

УДК 681.3

<https://doi.org/10.15407/pp2026.03.117>*Ю.В. Рогушина*

СЕМАНТИЧНЕ ПРОФІЛЮВАННЯ КОРИСТУВАЧА ЯК ЗАСІБ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ В АГРОДОРАДЧИХ СИСТЕМАХ

Досліджується концепція семантичного профілювання користувача як ключового механізму персоналізації в інтелектуальних агродорадчих системах.

Показано, що класичні моделі профілювання (демографічні, поведінкові, когнітивні, соціальні) не забезпечують достатньої гнучкості та пояснюваності, тоді як онтологічні моделі дозволяють інтегрувати різні джерела даних, формалізувати відношення між характеристиками користувача та забезпечувати семантичну узгодженість.

Запропоновано алгоритм побудови профілю, який поєднує статичні та динамічні параметри (ідентифікаційні, поведінкові, когнітивні, контекстні) у структурованому форматі, що підтримує логічне виведення та співставлення з суб'єктами (вибір агродорадника для аграрія) та об'єктами системи (агротехнології, освітні курси, програми підтримки). Переваги та проблеми використання запропонованого підходу розглянуто на прикладі інтелектуальної системи ALE, що орієнтована на підтримку професійної діяльності агродорадника. Подальші дослідження планується спрямувати на створення та узгодження онтологічних моделей окремих задач та апробацію запропонованого підходу у реальних агродорадчих платформах.

Ключові слова: онтологічна модель, профіль користувача, персоналізація, агродорадча система.

J. Rogushina

SEMANTIC PROFILING OF USER AS AN INSTRUMENT OF PERSONALIZATION IN AGRICULTURAL ADVISORY SYSTEMS

The concept of semantic profiling of user as a key mechanism of personalization in intelligent agro-advisory systems is considered. We analyse classical profiling models (demographic, behavioral, cognitive, social) that do not provide sufficient flexibility and explainability, whereas ontological models enable the integration of heterogeneous data sources, the formalization of relations between user characteristics, and the assurance of semantic consistency. We propose a general algorithm for profile construction that combines static and dynamic parameters (identification, behavioral, cognitive, contextual) into a structured format that supports logical inference and alignment of user both with other subjects (e.g., selecting an advisor for a farmer) and objects (agrotechnologies, educational courses, support programs) of agro-advisory system. The advantages and problems of using the proposed approach are considered using the example. We analyze the advantages and challenges of the proposed approach on example of an intelligent ALE system focused on supporting the agro-advisor professional activities. Further research is planned to focus on the creation and alignment of ontological models of individual tasks and the practical validation of the approach within real-world agro-advisory platforms.

Keywords: ontological model, user profile, personalization, agro-advisory system.

Вступ

Одним із напрямків розвитку інтелектуальних інформаційних систем (ІС) є їх персоналізація, яка дозволяє налаштовувати результати роботи системи на потреби конкретного користувача, адаптувати функціонування системи до його індивідуальних характеристик та запитів. Така персоналізація є багаторівневим процесом, що

поєднує семантичне моделювання із адаптивними алгоритмами (машинне навчання, обробка природної мови, рекомендаційні механізми тощо). Наприклад, у сфері освіти персоналізація означає побудову навчальних маршрутів, що відповідають компетенціям і цілям студента; у медицині — адаптацію лікувальних програм до стану

пацієнта та його історії хвороб; у науці — формування рекомендацій щодо співпраці чи доступу до релевантних джерел знань. Для цього виникає потреба у формалізованому описі користувача ПС, його інтересів, навичок, цілей, особливостей сприйняття інформації тощо. Тобто у створенні профілю користувача, який моделює його особливості, що стосуються взаємодії з цією ПС. Ще однією важливою сферою застосування персоналізації є агродорадництво, в якому персоналізація забезпечує якіснішу взаємодію між кінцевим споживачем інформації — аграрієм — та експертом-агродорадником, який допомагає аграрію використовувати різноманітні сервіси [1] та застосунки із використанням штучного інтелекту [2] та контролює якість автоматично побудованих рекомендацій.

1. Профілювання користувачів ПС – основні підходи

У сучасних ПС поняття профілю користувача визначається як формалізоване, багатовимірне представлення характеристик, потреб, цілей та поведінкових патернів конкретної особи чи організації, що взаємодіє із системою. Профіль поєднує статичні атрибути (наприклад, демографічні дані, професійний досвід, доступні ресурси) та динамічні параметри (поточні запити, історія взаємодій, траєкторії розвитку), створюючи узгоджене семантичне відображення користувача у внутрішній моделі системи. Його ключова особливість полягає у тому, що він не лише описує користувача, а й дозволяє системі будувати персоналізовані сценарії підтримки, прогнозувати потреби та інтегрувати користувача до ширшого контексту спільноти.

У [3] профіль визначається як набір інформації, що характеризує користувача, а в [4] — як набір структур даних, що описують середовище взаємодії людини з комп'ютером. [5] конкретизує це визначення: профіль користувача розглядається як узагальнення його інтересів, характеристик, поведінки та уподобань, тоді як профілювання користувача — як система збору, організації та виведення інформації про профіль користувача.

[6] вирізняють у моделюванні користувачів: поведінкове моделювання (аналіз даних, отриманих під час взаємодії між системою та користувачем); моделювання інтересів (пряме, тобто явне опитування користувачів, або непряме, на основі історії перегляду); та моделювання намірів, яке намагається визначити кінцеву причину, через яку користувач почав взаємодію із системою.

Профіль може бути створений для окремої особи шляхом отримання інформації через пряму взаємодію з користувачем або автоматично системою, яка відстежує його дії. Для побудови профілю застосовуються різні алгоритми навчання та системи інформаційного пошуку залежно від обраного способу представлення. Профіль може бути створений вручну користувачем чи експертом, але цей підхід є складним і трудомістким. Найпоширенішим є автоматичне створення профілю на основі зворотного зв'язку користувача. Також застосовуються методи на основі нейронних мереж, генетичних алгоритмів та моделей векторного простору, які показали ефективність у багатьох сферах.

У ПС використовують кілька різних моделей користувачів, які відрізняються за рівнем абстракції, способом представлення та цільовим застосуванням. Відмінність профілювання від інших способів моделювання користувачів полягає у ступені інтеграції та семантичній насиченості. Традиційні моделі, такі як демографічні сегментації чи статистичні кластери, зосереджуються на групових ознаках і орієнтовані не на аналіз індивідуальну потреб, а на знаходження груп користувачів з подібними потребами. Демографічна модель ґрунтується на соціально-статистичних даних (вік, стать, освіта, місце проживання). Такий підхід є ефективним для ПС, де для більшості користувачів можна визначити таку досить велику групу, і закономірності, що об'єднують користувачів з подібними характеристиками, придатні й для інших. Поведінкові моделі, що базуються на аналізі транзакцій, відображають лише поверхневі патерни взаємодії, не розкриваючи глибинних цілей та мотивацій. Когнітивні моделі дозволяють реконструювати проце-

си міркувань користувачів, але вони не завжди придатні для практичної інтеграції та масштабування. Соціальні моделі описують користувача через його зв'язки, роль у спільноті та мережеві взаємини.

Профілювання дозволяє поєднати елементи всіх цих підходів, але уніфікує їх у структурованому, узгодженому форматі, що дозволяє системі не лише реагувати на запити, а й активно формувати індивідуальні траєкторії. Таким чином, профілювання користувачів в ІС є комплексним і адаптивним способом моделювання. Використання у профілюванні користувача онтологічної моделі дозволяє не обмежувати опис індивіда фіксованим набором атрибутів, а застосовувати ширший набір ознак, що відповідають специфіці конкретної ІС: онтологія дозволяє явно визначити зв'язки між властивостями, типи їхніх значень та припустимі комбінації. Переваги такого підходу полягають у семантичній узгодженості та прозорості: онтологія забезпечує інтеграцію різних джерел даних і дає змогу системі будувати складні сценарії підтримки. Крім того, онтологічна модель дозволяє здійснювати автоматичне виведення нових знань про користувача. Це створює основу для глибшої персоналізації та адаптивності системи.

