

СВІТОВИЙ ДОСВІД УПРАВЛІННЯ ТА ОБМІНУ НАУКОВИМИ ДАНИМИ: НАЙКРАЩІ ПРАКТИКИ ТА ПРИКЛАДИ УСПІШНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Світлана Карташова,

Державна науково-технічна бібліотека України

Тетяна Рудакова,

Державна науково-технічна бібліотека України

Анотація. У статті здійснено огляд світового досвіду управління та обміну науковими даними, які є основою для сучасної науки та технологій. Розглянуто ключові підходи до збору, зберігання, аналізу та повторного використання великих масивів інформації, а також сучасні принципи роботи з науковими даними. Приділено увагу концепції FAIR, яка визначає міжнародні стандарти для ефективного управління науковими ресурсами та забезпечення їх доступності для міждисциплінарних досліджень. Наводяться приклади успішних практик із країн Європейського Союзу, США, Великобританії та Австралії, де функціонують платформи відкритого доступу до наукових даних, такі як **European Open Science Cloud (EOSC)**, **Data.gov**, **UK Data Service** та **Australian Research Data Commons (ARDC)**. Ці ініціативи демонструють переваги інтегрованого підходу до управління інформацією, який сприяє науковій співпраці, прискоренню інновацій та підвищенню прозорості досліджень. Проаналізовано найкращі практики в галузі наукового управління даними, таких як впровадження репозиторіїв, автоматизація обробки великих обсягів інформації, застосування відкритих ліцензій для спрощення обміну інформацією, стандартизація метаданих і забезпечення кібербезпеки. Автори відзначають, що використання відкритих ліцензій типу **Creative Commons**, впровадження стандартів **Dublin Core** для опису метаданих та розробка автоматизованих платформ для збору й аналізу даних стали ключовими факторами успішного управління інформаційними ресурсами в провідних наукових установах світу. Підкреслюється важливість подолання викликів, пов'язаних із забезпеченням конфіденційності даних, гармонізацією форматів інформації та розширенням доступу до інструментів обробки даних.

У підсумку зроблено висновок про необхідність глобальної координації зусиль у галузі управління науковими даними та впровадження міжнародних стандартів для підтримки відкритої науки й ефективної співпраці між науковцями.

Ключові слова: наукові дані, управління науковими даними, репозиторії, світовий досвід, конфіденційність, стандартизація формату.

ВСТУП

У сучасному світі наукові дослідження стають дедалі більш комплексними та багато дисциплінарними, що вимагає ефективного управління великими обсягами даних (Research Data Management, RDM), тобто організованого на засадах системного підходу процесу планування, організації, зберігання, обміну, аналізу та архівування інформації.

У реаліях сьогодення, RDM стає ключовим елементом сучасної науки, спрямованим на підтримку відкритої науки, покращення ре-

продуктивності досліджень та забезпечення ефективного використання ресурсів. У багатьох країнах **світу** (ЄС: ініціатива «European Open Science Cloud (EOSC)»; США: ініціативи «Federal Data Strategy» та «Data.gov»; Велика Британія: ініціативи «Jisc» та «UK Research and Innovation (UKRI)»; Японія: ініціатива «Japan Science and Technology Agency (JST)» та ін.) уже впроваджено інноваційні політики та практики управління науковими даними, які створили умови для ефективного обміну знаннями, підтримки відкритої науки та підвищення якості досліджень.

З огляду на вищезначене Україна може скористатися цим досвідом для розробки власної національної стратегії, яка відповідатиме міжнародним стандартам та принципам FAIR.

Інформація (структурована чи неструктурована), що отримана, зібрана, створена або використана в ході наукових досліджень, — це **наукові дані**. Вони є основою для оцінки, аналізу, перевірки висунутих гіпотез, прогнозу та для створення нових знань. Для коректності використання поняття «наукові дані», слід окремо зазначити, що в прямому сенсі наукові статті не є науковими даними, хоча вони можуть містити їх як частину дослідження. Різниця полягає в тому, що хоча статті й можуть містити опис дослідження, аналіз і тлумачення наукових даних, теорії та моделі, обговорення результатів експериментів і спостережень, але вони скоріше є підсумковим результатом (документ), що інтерпретує та представляє опрацьовані наукові дані, зокрема у вигляді, доступному для інших дослідників. Виділяють такі основні класи наукових даних: первинні дані (raw data), що отримані безпосередньо з джерела чи експерименту без обробки чи аналізу; вторинні дані (processed data), що пройшли обробку, аналіз чи агрегування; аналітичні дані, як результат статистичного чи математико-статистичного аналізу первинних і вторинних даних; метадані, які забезпечують контекст (описують вхідну інформацію), програмне забезпечення та алгоритми, створені для науково обґрунтованого аналізу (Kozai et al., 2025; European Commission, n.d.-b).

