W. Marc De Mey, The Cognitive Paradigm: An Integrated Understanding of Scientific Development, reprint, with a new introduction // Minds and Machines. 2000. Vol. 10, No. 1. P. 165–168. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008349816805>.

12. Knowledge organization: a new science? / Dahlberg I. // Knowledge Organization. – 2006. – Vol. 33, № 1. – P. 11–19.

13. International Society for Knowledge Organization (ISKO) / Dahlberg I. // Encyclopedia of Library and Information Sciences / ed. M. J. Bates, M. N. Maack. – Boca Raton : CRC Press, 2010. – Vol. 4. – P. 2941–2949.

14. What is Knowledge Organization? / Dahlberg I. // Knowledge Organization. – 2014. – Vol. 41, № 1. – P. 85–91.

15. Competencies and skills for subject analysis and access / Slavic A. // Knowledge Organization Competencies and Skills Webinar. – The Hague : IFLA, 2022. – P. 1–13.

16. The cognitive paradigm: an integrated understanding of scientific development / Mey M. de. – Chicago : University of Chicago Press, 1992.

17. What is Knowledge Organization? / Hjørland B. // Knowledge Organization. – 2008. – Vol. 35, № 2–3. – P. 86–101.

18. Sociocognitive perspectives on representation / Jacob E. K., Shaw D. // *Annual Review of Information Science and Technology*. – 1998. – Vol. 33. – P. 131–185.
19. Ética a Nicômaco / Aristóteles. – Brasília : Universidade de Brasília, 2001. – 238 p.
20. Metafísica / Aristóteles. – São Paulo : Editora Abril S.A., 1984. – 330 p.
21. Revisão sistemática x revisão narrativa / Rother E. T. // *Acta Paulista de Enfermagem*. – 2007. – Vol. 20, № 2. – P. 5–6.
22. Principles of categorization / Rosch E. // *Cognition and Categorization* / ed. E. Rosch, B. Lloyd. – Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates, 1978. – P. 27–48.
23. Prolegomena to library classification / Ranganathan S. R. – London : Asia Publishing House, 1967. – 670 p.
24. Taxonomia facetada e navegacional: busca e recuperação na BDTD / Maculan B. C. M. dos S. – Curitiba : Appris, 2014. – 232 p.
25. Classification and categorization: a difference that makes a difference / Jacob E. K. // *Library Trends*. – 2004. – Vol. 52, № 3. – P. 515–540.
26. Gruber T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing // *International Journal of Human-Computer Studies*. 1995. Vol. 43, Issues 5–6. P. 907–928. DOI: <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>
27. Collective intelligence for preventing pandemic crises: A model-centralized organizational framework / Wu X.-K., Deng K.-Q., Zhao T.-F., Chen W.-N. // *IEEE Systems, Man and Cybernetics Magazine*. – 2024. – Vol. 10, № 3. – P. 31–43. – DOI: [10.1109/MSMC.2024.3352850](https://doi.org/10.1109/MSMC.2024.3352850).
28. Tools to foster responsibility in digital solutions that operate with or without artificial intelligence: A scoping review for health and innovation policymakers / Lehoux P., Rivard L., de Oliveira R. R., Mörch C. M., Alami H. // *International Journal of Medical Informatics*. – 2023. – Vol. 170. – Article 104933.

References.