Методи профілювання користувачів на основі векторних моделей [7] є простими у реалізації та ефективними для їх співставлення з великими масивами текстових даних, але вони обмежені у здатності враховувати контекст та семантичні зв'язки. Ймовірнісні методи дозволяють моделювати невизначеність та робити висновки про наміри користувача, але потребують значних обчислювальних ресурсів та ретельного налаштування [8]. Методи асоціативних правил дозволяють виявляти закономірності у поведінці користувачів [9].

Семантичні моделі користувачів ґрунтуються на використанні онтологій, семантичних мереж та концептуальних профілів. Вони дозволяють не лише зберігати дані про користувача, а й інтерпретувати їх у контексті конкретної ПрО. Наприклад, в [10] розглядається застосування у профілі користувача онтології до-

слідницьких тем для рекомендації наукових статей. Онтологічне моделювання профілю користувача є найбільш формалізованим і гнучким підходом у сучасних системах персоналізації. Воно дозволяє інтегрувати різні джерела даних, забезпечує семантичну узгодженість і підтримує логічне виведення. Ще однією суттєвою перевагою є пояснюваність результатів: онтології дозволяють простежити логіку ухвалення рішень, тобто система може пояснити певну рекомендацію, посилаючись на конкретні класи, властивості та відношення. Це підвищує довіру користувачів і робить персоналізацію більш прозорою.

У профілюванні користувачів ІС можна застосовувати два різні підходи: використання стандартів профілювання (наприклад, у сфері освіти, науки чи медицини) та побудову онтологічних схем конкретної задачі. Обидва варіанти мають свої переваги й обмеження, які визначають доцільність їх використання.

Стандарти профілювання, такі як освітні моделі компетентностей, наукові профілі дослідників чи медичні електронні картки пацієнтів, забезпечують високий ступінь узгодженості та інтероперабельності. Вони дозволяють системам легко обмінюватися даними між різними інституціями, підтримують порівнянність результатів і знижують ризик семантичних розбіжностей. Перевага від їх використання полягає у формалізації знань, що робить їх інтероперабельними та більш масштабованими. Водночас стандарти часто є занадто жорсткими, повільно оновлюються й не завжди враховують специфіку динамічних предметних областей (ПрО).

Онтологічні схеми конкретної ПрО, навпаки, створюються для відображення специфічних знань, що можуть бути корисними для розв'язання задачі та для уточнення потреб користувача. Вони дозволяють більш детально моделювати вимоги до результатів роботи ІС та швидко адаптуватися до змін. Проте такі схеми часто є унікальними для конкретної ІС, що ускладнює їхню інтероперабельність і може призвести до фрагментації знань. Крім того, їх розробка потребує додаткових ресурсів.

Для більшості практичних задач оптимальним є комбінований підхід: використання стандартів як базової схеми для забезпечення інтегрованості та доповнення їх онтологічними моделями, які деталізують і адаптують профіль до конкретних потреб і контекстів. Один з варіантів застосування онтологічних моделей пов'язаний із графами знань: профіль користувача можна розглядати як локалізовану підмножину графа знань, який містить вузли, що відповідають атрибутам, потребам, ресурсам та діям цього користувача, а ребра відображають відношення між цими елементами. Таке представлення простіше для обробки та візуалізації, зрозуміліше для самих користувачів. Якщо ж ІС потребує більш складних знань щодо Про, то вони можуть здобуватися з онтологічної моделі та відображатися іншими способами.

Співставлення профілів користувачів з іншими об'єктами системи — вакансіями, навчальними курсами чи персоналізованими рекомендаціями — є ключовим механізмом, що перетворює статичний опис користувача на динамічний інструмент підтримки ухвалення рішень. Профіль, побудований на основі семантичної моделі, містить набір властивостей і відношень, які дозволяють системі також зіставляти його з відповідними елементами у графі знань. Наприклад, компетенції та обмеження користувача можуть бути зіставлені з вимогами вакансії, що дає змогу визначити ступінь відповідності та побудувати траєкторію працевлаштування. Аналогічно освітні потреби зіставляються з курсами, які мають релевантні навчальні результати, а соціальні чи медичні потреби — з програмами підтримки, що відповідають нормативним критеріям.

Цей процес співставлення відрізняється від простого пошуку за ключовими словами тим, що ґрунтується на семантичному узгодженні: система не лише порівнює атрибути, а й інтерпретує їх у контексті онтологічних відношень. Це дозволяє враховувати приховані залежності, наприклад, що певна освітня програма може компенсувати відсутність досвіду, або що соціальна допомога може бути умовою для

успішного працевлаштування. Таким чином співставлення профілів із об'єктами системи стає основою для побудови персоналізованих рекомендацій, які не лише відповідають поточним даним, а й враховують можливі траєкторії розвитку користувача.

Інтеграція профілів користувачів, що побудовані на основі різних семантичних схем чи онтологічних моделей, є складним завданням, оскільки кожна схема відображає власну логіку категоризації, набір властивостей та відношень. Основна проблема полягає у семантичній неоднорідності: одна й та сама сутність може бути описана різними термінами, з різним рівнем деталізації або навіть у різних концептуальних площинах. Це призводить до труднощів у зіставленні даних, втрати частини інформації або появи суперечностей. Додатковим викликом є різний рівень формалізації: одні моделі можуть бути строго онтологічними, інші — більш гнучкими, але менш стандартизованими, що ускладнює їхню сумісність.

Типові шляхи вирішення цієї проблеми включають: використання онтологічного вирівнювання, коли між різними схемами встановлюються відповідності; застосування мета-онтологій, які виступають як узагальнюючий каркас для різних моделей; або використання семантичних посередників, що здійснюють трансформацію даних між схемами у процесі інтеграції. Це уможливорює обмін інформацією між різними ІС, дозволяє забезпечити інтегрованість та створити єдине інформаційне середовище. Для спрощення цієї проблеми доцільно виокремити ті елементи профілю користувача, які є досить стабільними (не змінюються у часі або змінюються відносно повільно — наприклад, рік народження або освітній рівень) та є спільними для ІС різного призначення (наприклад, знання іноземних мов або швидкість сприйняття інформації). Для таких параметрів профілю доцільно явно встановлювати відповідності між схемами у різних ІС, тоді як специфічні для різних ІС параметри можна таким чином не співставляти (крім того, значна їх частка просто не має відповідних аналогів в інших ІС

– як-от, результати вивчення певних навчальних курсів або оцінки обраних товарів).

Таким чином, надалі ми будемо розуміти *семантичний профіль користувача* як структурований інформаційний об'єкт, який моделює індивідуальні характеристики, інтереси, компетентності та контекст діяльності користувача. Профіль, сформований на основі семантичних моделей, інтегрує статичні характеристики (демографічні дані, професійні компетенції, ресурси) та динамічні параметри (поточні потреби, історія взаємодій, траєкторії розвитку). Він формується на основі набору параметрів (ідентифікаційних, поведінкових, когнітивних, контекстних), що представлені у вигляді концептів, властивостей та зв'язків і формалізовані на основі онтологічної моделі. Це дозволяє ПС зіставляти індивідуальні дані з вакансіями, освітніми курсами, програмами підтримки чи іншими об'єктами. Такий профіль виступає в ПС як основа персоналізації, що перетворює загальні дані на індивідуалізовані сценарії взаємодії. Персоналізація є результатом цього зіставлення: система не лише реагує на сам запит, а семантично розширює і уточнює його додатковими відомостями про конкретного користувача, які йому не треба явно вказувати у кожному запиті.

Ефективність застосування онтологічних моделей ПрО для профілювання користувачів суттєво залежить від того, наскільки обрана онтологія відповідає задачам, що розв'язує ПС. Якщо використовується значно ширша онтологія, то її аналіз займає багато часу, якщо недостатньо повна – суттєві аспекти відомостей щодо користувача не відображаються. Тому доцільно проаналізувати джерела, з яких можна отримувати такі онтології.

Для забезпечення семантичної інтероперабельності профілів користувачів ПС різного призначення, що базуються на різних онтологічних моделях, потрібно забезпечити засоби їх автоматизованого співставлення. Можна виокремити наступні рівні онтологій: верхній рівень - мета-онтології профілювання, що потрібні для узгодження різних моделей та забезпечен-

ня інтероперабельності; рівень домену - галузеві стандарти (медичні, наукові, освітні тощо), що дозволяють будувати уніфіковану частину профілю користувача; рівень застосунку - онтологічні моделі конкретних ПС, які дозволяють розширити стандартизований набір параметрів профілю тими властивостями користувача, що є суттєвими для задач системи; рівень користувача - онтології та графи знань, згенеровані на основі документів та формально відображають сферу інтересів конкретного користувача та можуть бути використані для популяції онтологічної моделі ПС значеннями для профілю цього користувача.