Актуальність вивчення світового досвіду. З огляду на глобальний характер наукових досліджень, міжнародний досвід у сфері управління науковими даними є надзвичайно важливим. Створення та впровадження міжнародних стандартів, платформ та інфраструктури для збереження, доступу й обміну даними допомагає вченим і дослідницьким організаціям швидше отримувати необхідну інформацію, співпрацювати на міжнародному рівні та підвищувати ефективність

досліджень. Міжнародні ініціативи, такі як програми FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), забезпечують високий рівень доступності та прозорості наукових даних, що дає змогу уникати дублювання робіт, покращувати точність досліджень і сприяти їх відтворюваності.

Метою цієї статті є дослідження найкращих практик та прикладів успішної реалізації міжнародного досвіду в управлінні та обміні науковими даними. Для цього проаналізовано основні ініціативи, стандарти та методи, що дозволяють підвищити ефективність обміну даними між науковими установами та країнами, а також будуть представлені приклади реалізації цих практик на міжнародному рівні. Визначення цих успішних прикладів допоможе виявити ключові фактори успіху та дозволить адаптувати їх до національних умов для покращення управління науковими даними в Україні.

МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для аналізу світового досвіду управління науковими даними були використані офіційні документи, публікації наукових журналів та звіти міжнародних організацій, таких як Європейський відкритий науковий хмаровий простір (EOSC) (European Commission, n.d.-a), Національний центр біотехнологічної інформації (NCBI) (NCBI, n.d.), організація CODATA (Committee on Data, n.d.), політика відкритого доступу Plan S (Coalition S, n.d.).

На засадах системного підходу в якості методів дослідження використано: метааналіз контенту — порівняння практик обміну науковими даними у США, Європейському Союзі та країнах Азії з метою виявлення ефективних механізмів; описово-аналітичний метод (наведено приклади успішних проєктів з управління науковими даними, які стали моделями для міжнародного наукового співробітництва (European Commission, n.d.-a; NCBI, n.d.)); метод групування: класифіковано світові ініціативи за типами даних (біомедичні, кліматичні, соціальні).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

1. Принципи, програми та політики щодо управління науковими даними

Залежно від галузі та методу дослідження наукові дані мають різні типи та формати подання інформації, що враховується під час створення систем управління даними та відповідних репозиторіїв (табл. 1).

Основна проблема управління полягає в тому, що наукові дані можуть бути збережені в різних форматах, із різними стандартами доступу та якістю, а це ускладнює їх обмін між ученими, установами та країнами. Брак єдиних стандартів, технологій для ефективного збереження та обробки даних може призвести до дублювання досліджень,

втрати важливої інформації, а також до затримки реалізації наукових досягнень. Для подолання цих проблем необхідна міжнародна співпраця, розробка єдиних стандартів і політик, а також інвестиції в інфраструктуру та технології, що сприятимуть забезпеченню ефективною, безпечною та етичною роботи в науковій сфері.

Для підтримки вчених та дослідницьких установ у створенні ефективних стратегій управління науковими даними протягом усього їх життєвого циклу розроблена програма Framework for Research Data Management (FRDM). Вона включає планування збереження та обміну даними, доступність, а також забезпечення конфіденційності та

Таблиця 1

Типи та формати наукових даних: приклади застосування

Наукові дані			Функціонуючі репозиторії та ресурси
Основні типи	Формати (найуживаніші)	Приклади застосування	
Експериментальні: отримані під час лабораторних чи польових експериментів	CSV, XLSX, HDF5, SQL	Біологічні дослідження, фізичні вимірювання	Dryad, Zenodo
Спостережні: зібрані шляхом моніторингу природних явищ чи об'єктів	NetCDF, GeoJSON, CSV, HDF5, FITS	Астрономія, кліматологія, метеорологія	PANGAEA, GBIF
Симуляційні: згенеровані комп'ютерними моделями чи симуляціями	HDF5, Parquet, JSON, NetCDF, MATLAB (.mat)	Моделювання погоди, аналіз складних фізичних явищ	Figshare, Open Science Framework
Аналітичні: оброблені або синтезовані дані, отримані з первинних наборів як результати досліджень	PDF, LaTeX, Jupyter Notebook, Markdown	Звіти, статистичні таблиці	Zenodo, Harvard Dataverse
Соціальні та гуманітарні: зібрані в результаті економічних досліджень, під час опитувань, інтерв'ю чи аналізу текстів	SPSS, Stata, XLSX, JSON, CSV	Соціальні дослідження, економічна статистика	Dataverse
Геномні та біоінформатичні дані: послідовності ДНК та білків	FASTA, PDB	Медичні скани, супутникові знімки	Zenodo, Figshare
Візуальні: зображення, відео, фотографії, медичні знімки	PNG, TIFF, SVG, MP4, AVI, DICOM	Біомедицина, фармакологія	GenBank
Метадані: описова інформація про дані	XML, JSON-LD	Каталоги даних, структури репозиторіїв	DataCite, CKAN

безпеки. Платформа керування даними (Data management platform (DMP)) надає рекомендації щодо розробки планів управління даними для дослідницьких проєктів, у тому числі для захисту прав на інтелектуальну власність та забезпечення сталості даних після завершення дослідження в розрахунок на їх довгострокове зберігання (DataCite, n.d.; Science Europe, n.d.). Використання DMP доцільне для розробки стратегій створення та подальшого функціонування репозиторіїв наукових даних із перевіреним рівнем безпеки та доступності для збереження наукової інформації на тривалий строк. Основні принципи, які забезпечують ефективне управління науковими даними, сприяють їх збереженню та повторному використанню, такі.