1. Dahlberg, I. (1995). Current trends in knowledge organization. In F. J. Garcia Marco (Ed.), *Organización del conocimiento en sistemas de información y documentación* (pp. 7–25). Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
2. Gill, S. S., Xu, M., Ottaviani, C., Patros, P., Bahsoon, R., et al. (2022). AI for next generation computing: Emerging trends and future directions. *Internet of Things*, 19, 100514. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100514>
3. Yu, H. (2024). Why do people use Metaverse? A uses and gratification theory perspective. *Telematics and Informatics*, 89, 102110. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2024.102110>
4. Fauseweh, B. (2024). Quantum many-body simulations on digital quantum computers: State-of-the-art and future challenges. *Nature Communications*, 15(1), 2123. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46402-9>
5. Satija, M. P., Martínez-Ávila, D. (2017). Mapping of the universe of knowledge in different classification schemes. *International Journal of Knowledge Content Development & Technology*, 7(2), 85–105.
6. Sen, B. K. (2009). Universe of knowledge from a new angle. *Annals of Library and Information Studies*, 56, 7–12.
7. Smith, B. (2003). The Blackwell guide to the philosophy of computing and information. In L. Floridi (Ed.), *The Blackwell guide to the philosophy of computing and information*. Oxford: Blackwell Publishing.
8. Guizzardi, G. (2006). On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (meta) models. In *Databases and Information Systems IV: Selected Papers from the Seventh International Baltic Conference DB&IS 2006*. Vilnius.
9. Tewari, A. (2014). *Medical ontology: Big data big challenges*.
10. Mintser, O. P., Popova, M. A., Prykhodniuk, V. V., Stryzhak, O. Ye. (2021). *Ontolohiia v systemnii biomedysyni*. Kyiv. 300 p.

11. Herfel, W. (2000). Marc De Mey, The Cognitive Paradigm: An Integrated Understanding of Scientific Development, reprint, with a new introduction. *Minds and Machines*, 10(1), 165–168. <https://doi.org/10.1023/A:1008349816805>.
12. Dahlberg, I. (2006). Knowledge organization: A new science? *Knowledge Organization*, 33(1), 11–19.
13. Dahlberg, I. (2010). International Society for Knowledge Organization (ISKO). In M. J. Bates & M. N. Maack (Eds.), *Encyclopedia of Library and Information Sciences* (Vol. 4, pp. 2941–2949). Boca Raton: CRC Press.
14. Dahlberg, I. (2014). What is knowledge organization? *Knowledge Organization*, 41(1), 85–91.
15. Slavic, A. (2022). Competencies and skills for subject analysis and access. In *Knowledge Organization Competencies and Skills Webinar*. The Hague: IFLA.
16. Mey, M. de. (1992). The cognitive paradigm: An integrated understanding of scientific development. Chicago: University of Chicago Press.
17. Hjørland, B. (2008). What is knowledge organization? *Knowledge Organization*, 35(2–3), 86–101.
18. Jacob, E. K., Shaw, D. (1998). Sociocognitive perspectives on representation. *Annual Review of Information Science and Technology*, 33, 131–185.
19. Aristóteles. (2001). *Ética a Nicômaco*. Brasília: Universidade de Brasília.
20. Aristóteles. (1984). *Metafísica*. São Paulo: Editora Abril.
21. Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), 5-6.
22. Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In E. Rosch & B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Categorization* (pp. 27–48). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
23. Ranganathan, S. R. (1967). *Prolegomena to library classification*. London: Asia Publishing House.
24. Maculan, B. C. M. dos S. (2014). *Taxonomia facetada e navegacional: busca e recuperação na BDTD*. Curitiba: Appris.
25. Jacob, E. K. (2004). Classification and categorization: A difference that makes a difference. *Library Trends*, 52(3), 515–540.
26. Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5–6), 907–928. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>.
27. Wu, X.-K., Deng, K.-Q., Zhao, T.-F., Chen, W.-N. (2024). Collective intelligence for preventing pandemic crises: A model-centralized organizational framework. *IEEE Systems, Man and Cybernetics Magazine*, 10(3), 31–43. <https://doi.org/10.1109/MSMC.2024.3352850>
28. Lehoux, P., Rivard, L., de Oliveira, R. R., Mörch, C. M., Alami, H. (2023). Tools to foster responsibility in digital solutions that operate with or without artificial intelligence: A scoping review for health and innovation policymakers. *International Journal of Medical Informatics*, 170, 104933.

ORCID:

O. P. Mintser: 0000-0002-7224-4886