2. Постановка задачі

Створення та поповнення профілю користувача, який забезпечує йому персоналізовані результати роботи ПС, є складною задачею, що потребує багато часу самого користувача та інженерів зі знань. Тому доцільно розробити методи та засоби, що дозволятимуть імпортувати відомості про користувача з його профілю до інших ПС. Для цього потрібно виокремити ті параметри профілю, що є відносно стабільними та присутні в різних ПС, та забезпечити механізм встановлення відповідності між семантично подібними концептами різних онтологічних моделей. Пропонується використовувати для цього, крім онтології верхнього рівня, з поняттями якої можуть бути співставлені поняття більш вузьких ПрО, такі властивості елементів профілю, як належність значень до певного семантичного домену (з посиланням на такий домен) та тих характеристик параметрів, що можуть бути застосовані для логічного виведення (симетричність, транзитивність тощо). Явне визначення в профілі цих властивостей не тільки забезпечить більш глибокий аналіз та розширить функціонал застосування відомостей з профілю у конкретній системі, а й стане додатковим інструментом визначення подібності: можна прогнозувати, що параметри з однаковими або подібними наборами властивостей є семантично подібними з більшою ймовірністю, ніж ті, для яких такі набори більше різняться. Цей критерій не є

остаточним для ухвалення рішення щодо семантичної подібності, але його застосування може оптимізувати порядок таких перевірок. Використання запропонованого підходу у конкретній ПрО потребує також застосування знань цієї сфери для коректного співставлення елементів профілю.

3. Мета профілювання

У контексті профілювання користувачів інтелектуальних систем семантична інтероперабельність постає як ключовий механізм, що дозволяє перетворити розрізнені дані про поведінку, уподобання та контекст користувача на цілісну модель знань. Загальна мета полягає у створенні такої інфраструктури, де дані з різних джерел - від сенсорів і цифрових платформ до соціальних та освітніх систем - можуть бути інтегровані без втрати смислу. Це означає, що семантизований профіль користувача не є простою сукупністю атрибутів, а стає елементом семантичного простору, що базується на онтологічній моделі екосистеми домену: саме ця модель забезпечує інтероперабельність знань та узгодженість між різними інтелектуальними сервісами. Профіль користувача, що сформований в одній сфері (наприклад, освіта), може бути коректно інтерпретований у іншій (наприклад, професійна діяльність чи агродорадництво), і інформація не буде спотворена у процесі передачі між системами. Такий підхід дозволяє створювати адаптивні системи, які враховують контекст і динаміку користувацьких дій, а не лише їхні статичні характеристики.

Одним зі способів досягнення інтероперабельності полягає у формуванні семантичних доменів – структурованих інформаційних просторів, для яких розроблено словники термінів та спільні правила для опису та інтерпретації даних, які забезпечують однозначний обмін даними. Без узгодження семантичних доменів навіть прості дані (наприклад, адреси, телефонні номери) можуть бути інтерпретовані неправильно. Узгодження семантичних доменів може знизити обчислювальну складність алгоритмів вирівнювання онтологічних моделей різних екосистем: сема-

нтична подібність між наборами параметрів понять, що є екземплярами тих самих семантичних доменів, дозволяє прогнозувати семантичну подібність самих понять.

4. Класифікація параметрів профілю користувача

Зараз користувачі мають доступ до величезної кількості інформації, що може бути використана для задоволення їхніх інформаційних потреб та розв'язання різноманітних задач. Тому актуальнішою стає не стільки проблема пошуку, скільки проблема відбору серед знайдених релевантних результатів саме тих даних, що є найбільш корисними, якісними, актуальними тощо. Водночас критерії оцінювання залежать як від задачі, так і від індивідуальних уподобань користувача. Але користувачеві не зручно щоразу явно описувати свої інтереси та потреби, і тому виникає необхідність у створенні та збереженні профілю користувача, в якому зберігається, поповнюється та оновлюється ця інформація.

Зміст та структура інформації, що зберігаються у профілі користувача, суттєво залежать від ПрО задачі та від тих технологічних засобів, що використовуються для її подання. Але певна підмножина відомостей у профілі не залежить від ПрО задачі і може використовуватися для персоніфікованої обробки інформації у різних системах.

Потрібно виокремлювати певні загальні характеристики елементів профілю, що впливають не тільки на їхню обробку у конкретній задачі, а на самі механізми здобуття, поповнення, перевірки на відсутність протиріч та оновлення. Ці характеристики є похідними від загального аналізу проблем неповноти, нечіткості та неточності даних [11] та їхньої семантичної сумісності. Потрібно враховувати: 1. чи може змінюватися значення параметру (наприклад, рік народження людини не може змінюватися, а адреса – може); 2. чи обов'язково параметр повинен мати хоча б одне значення (наприклад, людина обов'язково має певний зріст, але може не мати номера телефону); 3. чи може параметр мати невідоме значення; 4. чи може

параметр мати кілька різних значень одночасно (наприклад, людина має кілька адрес електронної пошти); 5. чи може параметр мати кілька значень, які змістовно є однаковими (наприклад, різні варіанти написання імені або формату дати).

Такі характеристики можуть бути корисними як для перевірки семантичної коректності певного профілю користувача, так і для узгодження профілів того самого користувача у різних інформаційних системах, що використовують різні схеми даних. З точки зору екосистемного моделювання [12] задачі можна розглядати персоналізацію як аналіз характеристик біотичних компонент та їх семантичне співставлення з тими компонентами (як біотичними, так і небіотичними), що входять до складу того складного інформаційного об'єкта, який є результатом розв'язання задачі.

Введемо більш точне визначення складного інформаційного об'єкта, яке базується на онтологічному підході. *Інформаційний об'єкт* (ІО) – це екземпляр класу онтологічної моделі $O = \langle X = X_{class} \cup X_{ex}, R, A \rangle$, де $X = X_{class} \cup X_{ex}$ – множина понять тієї ПрО, до якої належить задача, що поділяється на множину класів X_{class} та множину їхніх екземплярів X_{ex} ; R – множина відношень між екземплярами класів; A – множина аксіом та правил ПрО, що визначає припустимі властивості понять та відношень між ними.

Серед ІО ми виокремлюємо підкласи атомарних ІО (АІО) та складних ІО. Але припускається існування ІО, що не належать ані до АІО, ані до СІО.

СІО – це ІО, який має об'єктні властивості, що пов'язують його з екземплярами інших класів онтології, і наявність одного або більше екземплярів такого класу є обов'язковою. $X_{CIO} \subseteq X$. Наприклад, для Semantic MediaWiki певний об'єкт (вікісторінка) є СІО, якщо її семантичний шаблон містить семантичні властивості типу “Вікісторінка”.

АІО – це ІО, який не має жодної об'єктної властивості, що пов'язує його з екземплярами інших класів онтології, і на-

явність одного або більше екземплярів такого класу є обов'язковою. $X_{AIO} \subseteq X$.

Залежно від ПрО профіль користувача може містити різні семантичні елементи, але для персоналізованого виконання задачі потрібно, щоб такий профіль був СІО, тобто містив семантично визначені відношення з іншими компонентами екосистеми.

Якщо проаналізувати ті випадки, коли профіль користувача містить лише властивості даних, тобто у ньому немає обов'язкових параметрів, семантично пов'язаних з іншими ІО, то виявляється, що аби відобразити зв'язки між користувачами та результатами, застосовуються додаткові ІО, що містять серед параметрів як екземпляри профілів користувачів, так і екземпляри результуючих ІО (наприклад, покупка поєднує покупця та товар). Але такі опосередковані семантичні відношення через додаткові ІО можуть бути перетворені на розширення профілю користувача (наприклад, додавання параметра “Зроблена покупка”), що робить цей об'єкт СІО. Якщо ж такі відношення в онтологічній моделі не відображені, то персоналізація неможлива (або потребує поповнення онтологічної моделі новими відношеннями та об'єктами). Тому надалі будемо розглядати всі профілі користувачів, для яких здійснюється персоналізація, як СІО.

