

Розділ 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

CHAPTER 1

ACTUAL ISSUES OF THE HIGHER EDUCATION

УДК 004:738.5:030:37

DOI: 10.31376/2410-0897-2026-2-61-10-22

ТАКСОНОМІЯ FAIR-ДАНИХ ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ ОСВІТИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Осадча Катерина Петрівна

доктор педагогічних наук, професор, провідний науковий співробітник Інституту цифровізації освіти
Національна академія педагогічних наук України
e-mail: k.osadcha@iitlt.gov.ua
ORCID ID: 0000-0003-0653-6423

Спирін Олег Михайлович

доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України, директор Інституту цифровізації освіти
Національна академія педагогічних наук України
професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Житомирський державний університет імені Івана Франка
e-mail: spirin@iitlt.gov.ua
ORCID ID: 0000-0002-9594-6602

Олексюк Василь Петрович

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики та методики її навчання
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
провідний науковий співробітник відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем
Інституту цифровізації освіти
Національна академія педагогічних наук України
e-mail: oleksyuk@fizmat.tnpu.edu.ua
ORCID ID: 0000-0003-2206-8447

Проблема накопичення даних, у тому числі в галузі освіти, спонукає до їх систематизації для забезпечення узгодження, прозорості, сумісності й можливості повторного використання. Аналіз ресурсів інтернету та наукових праць у Scopus та Web of Science засвідчив, що за останні 5 р. інтерес до вирішення цієї проблеми не є пріоритетним у наукових дослідженнях. Отже, вона є недостатньо вивченою, що спонукало авторів до вирішення проблеми створення науково обґрунтованої та багатовимірної таксономії FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти в умовах цифрової трансформації. У результаті запропоновано таксономію FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти, яка класифікує освітні дані за цільовим призначенням наукових досліджень, за спеціальностями / напрямками в галузі освітніх / педагогічних наук, за суб'єктом подання і виконання даних, за типами і методами досліджень, за видами, рівнями та формами освіти, за кваліфікаційними рівнями (згідно з НРК), за видом науково-дослідної роботи, за джерелами даних, форматом даних, рівнем їх агрегованості, режимом доступу, ступенем ідентифікації та життєвим циклом.

Ключові слова: таксономія, освітні дані, класифікація, освітні науки, вища освіта, FAIR.

Постановка проблеми. З часів появи освіти як соціального явища для передачі досвіду до нинішнього часу природним чином відбувалися різні процеси її трансформації, що особливо стало набувати жвавої дискусії у зв'язку з появою і розвитком цифрових технологій. У зв'язку із цим почали трансформуватися не лише методи та форми навчання, а й освітні дані, які стали важливими для вимірювання якості освіти та прогресу людства загалом. Поява систем управління навчанням, електронних освітніх платформ, адаптивних систем навчання, мобільних застосунків у процесі їх використання в освіті надають величезні масиви даних. Наразі дані стають багатовимірними, складними, різноплановими, неструктурованими. Вони експоненційно зростають та отримуються з різних джерел у різних форматах. Це все ускладнює їх аналіз, порівняння, систематизацію, інтерпретацію, використання.

Різні інституції [1] та дослідники [2] використовують різноманітні класифікації, що обумовлені певними цілями, тобто для чого ці дані потрібні чи збираються. Складно будувати моделі навчальної аналітики без чіткої структури даних, особливо в умовах інтеграції України в європейський та загалом міжнародний освітній простір. Адаптивні системи навчання, системи рекомендацій навчальних матеріалів,

ШІ-моделі потребують стандартизованих, чітких, детально описаних даних. Отже, відсутність узгодженої таксономії освітніх даних уповільнює розвиток освітньої аналітики й освітніх наук, ускладнює забезпечення наукової відтворюваності та якості освітніх досліджень.

Запроваджений з 2014 р. термін FAIR, а результуючі принципи FAIR, опубліковані у 2016 р., стали ідеєю, що відповіла на сучасні виклики цифрової трансформації та накопичення даних: завдяки визначенню та широкій підтримці мінімального набору узгоджених спільнотою керівних принципів та практик, постачальники даних та споживачі даних – як машини, так і люди – можуть легше виявляти, отримувати доступ, взаємодіяти та розумно повторно використовувати, з належним цитуванням, величезні обсяги інформації, які генеруються сучасною наукою, що використовує багато даних [3]. FAIR-принципи стають необхідними для освітніх наук, адже, по-перше, освітні дані є часто розосередженими між цифровими платформами, системами та пристроями, тому потрібно дотримуватися принципу Findable (відшукуваність); по-друге, вони мають бути доступними (Accessible) для можливості повторного аналізу, використання, порівняння, досліджень тощо; по-третє, через неузгодженість різних освітніх цифрових платформ, програм і систем, що передбачає різні формати збереження та передачі даних, важливим виступає принцип Interoperable (сумісність); по-четверте, для освітніх, наукових та соціальних цілей повторне використання освітніх даних, тобто дотримання принципу Reusable (багаторазовість), є критично важливим для доказової педагогіки та дотримання принципів академічної доброчесності та відкритої науки [4].

Зважаючи на це, потрібна розробка таксономії FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти для забезпечення узгодження, прозорості, сумісності й можливості їх повторного використання, що має враховувати сучасні технології: штучний інтелект (ШІ), великі дані, інтернет речей (IoT), адаптивні системи, хмарні сервіси тощо. Вона має стати структурою для освітніх досліджень і цифрової трансформації освіти. Це дасть змогу сформувати якісні набори освітніх даних, забезпечити можливість обміну даними не лише на національному, а й на міжнародному рівні, сприятиме розвитку політики відкритої науки у сфері освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання класифікації даних для наукових досліджень з'являється не вперше. За допомогою Google Trends, як одного з інструментів показу зацікавленості певними поняттями на основі пошукових трендів у пошуковій системі Google, ми визначили наскільки означена проблема могла бути актуальною. З результатів пошуку за двома наборами ключових слів (українською мовою – таксономія освітніх даних, таксономія даних, класифікація освітніх даних, класифікація даних; англійською мовою – educational data taxonomy, data taxonomy, educational data classification, data classification), зроблено такі висновки. В українському сегменті інтернету найбільше зацікавлення викликало поняття «таксономія даних» у 2004 р., з 2022 р. почало відігравати роль поняття «класифікація даних», проте не значним чином (рис. 1).

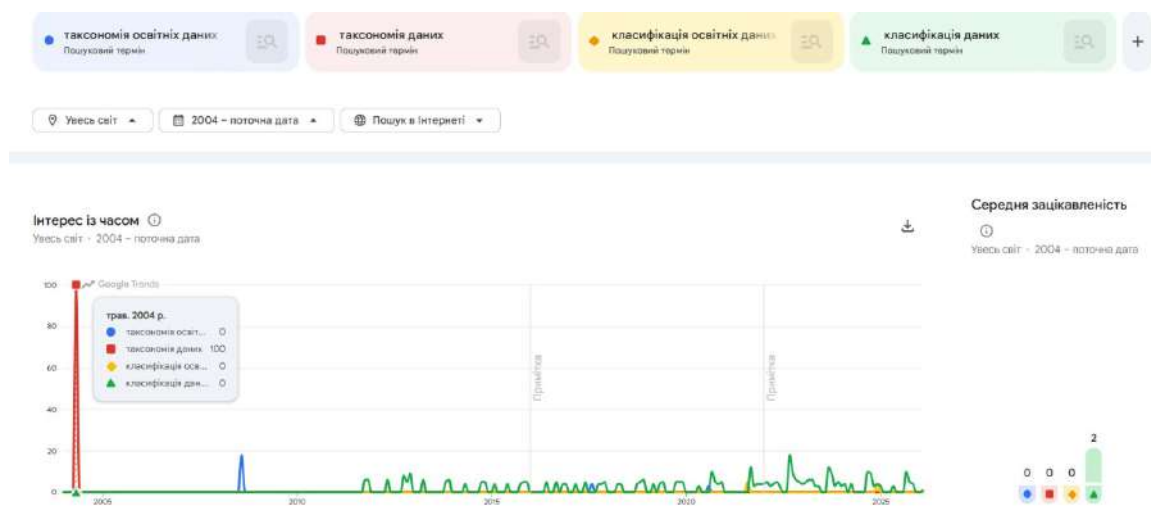


Рис. 1. Показник зацікавленості поняттями на основі пошукових трендів у пошуковій системі Google в україномовному сегменті інтернету

В англomовному сегменті інтернету продемонстровано помірну зацікавленість поняттям «data classification» з 2004 р., яка значно зросла у 2025 р. (рис. 2).