По-перше, це FAIR-принципи (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), які були запроваджені для стандартизації управління та обміну науковими даними (Wilkinson, et al., 2016):

- **Findable** — дані мають бути легко знайдені через системи пошуку, включаючи наявність метаданих з чіткими ідентифікаторами та стандартами для опису даних.
- **Accessible** — дані мають бути доступні для скачування або використання, із чіткими політиками доступу, включаючи обмеження щодо конфіденційності чи прав інтелектуальної власності.
- **Interoperable** — дані повинні бути сумісні з різними системами та платформами через використання стандартів і форматів даних.
- **Reusable** — дані повинні бути описані таким чином, щоб їх можна було повторно використовувати в інших дослідженнях із забезпеченням належних прав та ліцензій.

По-друге, це принципи відкритого доступу (Open Access). Відкритий доступ передбачає вільний доступ до наукових результатів для дослідників та всіх зацікавлених сторін. Відомі ініціативи:

- Plan S — коаліція європейських наукових організацій, яка підтримує обов'язковий відкритий доступ до публікацій.

- Zenodo — відкрита платформа для зберігання та поширення наукових даних.

По-третє, це — стандартизація метаданих. Використання міжнародних стандартів для опису наукових даних, наприклад таких, як Dublin Core, Data Documentation Initiative (DDI) та ін., забезпечують зручний пошук та обмін необхідною інформацією між різними платформами баз даних.

На думку авторів (Springer Nature, n.d.), певної уваги заслуговують принципи цитування даних.

Ці принципи визначають важливість наукових даних як основного елементу досліджень і підтримують створення механізмів для їх цитування. Принципи націлені на підвищення важливості визнання внеску вчених, які створюють або керують даними, та заохочення до використання відкритих наукових даних. Одним із ключових аспектів є розробка стандартів для цитування даних, що дозволяє забезпечити їх відтворюваність та точність у наукових роботах.

Управління науковими даними передбачає також дотримання етичних норм та конфіденційності, що забезпечує захист передусім персональних даних відповідно до нормативних актів, таких як General Data Protection Regulation (GDPR), а також дотримання балансу між відкритістю наукових даних та захистом приватної інформації, особливо у біомедичних дослідженнях. Доцільне чітко визначення прав на використання наукових даних через ліцензії, такі як, наприклад, Creative Commons.

У звіті про зрілість відкритих даних за 2024 рік (Open Science Framework, n.d.) оцінюється прогрес 34 європейських країн у сфері відкритих даних. Оцінювання проводиться за чотирма ключовими вимірами: політика, вплив, портал та якість. У 2024 році найвищих показників серед країн ЄС досягли Франція (100%), Польща (98%) та Словаччина (96%). Серед країн-кандидатів Україна отримала 97%, що свідчить про її високий рівень зрілості у сфері відкритих даних. Ці дані можна використати для створення порівняльної діаграми (рис. 1), яка відображатиме

підходи різних країн до управління науковими даними. Первинні дані для аналізу взято з офіційних сайтів відповідних наукових установ таких країн як США, Велика Британія, Китай, Японія, Австралія.

2. Міжнародні ініціативи з управління науковими даними: аналіз основних міжнародних організацій.

Європейський Союз (ЄС) протягом останніх двох десятиліть активно впроваджує політику відкритої науки, зокрема управління науковими даними. Основна мета — створити інтегровану європейську дослідницьку інфраструктуру, що сприятиме доступу до наукових даних, обміну інформацією між установами та підтримці інновацій.

Як ключові ініціативи ЄС доцільно відзначити такі.

1. Європейська хмара відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC)). Ця платформа створена для об'єднання дослідницьких ресурсів ЄС та містить понад 300 наукових інфраструктур і доступ до мільйонів наукових ресурсів, що дозволяє дослідникам зберігати, обмінюватися та обробляти великі обсяги наукових даних на засадах FAIR-принципів.

2. Горизонт Європа (Horizon Europe (2021–2027)): найбільша програма ЄС з фінансу-

вання досліджень та інновацій. Однією з її головних складових є політика відкритого доступу до результатів досліджень та даних.

3. Відкриті дослідження Європи (Open Research Europe (ORE)): платформа для публікації наукових результатів проєктів, фінансованих ЄС. Вона надає можливість відкритого публікування статей із супровідними наборами даних та сприяє забезпеченню прозорого рецензування.

4. Формування цифрового майбутнього Європи (Shaping Europe's Digital Future (SEDF)): платформа, яка підтримує проєкти із великими даними та штучним інтелектом.

Законодавча база та політика цих ініціатив — політика відкритого доступу ЄС: вимоги до відкритого доступу в Horizon Europe та європейський закон про дані (Data Governance Act, 2022); стимулювання обміну науковими даними на основі прозорих і справедливих умов.