Таким чином, визначимо *профіль користувача* Р як СІО, що є екземпляром класу онтологічної моделі відповідної СІО. Цей профіль може бути основою персоналізованого розв'язання задач у цій ПрО, якщо результат розв'язання містить ІО, що є елементами Р, або можуть бути визначені з їх використанням.

5. Семантичне профілювання в агродорадчих системах

Розглянемо проблеми та переваги семантичного профілювання на прикладі розробки застосовної агродорадчої рекомендаційної системи, в якій потрібно враховувати та співставляти відомості щодо компетенцій, спроможностей та інформаційних потреб користувачів, що значно різняться між собою, а їхні характеристики

динамічно змінюються. Водночас система потребує постійного оновлення даних із зовнішніх інформаційних ресурсів, використання засобів здобуття знань із цих ресурсів та можливостей надання розгорнутих пояснень. Ця Про обрана для аналізу тому, що персоналізація дорадництва потребує аналізу інформації щодо користувачів двох типів СІО – фермерів та агродорадників. Для цього необхідне врахування як досить типових для профілювання характеристик, які можна імпортувати з інших застосунків, так і набору повністю специфічних параметрів, який потребує розширення в процесі збільшення функціоналу дорадчої системи. Наприклад, коли треба отримати рекомендації не тільки щодо вирощування конкретної культури (а це потребує опису місцевості, її точного місцезнаходження, врахування прогнозу погоди тощо), а й поради щодо нормативів або законів (тоді потрібно більше інформації щодо статусу фермера, його прав власності, можливих пільг тощо). Такі параметри можуть бути відсутні у стандарті, що використовується для профілювання в агросфері, і їх потрібно додати до онтологічної моделі, визначивши їх відношення з уже існуючими елементами.

Семантична інтероперабельність відкриває можливість створення адаптивних траєкторій спілкування та навчання, використовуючи не лише дані про формальну освіту, а й семантично узгоджені відомості про професійний досвід, неформальну освіту, додаткові компетенції (наприклад, знання іноземних мов або вміння користуватися інформаційно-комунікаційним обладнанням), переваги щодо способів отримання інформації, інтереси та цілі. Це дозволяє системам відбирати релевантні інформаційно-довідкові матеріали, організувати зручний доступ до їхнього контенту, враховувати та формувати цілісну картину розвитку здобувача.

Для агродорадників семантична інтероперабельність означає можливість створення профілів, які відображають їхню експертизу, спеціалізацію та практичний досвід. Завдяки узгодженим семантичним моделям дорадчі системи можуть автоматично зіставляти потреби аграріїв із ком-

петенціями дорадників, забезпечуючи ефективне поєднання запиту та пропозиції знань. Це дозволяє інтегрувати міжнародні стандарти та практики у локальні системи, роблячи дорадчі послуги більш прозорими та порівнюваними.

Для аграріїв семантична інтероперабельність забезпечує створення профілів господарств, які включають дані про ресурси, технології, виробничі процеси та результати. Узгоджені семантичні моделі дозволяють інтегрувати інформацію з різних джерел — від сенсорів IoT до державних кадастрів — і формувати цілісну картину діяльності. Це відкриває перспективу для автоматизованого аналізу, прогнозування та рекомендацій, що базуються на узгоджених знаннях моделей.

6. Стандарти профілювання в агродорадництві

У сфері агродорадництва для профілювання користувачів немає єдиного універсального стандарту, але застосовуються кілька міжнародних і галузевих рамок, які забезпечують узгодженість даних про фермерів, дорадників та інших зацікавлених сторін:

- *CAP / AKIS* (Agricultural Knowledge and Innovation Systems) використовується у межах Спільної аграрної політики ЄС (2023–2027): дорадчі служби інтегруються в AKIS, а профілювання користувачів здійснюється за економічними, екологічними та соціальними параметрами для забезпечення комплексності порад і відповідності політиці ЄС;

- *FAO Digital Extension Guidelines* пропонують стандартизовані підходи до збору даних про користувачів цифрових дорадчих сервісів (наприклад, мобільні застосунки для малих фермерів), включно із демографічними характеристиками, типами господарств і рівнем доступу до технологій;

- *EUSPA User Requirements Framework* (Європейське агентство з космічних програм) використовується для профілювання користувачів у точному землеробстві та агрологістиці, з акцентом на вимоги до навігаційних і геоінформацій-

них сервісів та містить як специфікації для різних типів застосувань (керування технікою, внесення добрив, логістика), так і відповідні профілі користувачів.

- стандарти *ISO/IEC та OGC* для даних і метаданих не є специфічними для агродорадництва, але їх застосовують для профілювання аби забезпечити інтероперабельність даних (наприклад, ISO 19115 для геопросторових метаданих).

Таким чином, у практиці агродорадництва профілювання користувачів дозволяє одночасно враховувати політичні вимоги, технологічні можливості та локальні потреби фермерів. Розглянемо ці стандарти трохи детальніше з точки зору їх застосування в інтелектуальних інформаційних системах та сервісах підтримки агродорадництва.

FAO Digital Extension Guidelines

[13] прийнято 2023 року для профілювання користувачів (фермерів, дорадників, місцевих організацій) цифрових дорадчих сервісів на основі мобільних застосунків та цифрових платформ. Профіль користувача визначається через демографічні характеристики (вік, стать, рівень освіти), тип господарства (розмір, культура, технології), цифрову грамотність та доступ до інфраструктури. Особливості стандарту – орієнтація на малих фермерів як ключову групу користувачів, використання смартфонів і мобільних застосунків як основного каналу комунікації та надання рекомендацій щодо захисту даних користувачів та прозорості у використанні зібраної інформації [14]. Крім того, стандарт дозволяє враховувати гендерні аспекти і цифровий розрив між міськими та сільськими регіонами.

CAP / AKIS Framework (EU Common Agricultural Policy) [15] – рамковий стандарт Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS), який створено в межах Спільної аграрної політики Європейського Союзу на 2023–2027 роки, визначає, як дорадчі служби, наукові установи, фермери та інші стейкхолдери взаємодіють для обміну знаннями й інноваціями. Профілювання користувачів у цьому контексті означає систематичне збирання та аналіз даних про фермерів, дорадників і організацій для того, щоб дорадчі сервіси були ці-

леспрямованими, інклюзивними та відповідали політиці сталого розвитку. Особлива увага приділяється малим і середнім господарствам, а також гендерній рівності. Окремі дорадчі сервіси інтегровані в політику CAP, що забезпечує узгодженість між дорадництвом і фінансовими інструментами підтримки [16].

ISO 19115 (Geographic Information – Metadata) [17] – це стандарт для опису геопросторових метаданих, який може застосовуватися для профілювання користувачів у дорадництві. У сфері агродорадництва він використовується як базовий інструмент для профілювання користувачів, коли дорадчі сервіси інтегрують дані про фермерів, їхні господарства та просторові характеристики земель [18].

Ці стандарти можуть застосовуватися для створення елементів профілів користувачів агродорадчої системи, але потрібно забезпечити можливість поповнення цих профілів іншими характеристиками, важливими для конкретної країни, місцевості або напряду роботи. Наприклад, для сучасної України це параметри, що стосуються здійснення агробізнесу в умовах військової агресії росії (обстріли, мінування тощо).

Крім того, враховуючи, що одним з аспектів агродорадництва є навчання аграріїв та підвищення кваліфікації агродорадників [19], доцільно брати до уваги стандарти профілів для здобувачів освіти: IMS Learner Information Package (LIP) – стандарт для опису профілю здобувача освіти: особисті дані, результати навчання, компетенції, уподобання [20]; IEEE PAPI (Public and Private Information for Learners) – Модель для управління приватною та публічною інформацією про здобувачів освіти у навчальних системах [21]; Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) – Загальний стандарт метаданих, що використовується для опису освітніх ресурсів і профілів [22]; xAPI (Experience API / Tin Can API) – Стандарт для запису навчальних дій здобувачів освіти у форматі "актор – дія – об'єкт" [23]; SCORM (Sharable Content Object Reference Model) – Стандарт для інтеграції навчального контенту та відстеження про-

гресу здобувачів освіти [24]. Важливо, що у профіль користувача агродорадчої системи може бути інтегрована з профілів у цих стандартах як загальна інформація, так і відомості про результати навчання та отримані компетенції.