Воночас ми звернули увагу не лише на пошукові тренди, а й на дані з наукових систем, зокрема Scopus та Web of Science. У Scopus динаміка публікацій за ключовим словом «educational data taxonomy» засвідчує поступове зростання з 2000 р. та різке – з 2016 р., до 11 публікацій у 2021 р. (рис. 3).

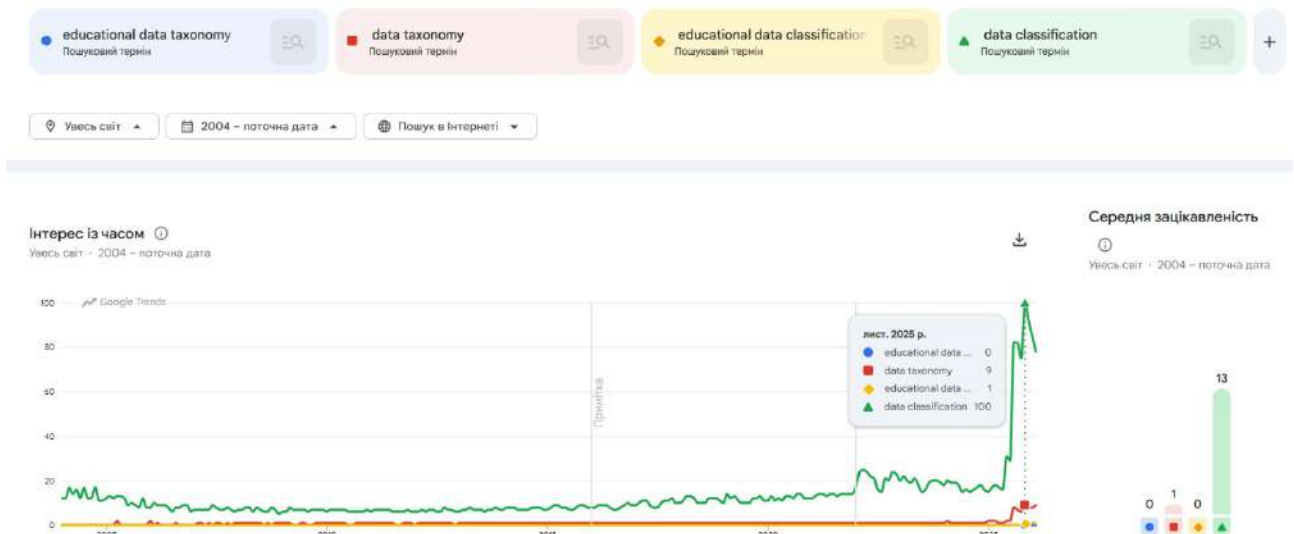


Рис. 2. Показник зацікавленості поняттями на основі пошукових трендів у Google в англomовному сегменті інтернету

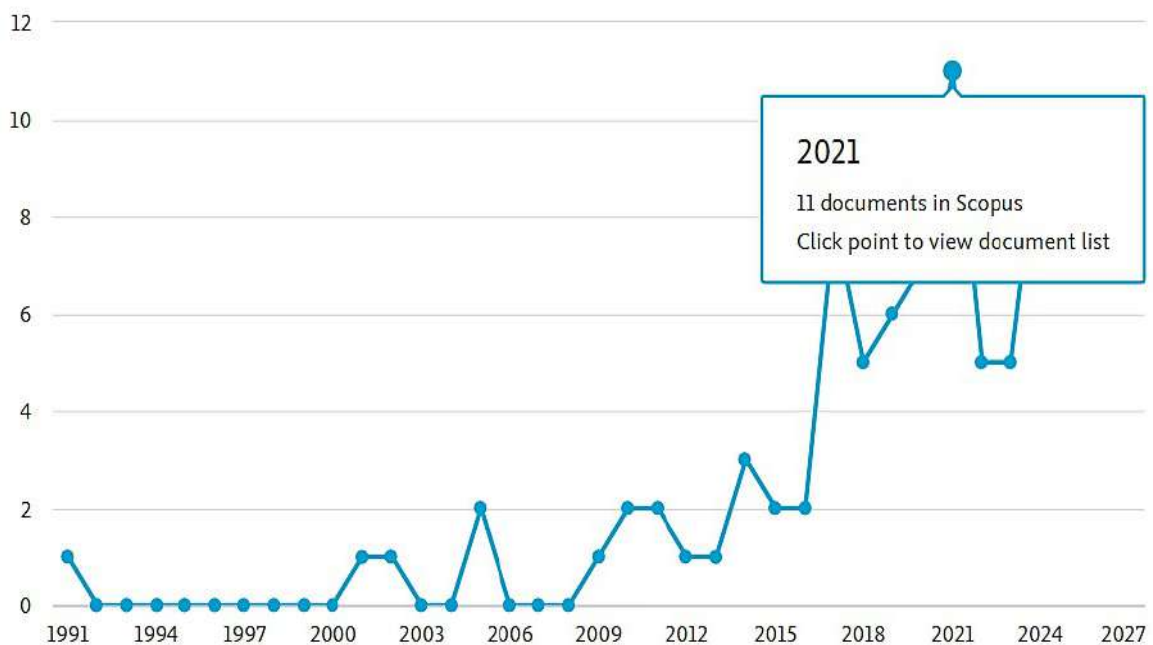


Рис. 3. Кількість публікацій у Scopus за ключовим словом «educational data taxonomy»

У Web of Science динаміка публікацій за ключовим словом «educational data taxonomy» засвідчує поступове нерівномірне зростання з 2009 р. до 13 публікацій у 2017 р. Проте в наступні роки кількість публікацій поступово знижується (рис. 4).

Отже, загалом можна сказати, що за останні 5 р. інтерес до таксономії освітніх даних не зростає, що може засвідчувати недостатнє вивчення цього питання, особливо в умовах сучасного розвитку цифрових технологій.

Проблема таксономії даних має осмислення в різних дотичних до освіти науках. Зокрема, у соціології С. Richthammer, М. Netter, М. Riesner та G. Pernul у статті [5] пропонують таксономію типів даних в онлайн-соціальних мережах (ОСМ) на основі ретельного аналізу літератури та концептуалізації типової діяльності користувачів онлайн-соціальних мереж. Її метою є уточнення дискусій між дослідниками, сприяння порівнянню типів даних усередині та між ОСМ, а також навчання кінцевого користувача характеристикам та наслідкам типів даних ОСМ. Автори виділяють 13 типів даних, інтегрованих в ієрархічну структуру: дані для входу, дані з'єднання, дані додатків, обов'язкові дані, дані приватного спілкування, розширені дані профілю, оцінки / інтереси, мережеві, контекстуальні, розкриті, довірені, випадкові та поширені дані. Ця таксономія легко переноситься на аналіз освітніх соціальних платформ (форумів, групових чатів, навчальних спільнот тощо), де дані мають аналогічну природу.