Одними з найважливіших міжнародних організацій щодо управління науковими даними є такі:

а) Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури займається питаннями збереження та обміну науковими даними на глобальному рівні. Вона підтримує розвиток політик щодо відкритих даних і відкритого доступу до наукових публікацій. ЮНЕСКО

Оцінка зрілості відкритих даних (%)

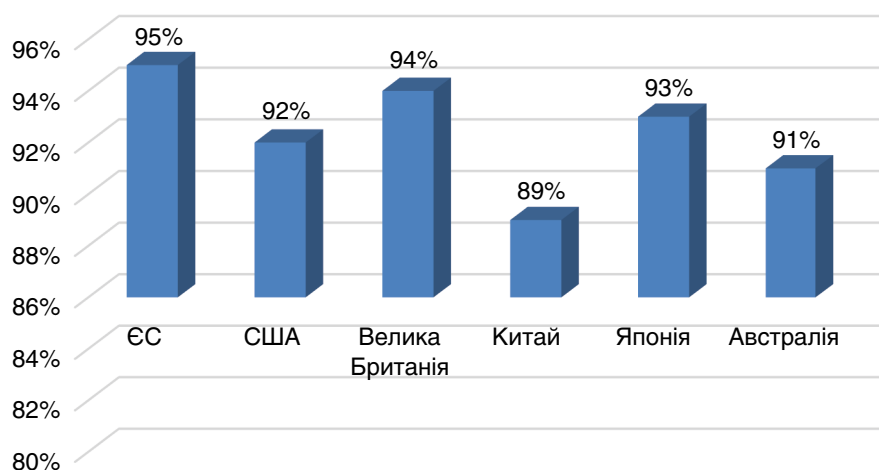


Рис. 1. Порівняння підходів до управління відкритими науковими даними за інтегральним індикатором зрілості у 2024 році

активно пропагує створення національних стратегій управління даними, заснованих на принципах доступності, прозорості й етики. Однією з важливих ініціатив є «Міжнародні рекомендації щодо відкритих наукових даних», які визначають ключові принципи для сприяння відкритому доступу до наукових даних на міжнародному рівні (UNESCO, 2022);

б) Організація економічного співробітництва та розвитку (The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, n.d.)) сприяє координації між країнами в питаннях зберігання, доступу та обміну науковими даними. У своїх звітах та рекомендаціях організація наголошує на важливості ефективного управління даними для підтримки інновацій і розвитку науки. Одним із важливих аспектів є створення політики щодо «відкритих даних», де окремо розглядаються питання їх збереження, обміну та доступу в наукових і академічних колах;

в) Комітет з даних Міжнародної ради з науки (Committee on Data of the International Science Council (CODATA, n.d.)) був створений у 1966 році як частина Міжнародного союзу теоретичної та прикладної фізики (IUPAP, n.d.). CODATA є міжнародною організацією, яка займається просуванням обміну науковими даними між дослідниками, а також сприяє розвитку політик і практик щодо збереження, доступу та управління даними на глобальному рівні. Організація активно працює над удосконаленням стандартів для наукових даних і їх використання в різних наукових сферах;

г) Альянс дослідницьких даних (Research Data Alliance (RDA, n.d.)) — це міжнародна організація, яка є важливим гравцем у розвитку глобальної інфраструктури для ефективного управління науковими даними. RDA активно підтримує ініціативи з відкритих даних, такі як FAIR-принципи, та сприяє розвитку відкритих репозиторіїв для публікації наукових даних та їх подальшого використання дослідниками;

д) Світова система даних (World Data System (WDS, n.d.)) була створена у 2008 році як міжнародна організація, що є части-

ною Міжнародного союзу теоретичної й прикладної фізики (IUPAP, n.d.). Вона заснована з метою підтримки розвитку наукових даних та їх інфраструктури на глобальному рівні, сприяючи доступу до даних і їх використанню в різних наукових дисциплінах. Організація займається стандартами для збереження та обміну даними, підтримкою відкритих наукових даних та сприянням співпраці між різними зацікавленими сторонами в глобальній науковій спільноті. WDS має регіональні центри, кожен із яких відповідає за розвиток інфраструктури зберігання даних у конкретному регіоні або для певної наукової дисципліни. На постійній основі організовує навчальні заходи, форуми та семінари, щоб допомогти дослідникам краще розуміти, як ефективно працювати з науковими даними, а також створювати політики для правильного управління ними;

е) Міжнародний центр даних (International Data Centre (IDC, n.d.)) займається збором, обробкою, аналізом та розповсюдженням даних, що мають важливе значення для різних глобальних ініціатив, таких як моніторинг ядерних випробувань, наукові дослідження, або гуманітарні цілі. Це важливий компонент глобальних інфраструктур, оскільки вони забезпечують доступ до об'єктивної та точної інформації, яку можна використовувати в багатьох різних контекстах. IDC була заснована в 1961 році в рамках Угоди про всеосяжну заборону ядерних випробувань (CTBT, n.d.), яка була підписана в 1996 році. Основне завдання IDC — забезпечення моніторингу й збору даних про ядерні випробування в реальному часі з використанням глобальної мережі сенсорів. Цей центр збирає та обробляє величезні обсяги даних, що включають інформацію про сейсмічні, акустичні та інші сигнали, пов'язані з ядерними вибухами. IDC відіграє важливу роль у зміцненні міжнародної безпеки та контролю за виконанням міжнародних угод щодо заборони ядерних випробувань;

ж) Національні наукові установи також відіграють важливу роль у формуванні національних політик щодо управління даними.