7. Розширення профілю користувачів агродорадчої системи

Для створення додаткових параметрів профілів, що не базуються безпосередньо на стандартах ПрО, потрібно узгодити їх з уже існуючими параметрами. Для цього доцільно визначити їхні домени. Розглянемо, як здійснюється узгодження доменів для цієї ПрО. Наприклад, у двох різних онтологіях (для дорадчої системи та для системи освіти) є класи, що характеризують користувачів, - «Дорадник» та «Здобувач освіти». Вони мають параметри, що описують однакові властивості, але використовують для цього різні назви, виникає ризик неправильного зіставлення. У класі «Дорадник» параметри можуть бути позначені як «phone_number», «email_address» та «qualification», тоді як у класі «Здобувач освіти» ті самі властивості можуть бути представлені як «contact_number», «mail» та «education_level». Без узгодження семантичних доменів ці параметри будуть інтерпретовані як різні сутності, що ускладнить інтеграцію даних та збільшить обчислювальну складність алгоритмів вирівнювання онтологічних моделей.

Узгодження семантичних доменів дозволяє віднести всі ці параметри до спільних категорій, як-от Contact Information.Phone для телефонних номерів, Contact Information.Email для електронної пошти та Education.Level для освітнього рівня. У такому випадку незалежно від того, яка саме назва використовується для параметра профілю, вони розпізнаються як екземпляри одного семантичного домену, тобто, якщо мати інформацію про те, наприклад, що «email_address» та «mail» містять дані з одного семантичного домену, то доцільно аналізувати й подібність самих елементів.

Завдяки цьому алгоритми можуть автоматично визначати семантичну подібність між параметрами, що значно знижує складність процесу інтеграції. Прогнози щодо подібності, які базуються на співпадінні великої кількості таких доменів, будуть більш імовірними, але тільки людина-експерт може підтвердити або відкинути твердження про їхню подібність. У тих випадках, коли для властивостей класів обрано не тільки відношення предметної області, а й ті характеристики цих відношень, що використовуються для логічного виведення (симетричність, транзитивність тощо), і набори таких властивостей теж збігаються, то такі відношення відображають семантично подібні поняття з більшою ймовірністю. Таким чином, семантична інтерооперабельність може використовувати вже наявні знання щодо семантики предметних областей, представлених в онтологічних моделях. Вона не лише забезпечує правильне зіставлення даних, а й створює основу для прогнозування структурних і функціональних зв'язків між різними поняттями та класами. Як бачимо, узгодження семантичних доменів перетворює різні назви параметрів на єдину систему знань, що забезпечує прозорість, узгодженість та ефективність інтеграції даних у складних цифрових екосистемах.

У разі профілювання користувачів з уже наявним гетерогенним набором компетентностей, які суттєво впливають на роботу інформаційної системи (наприклад, дорослих здобувачів освіти, агродорадників та аграріїв) семантична інтерооперабельність стає ключовим механізмом для перетворення розрізнених даних про їхню діяльність, компетенції та потреби на узгоджені знанняві моделі. В узагальненому вигляді задача досягнення семантичної інтерооперабельності профілів полягає у створенні такої інфраструктури, де інформація з різних джерел - освітніх платформ, дорадчих сервісів, державних реєстрів - може бути інтегрована без втрати смислу та неоднозначності. Це дозволяє формувати профілі, які не є наборами окремих атрибутів, а базуються на онтологічних моделях, що відображають контекст, динаміку та взаємозв'язки між даними.

8. Алгоритм побудови профілю користувача агродорадчої системи

На основі проведеного аналізу публікацій, що стосуються створення профілів користувачів інтелектуальних систем з використанням онтологій відповідних Про, специфіки розробки агродорадчих застосунків та власного досвіду використання різноманітних моделей знань для створення програмних систем пропонується використовувати наступний алгоритм побудови семантичного профілю користувача:

- проаналізувати задачі, які має виконувати ПС (на поточний момент та у перспективі її розвитку), та визначити, яка саме інформація про користувачів для цього потрібна;

- визначити основні групи користувачів ПС та особливості їх профілювання;

- проаналізувати стандарти профілювання в обраній Про та обрати ті, що відповідають цілям розробки ПС;

- визначити, які додаткові характеристики користувачів доцільно додати до параметрів профілю відповідно до особливостей системи, що розробляється, формалізувати властивості цих додаткових параметрів, домен їхніх значень та відношення з наявними властивостями;

- визначити доступні зовнішні джерела знань про користувачів, доцільність їх застосування та засоби здобуття знань із цих джерел;

визначити, як саме буде здійснюватися заповнення профілю користувача (самим користувачем, за допомогою імпорту даних з інших систем, адміністратором тощо), чи потрібно надавати підтвердження для внесених даних.

Розглянемо ці етапи на прикладі семантичної агродорадчої системи ALE [25], яка потребує профілювання двох різних груп користувачів – агродорадників та аграріїв – для підтримки їх взаємодії в процесі надання персоналізованих рекомендацій в агросфері:

- ПС має знаходити агродорадника, знання та навички якого відповідають потребам аграрія, встановлювати між ними діалог та допомагати дораднику персоналізувати рекомендації залежно від особливо-

стей аграрія (сфери діяльності, досвіду, наявного обладнання тощо);

- основні групи користувачів – агродорадники та аграрії; при цьому агродорадник зацікавлений якнайповніше описати свій напрямок експертизи, надати підтвердження власним можливостям та охарактеризувати обмеження, що стосуються надання рекомендацій (регіон, конкретні агрокультури, використання певних технологій або обладнання), він має розуміти функціонал дорадчої системи та за допомогою свого профілю налаштовувати його на власні задачі, тоді як аграрій має конкретні практичні питання, і для нього профілювання має бути зручним та швидким, без додаткового вивчення особливостей дорадчої системи;

- стандарти, що можуть бути використані в агродорадчій системі, -- *CAP / AKIS* -- економічні екологічні та соціальні параметри профілю, *FAO Digital Extension Guidelines* - демографічні характеристики, типи господарств і рівень доступу до технологій, *EUSPA User Requirements Framework* – можливості використання геоінформаційних сервісів, *ISO 19115* - просторові характеристики земель аграрія; крім того, доцільно використовувати стандарти, що стосуються навчання дорослих (як елемент опису компетенцій дорадників та аграріїв));

- приклади додаткових характеристик користувачів, які ми вважаємо доступними, додати до їхніх профілів: 1. стосуються їхніх комунікаційних особливостей та здатності до сприйняття різних форм інформації (на основі соціопсихологічних параметрів) – для них можуть бути явно зафіксовані їхні властивості, що стосуються логічного виведення (транзитивність, симетричність тощо); 2. онлайнова активність та наявність доступу до інтернету (на основі аналізу соціальних мереж або явно визначена користувачем): це дозволяє співставляти дорадників та аграріїв таким чином, щоб їм було зручніше взаємодіяти; інша група додаткових параметрів пов'язана з навчанням – у параметр профілів користувачів «Вивчені освітні ресурси» та «Створені освітні ресурси» додаються значення з домену «Навчальний

ресурс». І щодо них додається логічне обмеження – користувач не може мати той самий екземпляр як значення параметру «Вивчені освітні ресурси» та «Створені освітні ресурси»; 3. для обґрунтування рекомендацій до профілю агродорадника додається параметр «Посилається на експерта», що є транзитивним;

- специфіка агродорадчих систем показала, що за зовнішні джерела знань про дорадників можуть бути застосовувані наукометричні бази (підтвердження академічної компетентності), природомовні документи - сертифікати, звіти про виконані роботи, опис досвіду тощо, активність та рейтинг у професійних мережах, тоді як відомості про аграріїв з інших застосунків (крім базових демографічних даних) мало відповідають цілям системи, і тому їх імпорт на даний момент не вважається доцільним;

- заповнення профілю агродорадника виконується ним самостійно, водночас частина інформації вводиться явно, а інші відомості можуть бути імпортовані з природомовних документів (LLM здобуває відомості за заданою семантичною схемою), посилань на профілі в наукометричних базах та різноманітних дослідницьких спільнотах (важливо, щоб дорадник надавав підтвердження своїх компетенцій); у заповненні профілю аграрія базові відомості вводяться користувачем явно під час реєстрації в системі. Потім дорадник, з яким цей аграрій взаємодіє, заповнює або уточнює інші параметри профілю (наприклад, аграрій вказує свій регіон, агрокультуру, з якою він працює, та мови, якими він хоче отримувати рекомендації та навчальні матеріали, а дорадник уточнює інформацію щодо досвіду аграрія, конкретизує сферу його інтересів (сорт, обладнання, обмеження в роботі).