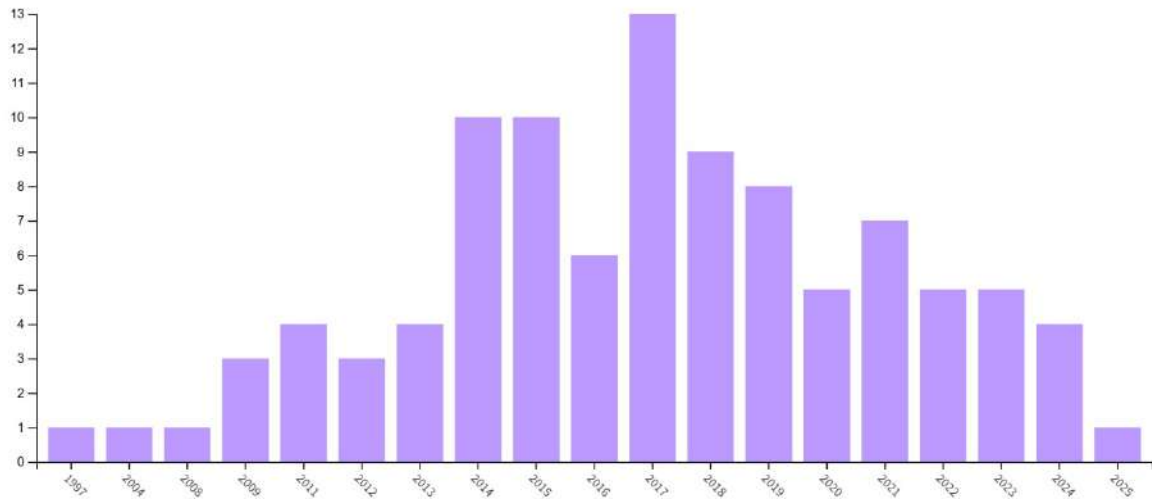


Рис. 4. Кількість публікацій у Web of Science за ключовим словом «educational data taxonomy»

У цій статті автори [6] пропонують вебфреймворк, що використовує динамічну таксономічну систему, засновану на матрицях знань, навичок та здібностей, для подання структурування курсів та професій для робочої сили Індустрії 4.0. Цей фреймворк може служити міжнародним довідником для розробки майбутніх освітніх планів для активного навчання та досвіду в закладах вищої освіти, а також для розробки професійних профілів для майбутнього галузі.

У документі International Standard Classification of Education (ISCED) представлена комплексна система, яка сприяє перетворенню національних даних про освіту на міжнародно узгоджені категорії, що роблять можливими міжнаціональні порівняння. Сімейство класифікацій ISCED включає ISCED 2011 р. щодо класифікації національних освітніх програм (ISCED-P) та рівня освіти (ISCED-A), класифікацію ISCED-F 2013 р. галузей освіти та навчання та класифікацію ISCED-T року програм підготовки вчителів та пов'язаних з ними кваліфікацій [1]. Це глобальна класифікація, яка структурує освітні програми, рівні освіти, напрями підготовки, кваліфікації, що використовується для міжнародної порівняльної статистики. ISCED не був розроблений для даних опитування чи якихось наукових даних.

S. Schneider [2] зазначає, що існує три основні підходи до гармонізації інформації про рівень освіти: рівні освіти, масштабовані рівні освіти та роки навчання. Проте ці існуючі міжнародні схеми кодування для освіти важко застосовувати в дослідженнях, зокрема в опитуваннях, що стимулювало розробку більш загально застосовної схеми кодування – GISCED. GISCED – узагальнена міжнародна стандартна класифікація освіти, що доповнюється набором окремих змінних розширення, які охоплюють інформацію, що не охоплена ISCED, у стандартизований спосіб. І GISCED, і розширені змінні можна адаптувати до вимог конкретного проекту з урахуванням рівня деталізації. Загальна ідея під час розробки GISCED полягає в тому, що фреймворк має дозволяти гармонізацію даних з мінімальними втратами інформації, особливо якщо змінні джерела освітньої інформації багатші на інформацію, ніж ISCED.

Класифікація Карнегі (Carnegie Classification®) є провідною системою для визнання та опису інституційного різноманіття у вищій освіті США з оновленнями з 1976 р. і до цього часу. Це класифікація інституцій, а не даних, але вона визначає структуру збору та аналізу даних у США. Це засвідчує, що навіть на рівні інституцій існують власні системи класифікацій, які впливають на структуру освітніх даних. Ця система використовується як об'єктивна призма для об'єднання подібних інституцій відповідно до класифікації. Серед інших застосувань класифікації Карнегі (інституційна класифікація, класифікація доступу та заробітку студентів, призначення дослідницької діяльності) застосовуються в дизайні дослідницьких досліджень для забезпечення належного представлення вибіркового установ, студентів або викладачів [7].

Classification of Higher Education Institutions (U-Map) [8] є європейською класифікацією, що пропонує власні виміри та індикатори для опису університетів. U-Map використовує іншу логіку, ніж Класифікація Карнегі. U-Map є багатовимірною профільною моделлю, яка описує університети через різні аспекти їх діяльності без жорсткого поділу на класи. Класифікація Карнегі – це ієрархічна типологія, що класифікує університети за домінуючим критерієм. Тому вони не сумісні між собою і не можуть бути використані як універсальна таксономія освітніх даних. U-Map включає шість вимірів (1) профіль викладання та навчання, (2) профіль студента, (3) участь у дослідженнях, (4) участь в обміні знаннями, (5) міжнародна орієнтація, (6) регіональна участь) та доцільні показники для вимірювання різних вимірів (таб.1).

Таблиця 1

Огляд вимірів та індикаторів U-Map

Профіль викладання та навчання	Профіль студента	Участь у дослідженнях
<ul style="list-style-type: none"> • Фокус на рівні ступеня • Діапазон предметів • Орієнтація ступенів • Витрати на викладання 	<ul style="list-style-type: none"> • Студенти старших курсів • Студенти заочної форми навчання • Студенти дистанційної форми навчання • Розмір студентського складу 	<ul style="list-style-type: none"> • Рецензовані публікації • Підготовка докторських дисертацій • Витрати на дослідження
Участь в обміні знаннями	Міжнародна орієнтація	Регіональна участь
<ul style="list-style-type: none"> • Стартап-фірми • Подані заявки на патенти • Культурна діяльність • Дохід від діяльності з обміну знаннями 	<ul style="list-style-type: none"> • Іноземні студенти, які здобуватимуть ступінь • Студенти, які приїжджають за міжнародними програмами обміну • Студенти, направлені до міжнародних програм обміну • Міжнародний академічний персонал • Важливість міжнародних джерел доходу в загальному бюджеті закладу освіти 	<ul style="list-style-type: none"> • Випускники, які працюють у регіоні • Студенти першого курсу бакалаврату з регіону • Важливість місцевих і регіональних джерел доходу

A. Shahiri, W. Husain, N. Rashid [9] запропонували структуру для покращення якості набору даних студентів. Структура складається з 3-х категорій (демографічні дані, академічна інформація, спосіб життя) та 27 атрибутів (рис. 5.).