Зокрема, у США Національний науковий фонд (National Science Foundation (NSF, n.d.)) реалізує ініціативи з управління даними, вимагаючи від науковців створення планів управління даними для всіх досліджень, що фінансуються з державних коштів. Національна науково-дослідна рада Австралії (National Research Council of Australia (NERC, n.d.)) активно підтримує відкриті дані та має систему для моніторингу й забезпечення якості наукових даних.

Виходячи з вищезазначеного можна стверджувати, що ці міжнародні організації та ініціативи працюють над удосконаленням управління науковими даними на глобальному рівні, сприяючи відкритому доступу, співпраці та інтероперабельності даних. Вони забезпечують необхідну інфраструктуру для ефективного зберігання та використання наукових даних у всьому світі.

3. Практики управління та обміну науковими даними

3.1. Архітектура систем управління даними. У ході використання наявної або створення нової системи управління науковими даними передусім розглядаються

питання щодо плану управління (Harvard Medical School, n.d.). При цьому, переважно, притримуються таких стратегій управління: централізоване, децентралізоване, розподілене, автоматичне, гібридне. Доцільність застосування, переваги та недоліки подано в узагальненій таблиці 2.

Усі ці стратегії розглядаються в контексті централізованого та децентралізованого сховища даних або на комбінованому рівні з використанням програмного забезпечення для автоматичного управління даними (табл. 2). Проте необхідно зауважити таке.

Централізовані бази даних являють собою єдину платформу або сховище, у якому зберігаються наукові дані. Така архітектура дозволяє організувати ефективне управління та доступ до даних, оскільки всі ресурси зібрані в одному місці. Переваги централізованих систем включають легкість в адмініструванні, спрощене управління доступом, а також можливість створення єдиних стандартів для зберігання та обміну даними. З іншого боку, централізовані системи можуть бути вразливими до технічних збоїв або порушень безпеки через єдину точку доступу.

Таблиця 2

Порівняння стратегій управління даними

Стратегія	Опис	Переваги	Недоліки
Централізоване управління	Усі дані зберігаються і управляються в одному місці	Легкість в адмініструванні, єдиний контроль за даними	Перевантаження серверів, зниження швидкості доступу
Децентралізоване управління	Управління даними здійснюється на різних рівнях або платформах	Гнучкість, знижене навантаження на один сервер	Вища складність інтеграції та координації
Розподілене управління	Дані зберігаються на різних серверах по всьому світу	Масштабованість, резервне копіювання, швидкий доступ	Можливі проблеми з безпекою та управлінням даними
Автоматизоване управління	Використання програмного забезпечення для автоматичного управління даними	Зменшення людського фактору, ефективність	Потребує висококваліфікованого персоналу для налаштування
Гібридне управління	Комбінація централізованих, децентралізованих і автоматизованих підходів	Гнучкість та масштабованість для різних наукових проєктів	Складність в управлінні та синхронізації даних

Децентралізовані сховища даних передбачають зберігання даних у різних точках або на різних платформах, що дозволяє уникнути єдиної точки відмови. Децентралізація дозволяє використовувати специфічні платформи або технології для різних типів даних, забезпечуючи гнучкість і різноманітність рішень. Прикладом є використання розподілених систем на кшталт IPFS (InterPlanetary File System), що дозволяє зберігати дані на багатьох вузлах у мережі. Однак децентралізовані системи можуть бути складнішими в адмініструванні та потребують більших ресурсів для забезпечення сумісності та інтеграції між різними платформами.

3.2. Методи забезпечення доступності та безпеки даних. Управління доступністю та безпекою даних є однією з ключових складових ефективного управління науковими даними. Методи забезпечення цих аспектів включають: шифрування даних — використання алгоритмів шифрування для захисту даних від несанкціонованого доступу під час їх зберігання або передачі; політики доступу — впровадження чітких політик доступу, що визначають, хто має право переглядати, редагувати чи завантажувати дані, наприклад, на засадах технологій аутентифікації та авторизації (OAuth та ін.); резервне копію-

вання — створення резервних копій даних для запобігання втратам через технічні несправності або людські помилки; моніторинг безпеки — постійний моніторинг систем на предмет можливих загроз або порушень безпеки, що дозволяє швидко виявляти інциденти та реагувати на них.

Основні найуживаніші методи захисту даних підсумовані в таблиці 3.

3.3. Стандартизація метаданих та форм обміну даними. Стандартизація метаданих є важливою частиною ефективного управління науковими даними, оскільки вона забезпечує сумісність даних, легкість у їх пошуку та повторному використанні.