9. Функції агродорадчої системи ALE

Агродорадча система ALE призначена не для всього інформаційного забезпечення агропромисловості. Її функціонал покриває порівняно невеликий, але важливий елемент, а саме – персоналізовану ін-

телектуальну підтримку професійної діяльності агродорадника. В той же час основна увага приділяється семантичному профілюванню основних суб'єктів агродорадництва – дорадника та аграрія – на основі онтологічної моделювання предметної області.

Перед тим, як визначати, які саме модулі та підсистеми потрібні для інтелектуальної підтримки професійної діяльності агродорадника, потрібно конкретизувати набір функцій такої агродорадчої системи. Аналіз публікацій та досвід взаємодії з спеціалістами предметної області дозволив виокремити наступні групи задач, для розв'язання яких доцільно застосовувати сучасні семантичні технології:

1. Ідентифікація хвороб і шкідників за фото або описом симптомів на основі порівняння з базою знань та навчальними матеріалами;

2. Пошук рекомендацій щодо вирощування: поради щодо технології вирощування, добрив, захисту від шкідників. Ці рекомендації створюються на основі перевірених та зонованих джерел (з урахуванням клімату, ґрунтів, регіональних норм) за текстовим запитом або фото рослини;

3. Рекомендації щодо захисту рослин: пошук препаратів і методів (з урахуванням законодавства та екологічних норм), інструкції щодо застосування, попередження про ризики;

4. Персоналізований вибір навчальних та довідкових матеріалів (навчальних курсів, статей, відео, довідників, інструкцій) на основі історії запитів, що відповідають ролі та рівню компетенцій користувача (студент, фермер, дорадник);

5. Планування агротехнічних заходів (посів, обробка, збирання) з урахуванням регіональних умов;

6. Вибір агродорадників відповідно до потреб аграрія (з урахуванням спеціалізації, регіону, досвіду, умов взаємодії тощо);

7. Пошук актуальних нормативних документів, що регулюють застосування агротехнологій чи препаратів.

Основні задачі ALE:

- пошук агродорадника з урахуванням потреб аграрія;
- підтримка персоналізованої взаємодії між агродорадником та аграрієм;
- наповнення та застосування спеціалізованого репозиторію навчальних, нормативних та професійних ресурсів, що можуть бути використані агродорадником для підвищення ефективності своєї діяльності;
- проактивне розповсюдження уніфікованих рекомендацій за набором семантичних ознак (опційне);
- пояснення наданих рекомендацій та запропонованих рішень.

На основі цих задач ми виокремлюємо наступні підсистеми ALE, які використовують спільний репозиторій та обмінюються інформацією на основі метаданих, що базуються на онтологічній моделі екосистеми агродорадництва (рис.1):

- створення та оновлення терміносистеми агродорадництва, що є основою її семантичного моделювання;
- профілювання користувачів системи - агродорадників та аграріїв;
- співставлення потреб аграрія з можливостями агродорадників;
- внесення перевірених інформаційних джерел до репозиторію;
- семантичний пошук ресурсів в репозиторії;
- персоналізований вибір навчальних ресурсів з репозиторію;
- інтелектуальний чат-бот для навігації у ресурсах ALE та для надання природномовних пояснень.

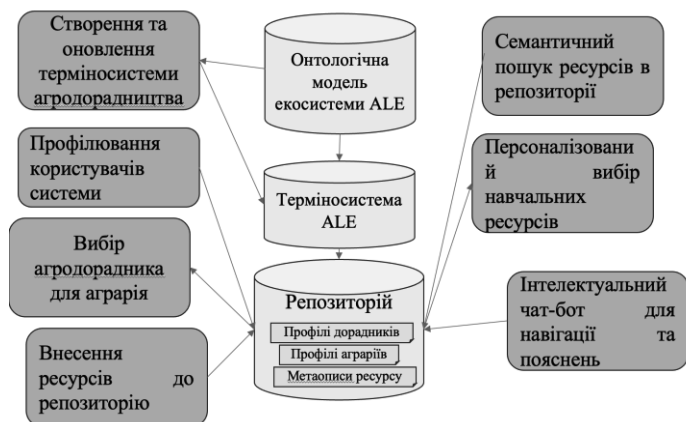


Рис.1. Базові підсистеми ALE

Розглянемо детальніше призначення та особливості кожної з цих підсистем.

Створення та оновлення терміносистеми агродорадництва.

Ця підсистема підтримує:

- побудову «початкового» словника агродорадництва – витяг зі спеціалізованих документів, словників та баз знань набору термінів, що потрібні для опису взаємодії між агродорадниками та аграріями та для формулювання їхніх інформаційних потреб – назви агрокультур, шкідників, хвороб та засобів боротьби з ними, технологічних процедур;
- перетворення цього набору понять на тлумачний словник – знаходження визначень та пояснень для понять, що забезпечує їх однозначну інтерпретацію;
- виявлення відношень між поняттями словника, виокремлення класів понять та їх екземплярів, віднесення кожного екземпляра до класу моделі;
- формалізоване визначення характеристик властивостей, що можуть бути застосовані для логічного виведення нової інформації з наявних відомостей;
- створення схеми бази знань системи ALE та її початкова популяція відомостями з наявних джерел;
- автоматизоване оновлення та поповнення терміносистеми ALE на основі аналізу взаємодії між агродорадниками та аграріями.

Для виконання цих задач можуть застосовуватися як спеціалізовані інструменти лінгвістичного аналізу, так і LLM, донавічені на матеріалах ПроО. Для профілювання користувачів цей модуль має визначити набори припустимих значень тих параметрів профілю, що стосуються агротехнологій: це забезпечить більш ефективне співставлення дорадників та аграріїв.

Профілювання користувачів системи - агродорадників та аграріїв.

Для побудови профілів користувачів спочатку треба побудувати структуру (схему) профілю. В ALE такі схеми будуються на основі структури класів «агродорадник» та «аграрій», що формалізовані в онтологічній моделі екосистеми агродорадництва (водночас враховані існуючі стандарти та кращі практики профілювання в

цій та суміжних областях). Після цього користувач отримує перелік відомостей, які ALE потребує від нього (залежно від його ролі - «агродорадник», «аграрій», «експерт» тощо).

Користувач може ввести ці відомості вручну (заповнити анкету) або ж надати системі документи (CV, дипломи, резюме, рекомендації тощо), які, на його думку, містять ці відомості. У другому випадку система автоматизовано видобуває з документів потрібні значення і заповнює анкету, а користувач перевіряє та уточнює свої дані. В процесі заповнення профілю користувачеві детально повідомляють, яка частина інформації стане загальнодоступною, а яка – залишиться приватною (в деяких випадках користувач сам може обирати режими доступу).

Після заповнення профіль зберігається в репозиторії системи, до нього отримують доступ інші користувачі (відповідно до їхніх ролей в ALE) та службові сервіси. Користувач може самостійно вносити зміни до профілю, якщо змінюються його властивості (наприклад, агродорадник отримує нові компетенції, а аграрій розширює набір агрокультур, які він вирощує). Крім того, ALE може запропонувати користувачеві внести певні доповнення або уточнення до профілю на основі проактивного аналізу його взаємодії з системою (наприклад, аграрій вніс до параметру профілю «агрокультури» значення «льон» та «пшениця», але часто задає питання щодо вирощування помідорів). Наявність профілів дозволяє користувачам не вводити багаторазово повторювані елементи запитів (наприклад, щодо регіону, особливостей місцевості, наявності певного обладнання або навичок).

Співставлення потреб аграрія з можливостями агродорадників.

У розробці цієї підсистеми ми припускаємо, що ініціатором співставлення є аграрій, який надає системі запит на пошук. Саме цей запит, який конкретизує поточну потребу аграрія, і є основою для співставлення профілів. Зворотна ситуація, коли аграрій сам шукає користувачів, яким він пропонує свої послуги, наразі в ALE

не розглядається (хоча надалі за потреби вона також може бути реалізована).