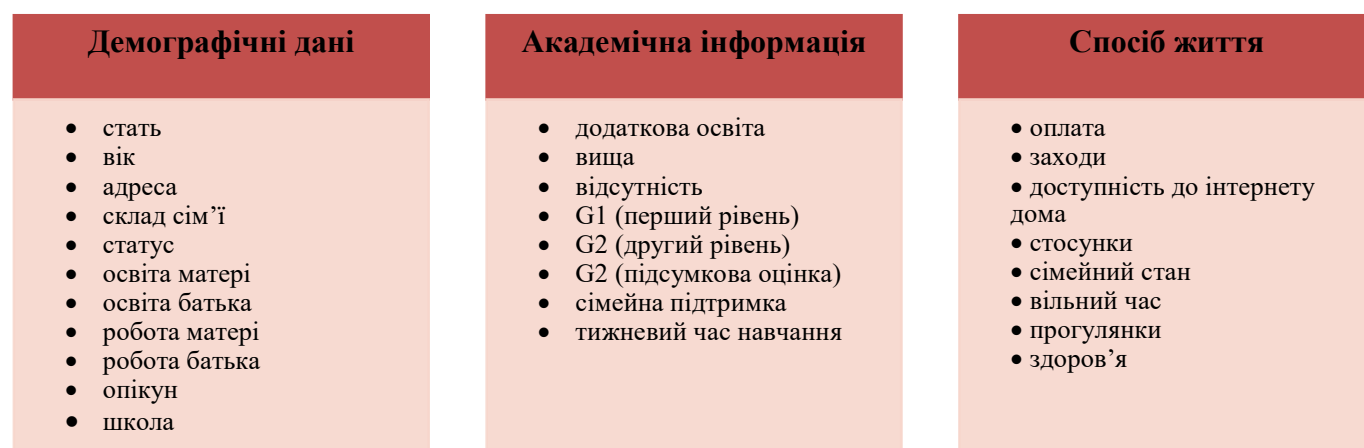


Рис. 5. Структура для покращення якості набору даних студентів [9]

Структура є комплексною, багатовимірною моделлю, яка поєднує соціальні, академічні та поведінкові характеристики. Вона дає змогу формувати повні, якісні та збалансовані набори даних, необхідні для сучасних систем освітньої аналітики та моделей машинного навчання. Проте вона застаріла для сучасних цифрових освітніх середовищ, не охоплює поведінкові, емоційні та цифрові дані, не враховує етичні вимоги, не містить часової динаміки та не передбачає адаптацію до різних контекстів.

О. Стрижак, В. Приходнюк та Д. Касьянов представили механізми ефективного оброблення, узагальнення та використання наявної інформації щодо науково-освітньої активності учнів у вигляді онтологічної моделі, яка функціонально спроможна повномасштабно забезпечити представлення даних про учнів, школи, регіони, напрями конкурсу, секції, а також різні атрибути у вигляді таксономічної ієрархічної структури, побудованої на формальних поняттях та відношеннях між ними. Як зазначають автори, така модель може значно полегшити процедури оновлення та внесення нової інформації з різних джерел, її валідацію та автоматичну обробку [10]. Підхід авторів статті до даних забезпечує наукову обґрунтованість, структурованість та читаність інформації, що відповідає сучасним вимогам FAIR-принципів, а також трендам інформаційних технологій, таких як семантичні граfi, інтелектуальний аналіз даних та автоматизована інтеграція різноманітних джерел. Водночас упровадження такої моделі супроводжується низкою викликів, а саме: висока складність побудови онтологій, потреба в якісних стандартизованих даних, ризику помилок в семантичних зв'язках, значні вимоги до обчислювальних ресурсів та до кваліфікації команд, які обслуговують систему.

Отже, розглянуті таксономії і класифікації демонструють важливі підходи до структурування освітніх даних, проте жодна з них не охоплює повною мірою специфіку сучасних цифрових освітніх даних, які включають різноманіття сучасних джерел (LMS, форуми, сенсори, мобільні застосунки тощо), контекстуальні

та мережеві взаємодії, етичні та правові вимоги, а також необхідність сумісності та дотримання FAIR-принципів.

Формулювання мети статті. З урахуванням всього вищезазначеного метою статті є розроблення науково обгрунтованої та багатовимірної таксономії FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти в умовах цифрової трансформації.

Виклад основного матеріалу. Таксономія FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти в контексті сучасного розвитку цифрових технологій має бути багатовимірною, щоб забезпечити системність і можливість повторного використання. Її можна побудувати за кількома групами класифікації, спираючись на різні класифікації та моделі, які частково описані вище.

Дані для освітніх досліджень можуть бути зібрані в ході різних типів досліджень. Найпоширенішим поділом педагогічних досліджень у директивних документах, природничих і соціальних науках, а також у педагогічній літературі різних країн є поділ на фундаментальні, прикладні й практичні [11; 43]. М. Оліяр, Г. Русин, І. Червінська поділяють дослідження в будь-якій науковій сфері на сучасні та історичні, теоретичні та експериментальні, прикладні й перспективні [12]. Ми будемо класифікувати дані **за цільовим призначенням наукових досліджень** на фундаментальні, прикладні та практичні (експериментальні) розробки.

У сфері освітніх / педагогічних наук доцільним буде класифікувати дані **за спеціальностями / напрямками в галузі «Освіта»**. Проте треба брати до уваги, що шифри і назви спеціальностей змінювалися. З 1997 р. діяв «Перелік спеціальностей наукових працівників», де шифри спеціальностей педагогічних наук були такими [13]: 13.00.01 – Загальна педагогіка та історія педагогіки, 13.00.02 – Теорія та методика навчання (з галузей знань), 13.00.03 – Корекційна педагогіка, 13.00.04 – Теорія і методика професійної освіти, 13.00.05 – Соціальна педагогіка, 13.00.06 – Теорія і методика управління освітою, 13.00.07 – Теорія і методика виховання, 13.00.08 – Дошкільна педагогіка, 13.00.09 – Теорія навчання, 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті.

З 2015 р. в Україні введено нову галузь знань 01 «Освіта / Педагогіка» [14] і такі спеціальності: 011 Освітні, педагогічні науки, 012 Дошкільна освіта, 013 Початкова освіта, 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями), 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями), 016 Спеціальна освіта, 017 Фізична культура і спорт. У 2024 р. запроваджено зміни до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, і в галузі А Освіта впроваджуються нові коди і найменування спеціальностей: А1 Освітні науки, А2 Дошкільна освіта, А3 Початкова освіта, А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), А5 Професійна освіта (за спеціалізаціями), А6 Спеціальна освіта (за спеціалізаціями), А7 Фізична культура і спорт [15]. Отже, наразі ми маємо наукові роботи в галузі освіти за різними шифрами і назвами. Відповідно, для класифікації даних має використовуватися той шифр і назва спеціальності, який був чинним на час збирання цих даних.

За кваліфікаційними рівнями також може здійснюватися класифікація даних. Оскільки Національна рамка кваліфікацій, що є системним і структурованим за результатами навчання описом кваліфікаційних рівнів, дає змогу уніфікувати метадані, підвищити інтегрованість та забезпечити коректне повторне використання FAIR-даних у наукових дослідженнях у галузі освіти.

Різні дослідження створюють принципово різні типи даних: кваліфікаційні роботи – навчальні або/і дослідницькі дані, що обмежені масштабом; дисертаційні – стандартизовані, науково виважені дані, що мають відповідати вимогам робіт такого рівня; науково-дослідні роботи – інституційні дані з чітким життєвим циклом та вимогами до звітності; незалежні дослідження – індивідуальні наукові або/і статистичні дані з різним рівнем доступності та форматів. Ураховуючи це, вважаємо доцільним класифікувати дані **за видом науково-дослідної роботи** на дані кваліфікаційних (атестаційних) робіт здобувачів вищої освіти (бакалавр, магістр); дані дисертаційних досліджень на здобуття наукових ступенів (доктор філософії, доктор наук); дані планових науково-дослідних робіт кафедр, лабораторій та наукових установ, що фінансуються за рахунок коштів держбюджету або грантів; дані незалежних досліджень науково-педагогічних працівників.