Ключові аспекти стандартизації включають:

- *метадані* — структуровані дані, що описують властивості основних даних (наприклад, автори, дата створення, формат даних);
- *формати обміну даними* — визначення стандартів для обміну даними між різними системами.

Найуживаніший стандарт для метаданих наукових досліджень — DataCite. Він дозволяє забезпечити однакові правила для опису та класифікації даних, що полегшує їх пошук і доступ. Використання загальних форматів,

Таблиця 3

Методи захисту даних в наукових дослідженнях

Метод захисту	Опис	Переваги	Недоліки
Шифрування	Захист даних за допомогою криптографічних алгоритмів	Високий рівень безпеки, захист персональних даних	Вимагає значних ресурсів для шифрування та дешифрування
Контроль доступу	Обмеження доступу до даних на основі ролей та прав	Простота в управлінні доступом, зменшує ризики витоку даних	Може бути складним в налаштуванні та адмініструванні
Мультифакторна автентифікація	Використання кількох рівнів перевірки користувачів	Збільшує рівень безпеки, знижує ризики несанкціонованого доступу	Може ускладнити доступ для користувачів
Бекап та відновлення	Резервне копіювання даних та їх відновлення у разі втрати	Збереження даних на випадок технічних збоїв або атак	Вимагає додаткових ресурсів та планування
Аудит та моніторинг	Проводити регулярні перевірки доступу та використання даних	Допомагає виявити потенційні загрози та витоки даних	Потребує значних зусиль для моніторингу в реальному часі

таких як CSV, JSON, XML або HDF5, сприяє забезпеченню сумісності даних і полегшує їх інтеграцію в різні платформи та інструменти.

У таблиці 4 наведено коментовані порівняння вищезазначених форматів.

3.4. Сучасні технології обробки даних.

Хмарні технології забезпечують зручний доступ до обчислювальних ресурсів, необхідних для обробки великих обсягів наукових даних. Завдяки хмарам дослідники можуть зберігати дані в централізованих платфор-

мах, здійснювати обробку за допомогою масштабованих ресурсів, знижуючи витрати на інфраструктуру.

Опис та приклади хмарних платформ, що широко використовуються в науці (таких як Amazon Web Services (AWS), Google Cloud, Microsoft Azure), і вартість зберігання даних у відповідних хмарних сервісах наведено в таблиці 5 і рисунку 2 відповідно.

Ключові переваги використання хмарних сервісів включають та гарантують такі вла-

Таблиця 4

Порівняння форматів даних для зберігання наукових даних

Формат даних	Опис	Переваги	Недоліки
CSV (Comma Separated Values)	Прості текстові файли з даними, розділеними комами	Легко читати та обробляти, підтримується багатьма програмами	Обмежена підтримка для складних структур даних
JSON (JavaScript Object Notation)	Формат для зберігання даних у вигляді об'єктів	Легко читається, підтримка складних структур даних	Може бути менш ефективним для великих обсягів даних
HDF5 (Hierarchical Data Format)	Формат для зберігання великих та складних наукових даних	Підтримка великих обсягів даних, ієрархічна структура	Потребує спеціальних інструментів для доступу
NetCDF (Network Common Data Form)	Формат для зберігання наукових даних, зазвичай в геофізиці	Оптимізований для роботи з великими обсягами наукових даних	Спеціалізоване програмне забезпечення для доступу
XML (Extensible Markup Language)	Формат для зберігання структурованих даних	Гнучкість, підтримка різних типів даних	Може бути громіздким для великих обсягів даних

Таблиця 5

Порівняння хмарних платформ для управління науковими даними

Платформа	Опис	Галузь застосування	Переваги	Недоліки
Amazon Web Services (AWS)	Хмарна платформа для зберігання, аналізу та обробки великих даних	Біоінформатика, економіка, екологія	Висока масштабованість, надійність, потужні аналітичні інструменти	Висока вартість при великих обсягах даних
Microsoft Azure	Хмарна платформа для зберігання та обробки даних	Медицина, фізика, соціальні науки	Підтримка широкого спектра інструментів для обробки даних	Висока вартість, складність в налаштуванні
Google Cloud	Платформа для зберігання даних з можливістю аналітики	Штучний інтелект, аналіз даних, глибинне навчання	Потужні інструменти для аналізу даних, висока інтеграція з іншими сервісами	Вартість може бути значною при великих обсягах даних
IBM Cloud	Платформа для обробки великих обсягів даних	Інженерія, фінансові технології	Інтеграція з аналітичними інструментами для великих даних	Висока вартість при тривалому використанні