Однією з базових функцій, яку забезпечує ALE, є пошук агродорадника, який найбільш повно задовольняє потреби аграрія. Основою такого пошуку є семантичне багатокритеріальне співставлення параметрів профілів агродорадників із профілем аграрія. Під семантичним співставленням тут ми розуміємо, що визначається не просто співпадіння значень певних параметрів, а враховується семантична відстань між значеннями (наприклад, кількість кроків у ланцюжку «клас-підклас», повна чи часткова синонімія) в онтологічній моделі. Водночас необхідно застосовувати знання Про (наприклад, що АБСД, з питань вирощування якого аграрій шукає дорадника, є сортом льону, а не пшениці). Разом з тим в оцінці аграрій може вказувати пріоритети окремих параметрів. Це дозволяє зробити більш обґрунтований вибір, якщо його потребам відповідають характеристики кількох агродорадників.

У співставленні використовуються такі обов'язкові параметри, як «агрокультура», «регіон», та додаткові (за бажанням аграрія), такі як «рівень компетентності», «досвід», «способи спілкування». Наприклад, на попередньому етапі співставлення повної однозначної відповідності (10 балів) між профілями виявлено не було (саме конкретним сортом АБСД агрокультури «льон» ніхто не займається, але є дорадники, які працюють в цьому регіоні зі схожими сортами), але 9 балів отримали 2 дорадники – А та Б. За такою оцінкою аграрію важко вирішити, і тому система надає пояснення – А має великий досвід консультування з різних сортів льону, але має велике навантаження і може відповідати на питання лише 1 годину на добу, тоді як Б має менший досвід (5 років, а не 10, як хотів користувач), має актуальний сертифікат з навчання за минулий рік та може спілкуватися з 12.00 до 18.00. На основі цього аграрій може визначити, що для нього важливіше – актуальність знань дорадника та оперативність відповідей чи великий досвід та перевірені практикою поради. Крім того, в подальших запитах користувач може вже відкрито вказувати свої

пріоритети, щоб прискорити вибір. Наприклад, якщо його не задовольнили і А, і Б, то на основі уточнених критеріїв система порівнює агродорадників з початковим рейтингом 8.

Внесення перевірених інформаційних джерел до репозиторію.

У своїй професійній діяльності агродораднику потрібно постійно підвищувати кваліфікацію, отримувати нові знання та набувати нових компетенцій. Разом з тим для цього доцільно використовувати інформаційні ресурси, вже перевірені іншими дорадниками та визнані корисними й достовірними. Тому, виявивши такий ресурс, доцільно ввести відомості про нього до репозиторію ALE. Для опису ресурсу потрібно використовувати схему метаданих, що базується на структурі класу «ресурс» онтологічної моделі екосистеми ALE. В репозиторії можуть міститися ресурси різних типів – природомовні, відео, аудіо, зображення, карти, таблиці тощо.

Важливо, що агродорадник може розмістити в репозиторії як сам ресурс, так і посилання на нього у зовнішньому сховищі. Перший варіант доцільний у разі, коли доступ до ресурсу є відкритим, але досить складним або ненадійним. Другому варіанту доцільно надати перевагу, якщо ресурс постійно змінюється або поповнюється, і тому більш кориснішою є його актуальна копія. Інформація про те, які ресурси додає дорадник до репозиторію, також вноситься до його профілю.

Створення метаданих ресурсу здійснюється подібно до побудови профілю – значення властивостей вводяться дорадником вручну, або ж він надсилає системі документи (бібліометричний опис, анотацію, зміст тощо), з яких ALE обирає потрібні відомості, вносить їх у відповідні поля. А користувач потім перевіряє коректність метаопису та за потреби уточнює чи доповнює його.

Але для індексації ресурсів є важливий нюанс – вносячи ресурс до репозиторію, користувач має вказати його авторів, джерело отримання та умови використання (наприклад, відповідні ліцензії). Це дозволяє як забезпечити відкритість даних,

так і зберегти право інтелектуальної власності.

Так само, як і профілі користувачів, метадані ресурсів можуть поповнюватися агродорадниками в процесі застосування цих ресурсів – наприклад, характеристиками їх актуальності, повноти та практичної цінності. Важливо, що окремі дорадники можуть поповнювати метадані ресурсу відповідно до власних уподобань або представлень, і це дозволяє персоналізувати такі описи. Тому той самий ресурс може містити кілька таких семантичних властивостей з різними значеннями (наприклад, агродорадник А ввів значення «висока» для властивості «актуальність інформації», а агродорадник Б значення «середня», тому що перший вносив його 2024 року, а другий – 2026, коли відомості вже трохи застаріли.

Семантичний пошук у репозиторії.

Репозиторій підтримує семантичний пошук у контенті та метаданих тих ресурсів, що внесені до репозиторію. Для цього використовується розширена семантична розмітка, яка базується на термінологічній системі агродорадництва (у метаданих кожного ресурсу явно вказуються відношення фрагментів контенту до окремих понять, і для визначення семантики цих відношень теж застосовуються елементи онтологічної моделі, а саме – назви класів та об'єктних відношень). Застосування спільної терміносистеми для розмітки, формалізованої в онтологічній моделі, забезпечує уніфікованість описів різних ресурсів та її достатню виразність для відображення специфіки предметної області. Якщо потрібно доповнити цю терміносистему, то в онтологічну модель додається відповідний елемент (клас, екземпляр класу, відношення), і для нього визначаються зв'язки з іншими елементами моделі. Наприклад, якщо в репозиторії потрібно зберігати ресурс з інформацією щодо особливостей вирощування АБСД, а в онтологічній моделі відсутнє таке поняття, то треба не просто додати цей елемент, а явно вказати, що АБСД є екземпляром класу «сорт» для агрокультури «льон», і є подібним до сорту АБ.

Результати пошуку можуть бути представлені як набір посилок на релевантні ресурси або вже містити тільки потрібні користувачу елементи контенту цих ресурсів. Агродорадник може створити для себе бібліотеку своїх запитів або використовувати набір типових запитів, представлених у репозиторії.

Персоналізований вибір навчальних ресурсів з репозиторію.

Одним з варіантів використання системи ALE є навчання користувачів – як аграріїв, так і самих агродорадників. Крім того, що дорадник може самостійно – вручну або за допомогою семантичного пошуку – шукати в репозиторії потрібну інформацію, система надає інтелектуальну допомогу в цьому. Для цього проактивно аналізуються дії користувача та його запити, а також інформація з профілю користувача, яка характеризує його інтереси, компетенції та уподобання щодо форм отримання інформації. Чим повніше та актуальніше заповнений профіль, тим більш пертинентними є такі рекомендації. Водночас система відрізняє ресурси, орієнтовані на агродорадників, від ресурсів, орієнтованих на аграріїв, а також співставляє рівень складності ресурсу з компетенціями користувача. Таким чином, аграрій-початківець не побачить монографію з теоретичних проблем методології дорадництва, навіть якщо вона містить приклади про вирощування тієї агрокультури, яка його цікавить. Але у результатах семантичних запитів, які агродорадник надає цьому аграрію, можуть використовуватися дані з цієї монографії. Це дозволяє зберегти час користувачів та більш повно задовольняти їхні інформаційні потреби. Інформація про обрані для вивчення ресурси автоматично вноситься до профілю аграрія.

Інтелектуальний чат-бот для навігації у ресурсах та надання пояснень.

Значній кількості користувачів зручніше взаємодіяти з інформаційними системами природною мовою, а не за допомогою формалізованих запитів. Тому ALE надає таку можливість за допомогою інтелектуального чат-боту, що підтримує взаємодію з користувачем природною мовою. Чат-бот переформулює запити користу-

вачів та уточнює, чи правильно він це зробив. Для переформулювання чат-бот використовує терміносистему, що базується на онтологічній моделі ALE, знання щодо предметної області та засоби лінгвістичного аналізу загального призначення (наприклад, для виправлення одруків або для перекладу). За допомогою чат-боту користувач може отримувати доступ до інших сервісів ALE – семантичного пошуку в репозиторії інформаційних ресурсів та інших користувачів, знаходження відповідей на конкретні запитання у сфері агродорадництва тощо.