Зважаючи на те, що колективне конструювання знань [16; 17, с. 38] є визнаною дослідницькою практикою, що підкреслює значення міждисциплінарності та колективної відповідальності за результат, а також те, що існує й індивідуальний аспект досліджень [17, с. 78] у вигляді кваліфікаційних та дисертаційних робіт як міжнародно усталений формат атестації здобувача, де здійснюється індивідуальний вибір методології дослідження, плану експериментального дослідження та обробка й оформлення його результатів, класифікація даних може бути реалізована **за суб'єктом подання і виконання даних** (кількістю виконавців / формою організації дослідницької діяльності), а саме на: 1) дані за результатами колективного дослідження (виконується групою / колективом; є розподіл ролей, співавторство, керівник / координатор тощо); 2) дані за результатами індивідуального дослідження (виконується одним здобувачем / дослідником), що за статусом атестаційного результату та рівнем підготовки поділяються на кваліфікаційні роботи (бакалаврські та магістерські; за потреби – також роботи фахового молодшого бакалавра) та дисертаційні дослідження (дисертація PhD; дисертація доктора наук).

Спираючись на велику кількість джерел щодо методів досліджень [11; 12; 17; 18; 19], вважаємо за доцільне класифікувати дані **за типами і методами досліджень** на такі групи:

1. Експериментальні та квазіекспериментальні – дані, що отримані в умовах спеціально організованих педагогічних експериментів з повним або частковим дотриманням вимог щодо однорідності груп.
2. Кореляційні та регресійні дані, що виявляють статистичні зв'язки між двома або більше змінними або моделюють значення залежної змінної як функцію одного або кількох факторів впливу на освітній процес.
3. Описові дані, що містять звіти національних, регіональних інституціональних зрізів якості освіти, дані зовнішнього оцінювання, моніторинг умов навчання тощо.
4. Дані якісних досліджень, виконаних методами інтерв'ю, фокус-груп, спостережень, кейсових досліджень.
5. Дані теоретичних досліджень, що містять моделі, експортовані набори метаданих статей, таксономії, онтології.
6. Методологічні, які містять опис методик, цифрових інструментів, засобів оцінювання.
7. Дані, отримані через застосування змішаних методів дослідження. Їх містять узгоджені набори кількісних та якісних даних, що мають спільні ідентифікатори респондентів або етапів педагогічного впливу.

Освітні дані можуть бути класифіковані **за видами, рівнями та формами освіти**. Згідно із Законом України «Про освіту» в таксономії освітніх даних мають бути представлені такі види освіти, як формальна, неформальна, інформальна, а також такі рівні освіти: дошкільна освіта; початкова освіта; базова середня освіта; профільна середня освіта; професійна освіта; фахова передвища освіта; початковий рівень (короткий цикл) вищої освіти; перший (бакалаврський) рівень вищої освіти; другий (магістерський) рівень вищої освіти; третій (освітньо-науковий / освітньо-творчий) рівень вищої освіти. Водночас нам би хотілося інтегрувати підготовку докторів наук у цю таксономію. Проте вона не є рівнем формальної освіти згідно із Законом України «Про освіту», хоча є окремим типом наукової підготовки та наукової діяльності, який обумовлений нормативною базою і процедурами відповідно до Закону «Про наукову і науково-технічну діяльність». Це повністю узгоджується з українським законодавством, яке вилучило «доктора наук» із переліку рівнів вищої освіти, але зберегло його як науковий ступінь і форму підготовки наукових кадрів. З огляду на це в рамках формальної освіти виділяємо окрему категорію 2-го рівня – наукова підготовка, що дає змогу нам класифікувати дані, отримані в ході підготовки докторів наук. Також дані можна класифікувати за **формами здобуття освіти**, якими є інституційна (очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева); індивідуальна (екстернатна, сімейна (домашня), педагогічний патронаж, на робочому місці (на виробництві); дуальна.

Великим і різноманітним є перелік **джерел освітніх даних**. Основними з них є *міжнародні та національні статистичні освітні системи*, де збираються агреговані освітні дані для аналітики, планування політик та стратегій, моніторингу якості та розвитку. Основні джерела та системи освітньої статистики в Україні є Державна служба статистики України, що регулярно публікує дані про кількість закладів, учнів, викладачів, фінансування тощо; Інформаційна система управління освіти, що використовується для обліку контингенту учнів / студентів та видачі документів про освіту; національні управлінські інформаційні системи Інституту освітньої аналітики, що призначені для використання суб'єктами освітньої діяльності з метою ефективного управління закладом освіти, для забезпечення єдиного інтегрованого інформаційного середовища у сфері інклюзивної освіти, для імплементації реформи системи харчування в закладах освіти України, для дистанційного та змішаного навчання учнів і методичної підтримки вчителів; Єдина державна електронна база з питань освіти, що містить дані про вступників, студентів, заклади вищої освіти та документи про освіту; Національна система дослідників України, що наразі розробляється для підтримки науково-технічної діяльності.

Істотним джерелом освітніх даних є *дослідницькі бази даних та реєстри наукових публікацій*, найвідомішими з яких є ERIC, Google Scholar, Scopus, Web of Science тощо. Основними українськими дослідницькими базами даних та реєстрів є Open Ukrainian Citation Index, база даних Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, Наукова періодика України, Національний репозитарій академічних текстів, Ukrainian National H-index Ranking, Бібліометрика української науки тощо. Окрім того, багато українських наукових та освітніх установ мають власні інституційні репозитарії (на платформах DSpace або EPrints).

Цінними є *офіційні оцінювальні та моніторингові системи* на зразок Nation's Report Card або Education and Training Monitor, які є джерелами даних про успішність, навчальні досягнення, рівень компетентностей та інші характеристики. В Україні основні дані акумулює Міністерство освіти і науки та підпорядковані йому установи. Основними інституціями, які виконують такі функції є Державна служба якості освіти України (Національні моніторингові дослідження), Український центр оцінювання якості освіти (міжнародне дослідження якості освіти PISA, результати загальнодержавного зовнішнього моніторингу якості початкової освіти).

Відкриті освітні дані університетів чи дослідницьких центрів, що публікують дані про вступ, успішність, працевлаштування, результати інституційних опитувань та досліджень якості викладання, звіти

ректорів та деканів факультетів тощо. Прикладом публікації таких даних, які активно використовують принципи FAIR і Open Data, є оприлюднені Інститутом цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України результати широкомасштабного опитування про використання ІІІ в освіті [20].

Глобальні документи міжнародних та професійних організацій, які публікують глобальні статистичні огляди, звіти про цифрову трансформацію освіти, відкриті набори даних щодо рівня освіти, впровадження цифрових технологій, розвитку штучного інтелекту, цифрової грамотності (н-д, UNESCO [1]).

Отже, за джерелами, дані можуть бути отримані як результат:

1. Тестування та оцінювання. Такі дані містять бали за тести, іспити, рейтингові оцінки.
2. Опитувань, що були проведені за допомогою анкетувань учнів, учителів, батьків. Вони також можуть містити шкали ставлень, мотивації, задоволеності тощо.
3. Спостережень, відео-, аудіо-записів занять або позаурочних заходів.
4. Експорту журналів подій (логів) цифрових платформ (систем управління навчанням, засобів тестування, платформ масових відкритих онлайн-курсів).
5. Вивантаження адміністративних даних освітнього процесу, зокрема дані електронних журналів, дані про ресурси школи, дані кадрових реєстрів.
6. Збору показів електронних давачів або пристроїв, що містять фізіологічні, кліматичні дані, записи систем відеоспостереження тощо.
7. Збереження артефактів освітньої діяльності, зокрема учнівські роботи, портфолію, коди програм, звіти проєктів, постери, дописи в соцмережах.
8. Отримання даних відкритих джерел у форматах офіційної статистики, даних міжнародних моніторингових досліджень, наприклад PISA або TIMSS.