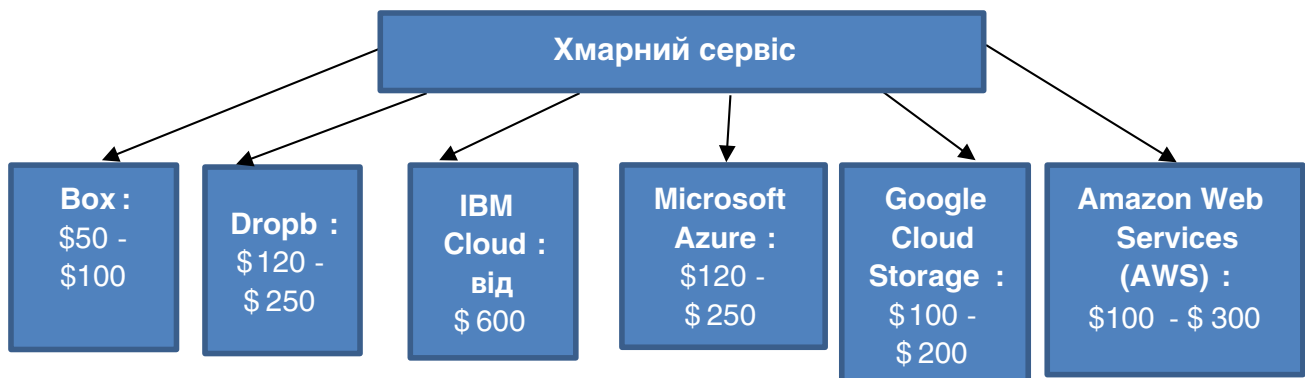


Рис. 2. Річна вартість зберігання наукових даних у хмарних сервісах (за 1 ТБ даних) у 2024 році

стивості як масштабованість, доступність з будь-якої точки світу, а також зниження потреб у власних обчислювальних потужностях.

Штучний інтелект (Artificial intelligence (AI)) активно використовується для аналізу великих обсягів наукових даних, виявлення патернів, прогнозування трендів та автоматизації обробки даних. Технології машинного навчання (Machine learning (ML)) дозволяють ученим автоматизувати процеси очищення даних, класифікації, аналізу та пошуку залежностей. Наприклад, штучний інтелект може бути використаний для покращення якості даних, виявлення аномалій, а також для вдосконалення алгоритмів для побудови моделей на основі великих наукових наборів даних.

Отже, найкращі практики управління науковими даними включають у себе як традиційні підходи, такі як централізовані та децентралізовані сховища, так і новітні технології, такі як хмарні обчислення та штучний інтелект. Вони допомагають забезпечити ефективність обміну даними, їх доступність, безпеку та відповідність міжнародним стандартам, що сприяє покращенню наукових досліджень на глобальному рівні.

4. Приклади успішної реалізації міжнародних проєктів, практик, цифрових платформ

4.1. Програма DataCite (Data.gov, n.d.): створення системи ідентифікації даних.

DataCite є міжнародною організацією, яка розробила систему ідентифікації даних шля-

хом надання унікальних цифрових ідентифікаторів (DOI) науковим даним. Це дозволяє забезпечити довгострокове збереження та доступність даних, а також покращує можливість їх цитування в наукових публікаціях. За допомогою DOI дані можна знайти й точно посилатися на них у наукових роботах, що сприяє їх відтворюваності та прозорості. Система DOI дозволяє науковцям та дослідникам чітко ідентифікувати та отримати доступ до необхідних даних, що значно покращує відтворюваність досліджень. Вона гарантує доступність даних через ідентифікатори, що зберігаються в реєстрах, забезпечуючи їх надійне зберігання впродовж часу. Система ідентифікації даних полегшує співпрацю між науковими установами та дозволяє уникати дублювання досліджень.

4.2. **ORCID** (Open Researcher and Contributor ID): ідентифікація науковців. Цей проєкт надає науковцям унікальний ідентифікатор, що дозволяє зв'язувати їх з науковими публікаціями, проєктами та іншими дослідницькими внесками. Ідентифікатор ORCID використовується в наукових публікаціях, грантах і в інших наукових платформах для уникнення плутанини між учасниками з однаковими або схожими іменами. Він дозволяє науковцям ефективно відслідковувати та управляти своїми публікаціями, результатами досліджень та науковими внесками в одному місці. Також ORCID надає публічно доступний профіль науковця, що дозволяє зберігати інформацію про наукові роботи та досягнення вчених, підвищуючи видимість

їхньої праці. Можна стверджувати, що з використанням ORCID забезпечується уніфікація даних про науковців, що сприяє міжнародній співпраці та збільшенню можливостей для комунікації між дослідниками й установами.

4.3. EDP (European Data Portal): інтеграція відкритих наукових даних. Цей проєкт є ініціативою Європейського Союзу, спрямованою на надання доступу до відкритих даних із різних держав-членів ЄС. Платформа об'єднує дані з різних секторів, включаючи науку, економіку та навколишнє середовище, що дозволяє науковцям отримувати широкий спектр відкритих даних для подальших досліджень. Платформа дозволяє централізовано отримувати доступ до відкритих даних з різних джерел, що підвищує продуктивність досліджень. Збір і надання відкритих даних за допомогою EDP значно покращує доступ до ресурсів для науковців, що працюють у різних сферах. Платформа стимулює міжнародну співпрацю, оскільки дослідники можуть отримати доступ до даних, які є у відкритому доступі в інших країнах ЄС.