Крім того, чат-бот підтримує інтерфейс користувача із зовнішніми сервісами – як загального призначення (карти, прогнози погоди), так і специфічними для предметної області (розпізнавання рослин та шкідників за зображеннями), перетворюючи їх результати на форми представлення, сумісні з терміносистемою ALE (водночас узгоджуються також одиниці виміру, формати та способи передачі). Для того, щоб користувачеві були зрозуміліші ці перетворення, система може надавати пояснювальні зображення – візуалізовані фрагменти онтологічної моделі, графі знань тощо. У виборі рекомендацій та пояснень чат-бот застосовує відомості з профілю користувача (про його досвід, рівень компетенцій, зрозумілі мови та переваги у формі представлення інформації).

Коли користувач ALE отримує певні відповіді або рекомендації, то для більшої довіри до них та розуміння шляхів їх побудови він має можливість отримати пояснення різного ступеня деталізації. Ці пояснення теж можуть надаватися через інтелектуальний чат-бот. Але для того, щоб пояснення були однозначними та унеможлилювали некоректну інтерпретацію, чат-бот використовує поняття з терміносистеми ALE. Найпростіший варіант пояснень – це надання визначень із тлумачного словника ALE. Більш повні пояснення передбачають надання посилок на ті ресурси, що були використані для побудови рекомендації. Найбільш розгорнуті пояснення містять посилання не тільки на сам використаний ресурс, а й на його конкретний фрагмент (наприклад, цитата з тексту або

значення певного елемента метаданих), а також правила, на основі яких із цієї інформації була побудована рекомендація (наприклад, «У ресурсу ААА, що завантажений із сайту <https://aaa/aaa>, визначена семантична властивість «сорт агрокультури», значення якої – АБСД - співпадає з розпізнаним за зображенням сортом. Тому користувачу запропоновано значення властивості «добриво» цього ж ресурсу як відповідь на питання щодо вибору добрив для рослини з фото».

10. Висновки

Метою проведеного дослідження є обґрунтування необхідності використання семантичного профілювання як інструменту персоналізації в інтелектуальних агродорадчих системах. Такий підхід дозволяє формалізувати індивідуальні характеристики користувача, інтегрувати статичні та динамічні параметри його діяльності й забезпечити узгодженість даних у межах різних інформаційних середовищ.

Для цього запропоновано алгоритм побудови семантичного профілю, який відповідає потребам конкретної ПС, але дозволяє використовувати знання із зовнішніх джерел. Розглянуто сферу застосування такого профілю на прикладі агродорадчої системи ALE. Ефективність підходу буде надалі оцінюватися в процесі розробки та практичного використання цієї системи. Подальший розвиток роботи передбачає створення методів для динамічного оновлення профілю користувача та узагальнення досвіду його взаємодії із системою, створення засобів імпорту відомостей з профілів, що базуються на інших семантичних схемах, та апробація у реальних агродорадчих сервісах з урахуванням специфіки українського аграрного сектору та його регіональних особливостей.

References

1. J. R. Anderson, Agricultural Advisory Services: In Agriculture and Rural Development Department. World Bank, Washington, DC, 2007. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/490981468338348743/pdf/413540Anderson1AdvisoryServices01PUBLIC1.pdf>
2. R. Sharma, Artificial Intelligence in Agriculture: A Review. 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), Madurai, India, 2021, 937–942. <https://doi.org/10.1109/ICICCS51141.2021.9432187>.
3. G. Farnadi, J. Tang, M. De Cock, & M.-F. Moens, User profiling through deep multimodal fusion, In: Proc. 11th ACM Int. Conf. Web Search Data Mining, Feb. 2018, pp. 171–179.
4. Y. El Alloui, O. El Beqqali, User profile Ontology for the Personalization approach," In: Int. J. Comput. Appl., vol. 41, no. 4, pp. 31–40, Jan. 2012.
5. C. I., Eke, A. A., Norman, L., Shuib, & Nweke, H. F. (2019). A survey of user profiling: State-of-the-art, challenges, and solutions. IEEE Access, 7, 144907–144924. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/8600701/08851141.pdf>.
6. M., Gao, K., Liu, & Z. Wu, Personalisation in web computing and informatics: Theories, techniques, applications, and future research. Information Systems Frontiers, 12(5), 2010, 607–629.
7. S., Gauch, M., Speretta, A., Chandramouli, & A. Micarelli, User profiles for personalized information access. The adaptive web: methods and strategies of web personalization, 2007, 54–89.
8. E. J., Horvitz, J. S., Breese, D., Heckerman, D., Hovel, & K. Rommelse, The Lumiere project: Bayesian user modeling for inferring the goals and needs of software users. 2013, arXiv preprint arXiv:1301.7385.
9. G., Adomavicius, A. Tuzhilin, Expert-driven validation of rule-based user models in personalization applications. Data Mining and Knowledge Discovery, 5(1), 2001, 33–58.
10. Middleton, S. E., Shadbolt, N. R., & De Roure, D. C. (2004). Ontological user profiling in recommender systems. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 22(1), 54–88.
11. J. Rogushina, Fuzzy data in semantic Wiki-resources: models, sources and processing methods. In: Problems in programming, (2), 2023, 67–83.
12. J. Rogushina, K. Yurchenko, Ontological modeling of adult learning ecosystem as a personalization tool. In: Problems in programming, (4), 2025, 63–77.

13. FAO. 2023. Guide on digital agricultural extension and advisory services – Use of smartphone applications by smallholder farmers. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4022en>.
14. L. T. H., Sen, L. T. H., P., Chou, F. B., Dacuyan, Y., Nyberg, & J., Wetterlind, The opportunities and barriers in developing interactive digital extension services for smallholder farmers as a pathway to sustainable agriculture: A systematic review. *Sustainability*, 2025, 17(7), 3007. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17073007>.
15. European Commission. (2021). AKIS under the CAP Strategic Plans 2023–2027. Brussels. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/strategic-plans/akis_en.
16. L., Kránitz, T., Gál, & P. Goda, Multidimensional evaluation of Agricultural Knowledge and Innovation Systems. *Studies in Agricultural Economics*, 2025, 174-186. https://real.mtak.hu/233820/1/3118_Kranitz.pdf.
17. ISO 19115-1:2014 Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals.
18. L., Hu, L., Di, & P. Yue, Design and Implementation of Geospatial Data Services for Agriculture. In: *Agro-geoinformatics: Theory and Practice*, 2021, 385-403. Cham: Springer International Publishing.
19. J., Rogushina, A., Gladun, S., Pryima, , O., Anishchenko & R. Valencia-García, Semantic Expansion of Adult Student Profiles for Professional Support Tool for Andragogues. In *International Conference on Technologies and Innovation*, 2025, 80-100. Cham: Springer Nature Switzerland.
20. IMS Global Learning Consortium. IMS Learner Information Package Specification. 2001. URL: <https://www.imsglobal.org/lip>.
21. IEEE LTSC. Draft Standard for Learning Technology—Public and Private Information (PAPI) for Learners. IEEE Standards Association. 2001. URL: <https://standards.ieee.org>
22. S., Weibe, I The Dublin Core: A simple content description model for the web. *Journal of Electronic Publishing*. 1999. Vol. 6, No 3. DOI: 10.3998/3336451.0006.303..
23. Advanced Distributed Learning Initiative. Experience API Specification. 2013. URL: <https://xapi.com>
24. Dodds P. SCORM Explained. *Advanced Distributed Learning*. 2002. URL: <https://adlnet.gov/scorm>.
25. J., Rogushina, A., Gladun, S., Pryima, , A., Savochka, Professionalization of agricultural advisers as andragogues: the role of chatbots. *Institute of Pedagogical Education and Adult Education named after Ivan Zyazyun National Academy of Sciences of Ukraine*, 357. https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/749298/1/Full_zbirnyk_2026.pdf#page=358 [in Ukrainian].

Вперше стаття надійшла до видання:
09.07.2026

Внутрішня рецензія отримана: 27.07.2026

Зовнішня рецензія отримана: 30.07.2026

Дата рекомендації до друку: 10.08.2026

Дата публікації: 29.08.2026

Про авторів:

Рогущина Юлія Віталіївна,
Кандидат фізико-математичних наук,
доцент
Rogushina Julia,
PhD (physics & mathematics),
associate professor
<http://orcid.org/0000-0001-7958-2557>.

Місце роботи авторів:

Інститут програмних систем
НАН України
Institute of Software Systems of the
National Academy of Sciences of Ukraine
тел. (+38) 066 5501999,
e-mail: ladamandraka2010@gmail.com,