Найскладнішим питанням у розробці таксономії FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти є класифікація за форматом даних. У «Методичних рекомендаціях щодо управління науковими даними для закладів вищої освіти та наукових установ у частині визначення механізмів збереження та повторного використання наукових даних розроблені робочою групою з питань управління науковими даними» (наказ Міністерства освіти і науки України від 30.05.2024 № 780) виділено лише такі формати: текстові (DOC, ODF, PDF, TXT тощо), структурований текст (HTML, JSON, TEX, XML тощо), таблиці (CSV, ODS, XLS, SAS, Stata, SPSS тощо), бази даних (MS Access, MySQL, Oracle тощо), зображення (JPEG, SVG, PNG, GIF, TIFF тощо), аудіо (MP3, WAV, AIFF, OGG тощо), відео матеріали (MPEG, AVI, WMV, MP4 тощо), вихідний код (CSS, JavaScript, Java тощо) [21]. С. Чуканова вважає, що даними досліджень можуть уважатися текстові, числові, програмні, архівні, графічні та інші об'єкти (файли), що слугують підґрунтям дослідження і фактографічною базою для наукових висновків у конкретній галузі науки [22]. **За форматом даних** виділено такі групи:

1. Табличні структуровані дані у форматах CSV, TSV, резервних копій реляційних баз даних. Такі дані є найбільш придатними до статистичного аналізу.
2. Напівструктуровані дані у форматах JSON, XML, xAPI, log (журнали подій), які є загальноприйнятими, але можуть вимагати конвертування.
3. Онтології та словники, що містять опис доменних понять у форматах RDF/OWL, визначені набори термінів та кодів, якими описують результати навчання.
4. Неструктурований текст, що містять відкриті відповіді, есе, повідомлення на форумах.
5. Мультимедійні дані у відео- (MP4, AVI), аудіо-форматах (WAV, MP3), а також зображення (PNG, JPEG).
6. Геопросторові дані, як координати закладів освіти, карти приміщень, маршрути: SHP, GeoJSON, KML (векторні), GeoTIFF (растрові).
7. Числові / структуровані масиви даних у форматах Apache Parquet, RData, SAV, DTA.
8. Код, скрипти, log-дані, cookies у форматах JavaScript, JSON, Syslog, GELF.
9. Метадані, що мають статус окремого типу даних: JSON-LD, Dublin Core, DataCite XML, LOM/IEEE.

Таксономія має дозволяти розуміти масштаб і складність освітніх даних та сприяти кращому обміну даними на різних рівнях. Тому доцільно їх класифікувати **за рівнем агрегованості**, а саме: індивідуальний (дані про об'єкт, людину, подію, пристрій тощо), груповий (дані зібрані за групою схожих об'єктів), інституційний (дані, зібрані в одній установі (університет, факультет, лабораторія, відділ тощо)), регіональний (дані, зібрані з певного регіону, області), національний (дані в межах однієї країни) та міжнародний (дані в межах кількох країн) рівень даних.

Додатково FAIR-дані можна класифікувати **за режимом доступу** (відкриті, з обмеженим доступом, закриті), **за ступенем ідентифікації** (з особистими даними, частково або повністю анонімізовані), а також **за життєвим циклом** (сирі, очищені, агреговані, похідні, архівовані).

Отже, пропонуємо представити таксономію FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти як багаторівневу структуру у вигляді таблиці (таб. 2).

Таблиця 2

Таксономія FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти

Вимір класифікації	Категорії 1-го рівня	Категорії 2-го рівня
За цільовим призначенням наукових досліджень	1. Фундаментальні. 2. Прикладні. 3. Експериментальні розробки.	
За спеціальностями / напрямками в галузях знань та наук	A1 Освітні науки	13.00.01 – Загальна педагогіка та історія педагогіки. 13.00.02 – Теорія та методика навчання (з галузей знань). 13.00.03 – Корекційна педагогіка. 13.00.04 – Теорія і методика професійної освіти. 13.00.05 – Соціальна педагогіка. 13.00.06 – Теорія і методика управління освітою. 13.00.07 – Теорія і методика виховання. 13.00.08 – Дошкільна педагогіка. 13.00.09 – Теорія навчання. 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті.
	A2 Дошкільна освіта. A3 Початкова освіта. A4 Середня освіта (за предметними спеціальностями). A5 Професійна освіта (за спеціалізаціями). A6 Спеціальна освіта (за спеціалізаціями). A7 Фізична культура і спорт.	
За кваліфікаційними рівнями (згідно НРК)	1–8	
За видом науково-дослідної роботи	1. Дані кваліфікаційних (атестаційних) робіт здобувачів вищої освіти (бакалавр, магістр). 2. Дані дисертаційних досліджень на здобуття наукових ступенів (доктор філософії, доктор наук). 3. Дані планових науково-дослідних робіт кафедр, лабораторій та наукових установ, що фінансуються за рахунок коштів держбюджету або грантів. 4. Дані незалежних досліджень науково-педагогічних працівників.	
За суб'єктом подання і виконання даних	1. Дані за результатами колективного дослідження. 2. Дані за результатами індивідуального дослідження.	
За типами і методами досліджень	1. Експериментальні та квазіекспериментальні. 2. Кореляційні та регресійні. 3. Описові. 4. Дані якісних досліджень. 5. Дані теоретичних досліджень. 6. Методологічні. 7. Дані змішаних методів дослідження.	
За видами, рівнями та формами освіти	Формальна	дошкільна освіта; початкова освіта; базова середня освіта; профільна середня освіта; професійна освіта; фахова передвища освіта; початковий рівень (короткий цикл) вищої освіти; перший (бакалаврський) рівень вищої освіти; другий (магістерський) рівень вищої освіти; третій (освітньо-науковий / освітньо-творчий) рівень вищої освіти
		наукова підготовка (підготовка докторів наук)

	Неформальна	
	Інформальна	
	Інституційна	очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева
	Індивідуальна	екстернатна, сімейна (домашня), педагогічний патронаж, на робочому місці (на виробництві)
	Дуальна	
За джерелами даних	1. Тестування та оцінювання. 2. Опитування. 3. Спостереження, відео/аудіозаписи занять або позаурочних заходів. 4. Експорту журналів подій (логів) цифрових платформ. 5. Вивантаження адміністративних даних освітнього процесу. 6. Збір показів електронних давачів або пристроїв. 7. Збереження артефактів освітньої діяльності. 8. Отримання даних відкритих джерел у форматах офіційної статистики, даних міжнародних моніторингових досліджень.	
За форматом даних	1. Табличні структуровані дані. 2. Напівструктуровані дані. 3. Онтології та словники. 4. Неструктурований текст. 5. Мультимедійні дані. 6. Геопросторові дані. 7. Числові / структуровані масиви даних. 8. Код, скрипти, log-дані, cookies. 9. Метадані.	
За рівнем агрегованості	1. Індивідуальний. 2. Груповий. 3. Інституційний. 4. Регіональний. 5. Національний. 6. Міжнародний.	
За режимом доступу	1. Відкриті. 2. З обмеженим доступом. 3. Закриті.	
За ступенем ідентифікації	1. З особистими даними. 2. Частково або повністю анонімізовані.	
За життєвим циклом	1. Сирі очищені. 2. Агреговані. 3. Похідні. 4. Архівовані.	

Висновки. Отже, запропонована таксономія відповідає меті створення науково обґрунтованої та багатовимірної таксономії FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти в умовах цифрової трансформації. Вона охоплює всі ключові виміри, необхідні для системного опису освітніх даних: ціль дослідження, галузеву спеціалізацію, характеристику суб'єктів, методи отримання даних, види, рівні й форми освіти, кваліфікаційні рівні (згідно з НРК), види науково-дослідної роботи, джерела та формати даних, рівні агрегованості, режими доступу, ступінь ідентифікації та стадії життєвого циклу. Ця багаторівнева структура забезпечує можливість точного позиціонування будь-якого набору даних у сучасному цифровому освітньому середовищі. Таксономія FAIR-даних для наукових досліджень у галузі освіти узгоджується з принципами FAIR, оскільки вона системно структурує освітні дані за ключовими 13-ма вимірами, що забезпечує знаходжуваність даних завдяки багатовимірній класифікації, чітким категоріям та можливості однозначно ідентифікувати набори освітніх даних. Таксономія відповідає принципу доступності, адже завдяки додаванню виміру класифікації за режимом доступу вона дає змогу визначити рівні дозволу, підтримуючи таким чином прозорість політик, що узгоджується з вимогами етичного використання та захисту персональних даних. Принцип сумісності досягається завдяки включенню в таксономію форматів даних, що є міжнародними стандартами (CSV, JSON, XML тощо), а також словників, онтологій і метаданих. Розроблена таксономія підсилює можливість багаторазового використання даних завдяки класифікації за типами досліджень, що дозволяє оцінити методологічну якість та придатність даних для повторного використання; а також завдяки

класифікації за життєвим циклом та рівнем агрегованості, що дає змогу обирати дані відповідно до дослідницьких потреб. У контексті розвитку цифрових технологій вона є достатньо повною, гнучкою та методологічно обґрунтованою, щоб слугувати основою для організації, опису й подальшого використання освітніх даних у наукових дослідженнях, аналітиці та освітній політиці.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку критеріїв і показників для оцінювання даних для наукових досліджень у галузі освіти щодо їх відповідності принципам FAIR.

Список використаної літератури

1. UNESCO Institute for Statistics. *International Standard Classification of Education: challenges and solutions forward*. 2024. 114 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389799> (дата звернення: 22.02.2026).
2. Schneider S. L. The classification of education in surveys: a generalized framework for ex-post harmonization. *Quality & Quantity*. 2022. Vol. 56. P. 1829–1866. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01101-1>.
3. Guiding Principles for Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable Data Publishing version b1.0. URL: <https://force11.org/info/guiding-principles-for-findable-accessible-interoperable-and-re-usable-data-publishing-version-b1-0> (дата звернення: 21.02.2026).
4. Шишкіна М. П., Пінчук О. П. Відкрита наука в умовах інтеграції освіти України до європейського дослідницького простору. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2023. Вип. 5(1). С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5124>.
5. Richthammer C., Netter M., Riesner M., Pernul G. Taxonomy for Social Network Data Types from the Viewpoint of Privacy and User Control. *International Conference on Availability, Reliability and Security*. Regensburg, Germany, 2013. P. 141–150. DOI: <https://doi.org/10.1109/ARES.2013.18>.
6. Azofeifa J. D., Rueda-Castro V., Gonzalez-Gomez L. J., Gómez-Puente S. M., Noguez J., Caratozzolo P. Unlocking the Future of INFOCOMM Workforce: A Visual KSA Matrix Taxonomy Approach to Education and Occupational Profiles. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Kos Island, Greece, 2024. P. 01–09. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578632>.
7. The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education : American Council on Education.. Washington, DC. 2025. URL: <https://carnegieclassifications.acenet.edu/carnegie-classification> (дата звернення: 22.02.2026).
8. Vught F. A. Kaiser F., File J. M., Gaethgens C., Peter R., Westerheijden D. F. U-Map. European Classification of Higher Education Institutions. 2020. 86 p. URL: http://www.u-map.eu/U-MAP_report.pdf (дата звернення: 21.02.2026).
9. Shahiri A. M., Husain W., Rashid N. A. A proposed framework on hybrid feature selection techniques for handling high dimensional educational data. *AIP Conference Proceedings*. 2017. Vol. 1891. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5005463>.
10. Стрижак О. Є., Приходнюк В. В., Касьянов Д. В. Онтолого-керований моніторинг науково-освітньої активності учнів. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2025. Т 2. № 3 (31). С. 50–60. DOI: https://doi.org/10.51707/2618-0529-2024-31_1-05.
11. Сидоренко В. Методологія і методи наукових досліджень : навч.-метод. посіб. Біла Церква : БІНПО, 2024. 150 с.
12. Оліяр М. П., Русин Г. А., Червінська І. Б. Основи науково-педагогічних досліджень (модульно-рейтинговий підхід) : навч.-методол. посіб. Івано-Франківськ : НАІР, 2013. 214 с.
13. Про затвердження Переліку спеціальностей наукових працівників : наказ Вищої Атестаційної Комісії України від 13.03.1997 р. № 86. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0133-97#Text> (дата звернення: 26.02.2026).
14. Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року № 266 : наказ Міністерства освіти і науки України від 06.11.2015 № 1151. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-15#Text> (дата звернення: 26.02.2026).
15. Про особливості запровадження змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2024 року № 1021 : наказ Міністерства освіти і науки України від 19.11.2024 № 1625. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1833-24#Text> (дата звернення: 26.02.2026).
16. Christianakis M. Collaborative Research and Teacher Education. *Issues in Teacher Education*. 2010. Vol. 19. № 2. P. 109–125.
17. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник. Харків : Право, 2019. 368 с.
18. Сурмін Ю. П. Майстерня вченого : підручник для науковця. Київ : Навчально-методичний центр «Консорціум з удосконалення менеджмент-освіти в Україні», 2006. 302 с.
19. Creswell J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed.). SAGE Publications, 2009.
20. Kremen V., Spirin, O., Liashenko O., Lytvynova S., Malovanyi Y., Pinchuk O., Sokolyuk O., Smulson M., Chunikhina S., Semerikov S. Artificial Intelligence in the Focus of Education Transformation: Survey Dataset (1.0.0). Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17768694>.
21. Методичні рекомендації щодо управління науковими даними для закладів вищої освіти та наукових установ у частині визначення механізмів збереження та повторного використання наукових даних розроблені робочою групою з питань управління науковими даними. 2024. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/nauka/2024/12/31/metod-rekomendatsiyi-shchodo-upravlinnya-naukovymi-danymi-31-12-2024.pdf> (дата звернення: 23.02.2026).
22. Чуканова С. Поняття «дані досліджень»: види та типи даних досліджень у контексті практики управління даними. *Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук*. 2021. Вип. 8. С. 128–138. DOI: <https://doi.org/10.31866/2616-7654.8.2021.247590>.

FAIR DATA TAXONOMY FOR SCIENTIFIC RESEARCH IN EDUCATION IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Osadcha Kateryna

Doctor of Science in Pedagogy, Full Professor, Leading Researcher of the Department of
Open Education and Scientific Information Systems
Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine

Spirin Oleg

Doctor of Science in Pedagogy, Full Professor, Academician of the NAES of Ukraine,
Head of the Institute for Digitalisation of Education
National Academy of Educational Sciences of Ukraine,
Professor at the Department of Computer Science and Information Technologies
Zhytomyr Ivan Franko State University

Oleksiuk Vasyl

Doctor of Science in Pedagogy, Full Professor, Senior Researcher
Professor of the Department of Informatics and Methods of Its Teaching
Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk
Leading Researcher of the Department of Open Education and Scientific Information Systems
Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine

Introduction. *The problem of data accumulation, including in the field of education, necessitates their systematisation to ensure consistency, transparency, compatibility, and the possibility of reuse. Different institutions and researchers use various classifications determined by specific goals – that is, for what purpose these data are needed or collected. As a result, it is difficult to build educational analytics models without a clear data structure, especially in the context of Ukraine's integration into the European and broader international educational space.*

An analysis of Internet resources showed that in the Ukrainian segment of the Internet, the concept of «data taxonomy» aroused the greatest interest in 2004, and since 2022, the concept of «data classification» began to play a role. In the English-speaking segment of the Internet, moderate interest in the concept of «data classification» has been demonstrated since 2004, which significantly increased in 2025. An analysis of scientific works in Scopus and Web of Science showed that over the past 5 years, interest in solving this problem has not been a priority in scientific research. Therefore, it is insufficiently studied, which prompted the authors to solve the problem of creating a scientifically sound, multidimensional, and FAIR-oriented data taxonomy for scientific research in the field of education in the context of the modern development of digital technologies.

Purpose. *Taking into account all of the above, the purpose of the article is to develop a scientifically sound, multidimensional, and FAIR-oriented data taxonomy for scientific research in the field of education in the context of the modern development of digital technologies.*

Methods. *The study used a set of theoretical research methods, including analysis and generalisation of scientific literature to study taxonomies and classifications that demonstrate important approaches to data structuring, in particular for scientific research in the field of education, as well as an inductive approach to the formation of categories.*

Results. *As a result, a FAIR data taxonomy was proposed for scientific research in the field of education, which classifies educational data by the purpose of scientific research (focus, nature of the expected result), by specialties/areas in the field of educational/pedagogical sciences, by the subject of data submission and execution (number of performers/form of organization of research activities), by types and methods of research, by types (formal/non-formal), formal/informal), levels and forms of education, by data sources, data format, level of aggregation, access mode, degree of identification, and life cycle. Thus, the developed taxonomy has 11 dimensions and 2 categories at the 1st and 2nd levels, which reveal each dimension in more detail.*

Originality: *The scientific novelty of the research results lies in the fact that for the first time, a comprehensive taxonomy of FAIR data for scientific research in the field of education has been proposed, which allows systematising educational data according to 11 dimensions.*

Conclusion. *The proposed taxonomy of FAIR data for scientific research in the field of education forms a new systematic approach to the classification and organisation of educational research data in accordance with the FAIR principles, which has not previously been comprehensively implemented in the context of educational sciences.*

Keywords: *taxonomy, educational data, classification, educational sciences, higher education, FAIR.*

References

1. UNESCO Institute for Statistics. (2024). *International Standard Classification of Education: challenges and solutions forward*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389799>.
2. Schneider, S.L. (2022). The classification of education in surveys: a generalized framework for ex-post harmonization. *Quality & Quantity*, 56, 1829–1866. <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01101-1>.
3. *Guiding Principles for Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable Data Publishing version b1.0*. <https://force11.org/info/guiding-principles-for-findable-accessible-interoperable-and-re-usable-data-publishing-version-b1-0>.

4. Shyshkina, M., & Pinchuk, O. (2023). Open science in the context of Ukrainian education integration into the European research area. *Herald of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5124> [in Ukrainian].
5. Richthammer, C., Netter, M., Riesner, M., & Pernul, G. (2013). Taxonomy for social network data types from the viewpoint of privacy and user control. In *2013 International Conference on Availability, Reliability and Security* (pp. 141–150). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARES.2013.18>.
6. Azofeifa, J. D., Rueda-Castro, V., Gonzalez-Gomez, L. J., Gómez-Puente, S. M., Noguez, J., & Caratozzolo, P. (2024). Unlocking the Future of INFOCOMM Workforce: A Visual KSA Matrix Taxonomy Approach to Education and Occupational Profiles. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578632>
7. American Council on Education. (2025). *The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education* (2025 ed.). Washington, DC.
8. van Vught, F. A., Kaiser, F., File, J. M., Gaethgens, C., Peter, R., & Westerheijden, D. F. (2010). *U-Map: European classification of higher education institutions*. http://www.u-map.eu/U-MAP_report.pdf
9. Shahiri, A. M., Husain, W., & Rashid, N. A. (2017). A proposed framework on hybrid feature selection techniques for handling high dimensional educational data. *AIP Conference Proceedings*, 1891, 020130. <https://doi.org/10.1063/1.5005463>.
10. Stryzhak, O. Ye., Prykhodniuk, V. V., & Kasyanov, D. V. (2025). Ontology-driven monitoring of students' scientific and educational activity. *Scientific Notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, 2(3) (31), 50-60. https://doi.org/10.51707/2618-0529-2024-31_1-05 [in Ukrainian].
11. Sydorenko, V. (2024). *Metodolohiia i metody naukovykh doslidzhen: navchalno-metodychnyi posibnyk* [Methodology and methods of scientific research: a teaching and methodological manual]. Bila Tserkva: BINPO [in Ukrainian].
12. Oliyar, M.P., Rusyn, G.A., & Chervinska, I.B. (2013). *Osnovy naukovo-pedahohichnykh doslidzhen (modulno-reitynhovyi pidkhid)* [Fundamentals of scientific and pedagogical research (modular-rating approach)]. Ivano-Frankivsk: NAIR [in Ukrainian].
13. Higher Attestation Commission of Ukraine. (1997, March 13). *Pro zatverdzhennia Pereliku spetsialnostei naukovykh pratsivnykiv* [On approval of the List of specialties of scientific workers] (Order No. 86). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0133-97#Text> [in Ukrainian].
14. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2015, November 6). *Pro osoblyvosti zaprovadzhennia pereliku haluzei znan i spetsialnostei, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi osvity, zatverdzenoho postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 29 kvitnia 2015 roku № 266* [On the features of the introduction of the list of branches of knowledge and specialties in which higher education applicants are trained, approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 29, 2015 No. 266] (Order No. 1151). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-15#Text> [in Ukrainian].
15. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2024, November 19). *Pro osoblyvosti zaprovadzhennia zmin do pereliku haluzei znan i spetsialnostei, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi ta fakhovoi peredvyshchoi osvity, zatverdzenykh postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 30 serpnia 2024 roku № 1021* [On the features of introducing changes to the list of fields of knowledge and specialties in which applicants for higher and professional pre-higher education are trained, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 30, 2024 No. 1021] (Order No. 1625). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1833-24#Text> [in Ukrainian].
16. Christianakis, M. (2010). Collaborative Research and Teacher Education. *Issues in Teacher Education*, 19 (2), 109-125.
17. Danylyan, O. G., & Dzoban, O. P. (2019). *Metodolohiia naukovykh doslidzhen* [Scientific research methodology]. Kharkiv: Pravo [in Ukrainian].
18. Surmin, Y. P. (2006). *Maisternia vchenoho: Pidruchnyk dlia naukovtsia* [Scientist's Workshop: A Textbook for the Scientist]. Kyiv: Navchalno-metodychnyi tsentr «Konsortsium z udoskonalennia menezhment-osvity v Ukraini» [in Ukrainian].
19. Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
20. Kremen, V., Spirin, O., Liashenko, O., Lytvynova, S., Malovanyi, Y., Pinchuk, O., Sokolyuk, O. M., Smulson, M., Chunikhina, S., & Semerikov, S. (2025). Artificial Intelligence in the Focus of Education Transformation: Survey Dataset (1.0.0) [Data set]. Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17768694>.
21. *Metodychni rekomendatsii shchodo upravlinnia naukovyimi danymi dlia zakladiv vyshchoi osvity ta naukovykh ustanov u chastyni vyznachennia mekhanizmiv zberezhenia ta povtornoho vykorystannia naukovykh danykh rozrobleni robochoiu hrupoiu z pytan upravlinnia naukovyimi danymi* [Methodological recommendations on scientific data management for higher education institutions and scientific institutions in terms of determining mechanisms for the preservation and reuse of scientific data have been developed by a working group on scientific data management]. (2024). <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/nauka/2024/12/31/metod-rekomendatsiyi-shchodo-upravlinnya-naukovyimi-danymi-31-12-2024.pdf> [in Ukrainian].
22. Chukanova, S. (2021). The Notion of Research Data Types and Kinds of Research Data in the Context of Data Management Practice. *Ukrainian Journal on Library and Information Science*, (8), 128–138. <https://doi.org/10.31866/2616-7654.8.2021.247590>.