4.4. NASA (NASA, n.d.): використання супутникових даних у наукових цілях. NASA WorldWind є проєктом, який використовує супутникові технології для надання доступу до геопросторових даних, таких як зображення Землі та інших астрономічних об'єктів. Ці дані використовуються в наукових дослідженнях для вивчення кліматичних змін, геології, лісового господарства та багато інших наукових сфер. Супутникові дані дозволяють отримувати точну інформацію про різноманітні природні явища та процеси на Землі, що значно полегшує проведення досліджень. Вільний доступ до супутникових даних дозволяє науковцям з усього світу використовувати їх у своїх дослідженнях без необхідності великих фінансових витрат на отримання даних. Використання супутникових даних у наукових цілях сприяє міжнародній співпраці між дослідниками та організаціями, дозволяючи отримувати дані та дослідження на глобальному рівні.

4.5. Data.gov (Data.gov, n.d.): портал відкритих даних США. Він є головною платформою

мою відкритих даних уряду США, що була запущена у 2009 році. Портал надає доступ до понад 250 тисяч наборів даних з різних галузей, включаючи науку, економіку, навколишнє середовище та охорону здоров'я. Він агрегує дані з федеральних агентств, університетів та науково-дослідних установ, підтримує політику відкритого доступу до державних наукових даних, забезпечує API та інші технічні можливості для роботи з даними.

4.6. UK Data Service (UK Data Service, n.d.): служба відкритих наукових даних Великої Британії. Це національний сервіс Великої Британії, що забезпечує дослідників доступом до соціально-економічних даних, переписів населення та довгострокових наукових досліджень. Основні функції: зберігання, поширення та аналіз соціально-економічних і демографічних даних; надання дослідникам інструментів для статистичного аналізу; співпраця з урядовими та академічними установами для покращення політики управління даними.

4.7. Australian Research Data Commons (ARDC, n.d.) — австралійська дослідницька платформа даних. Це національна ініціатива Австралії, що підтримує відкритий доступ до дослідницьких даних та сприяє їх повторному використанню. ARDC співпрацює з університетами, урядом та промисловими партнерами. Головні напрями діяльності: розвиток національної інфраструктури відкритих даних; підтримка дослідників через надання інструментів для управління великими наборами даних; створення стандартів для обміну та інтеграції наукових даних.

Додаткова інформація щодо інших найбільш успішних платформ, баз даних та цифрових репозиторіїв наведено в таблиці 6.

Узагальнена характеристика вищеописаних проєктів, практик та платформ дає підстави стверджувати таке:

- Data.gov — найкращий вибір для загальнодоступних державних даних США, але їх якість варіюється;
- UK Data Service — корисний для детальних соціально-економічних досліджень, проте деякі набори даних вимагають дозволу;

Таблиця 6

Характеристики платформ та цифрових репозиторіїв

Назва	Опис та призначення	Дані/формати	Функціональні особливості	Використання
CERN Open Data (Швейцарія)	Платформа Європейської організації ядерних досліджень (CERN) для доступу до відкритих даних експериментів Великого адронного колайдера (LHC). Надає науковій спільноті та освітнім установам доступ до оброблених і необроблених фізичних даних	Результати експериментів ATLAS, CMS, LHCb й ALICE	Містить симуляції фізичних процесів, інструменти для аналізу даних та освітні матеріали	Фізика частинок, розробка алгоритмів аналізу даних, освітні курси
Pangea (Німеччина)	Платформа для публікації, обміну та збереження даних у галузі наук про Землю	Екологічні, геофізичні та кліматологічні. Стандартні формати для гео- та кліматичних даних	Забезпечує відкритий доступ до даних, які можуть бути інтегровані в глобальні дослідницькі проекти	Кліматичні моделі, геологічні дослідження, управління екологічними ресурсами
Dryad	Цифровий репозиторій для публікації та збереження наукових даних із різних галузей науки. Забезпечує відкритий доступ до наукових даних, які супроводжують публікації		Підтримує стандарти FAIR	Біологія, екологія, медицина, міждисциплінарні дослідження
Zenodo	Універсальний відкритий репозиторій, створений за підтримки Європейської організації з ядерних досліджень (CERN) та програми Horizon 2020. Забезпечує збереження та публікація наукових даних, програмного забезпечення, статей		Підтримує різні формати даних, інтеграція з GitHub, DOI для кожного завантаженого об'єкта	Публікація даних для наукових проєктів, програмне забезпечення для досліджень
Harvard Dataverse	Цифровий репозиторій для збереження, публікації та обміну дослідницькими даними. Забезпечує зберігання дослідницьких даних для проєктів, які фінансуються Гарвардом та іншими установами		Забезпечує управління доступом, створення DOI для наборів даних	Економіка, соціальні науки, біологія, міждисциплінарні дослідження
Figshare	Репозиторій для біоінформатики та інших даних			

- ARDC — потужний ресурс для наукових досліджень, але менш зручний для звичайних користувачів.

Проведене дослідження відповідних ресурсів показало, що всі проаналізовані проєкти значно підвищують ефективність наукових

досліджень завдяки інтеграції та стандартизації даних, забезпеченню доступу до них, а також спрощенню процесів ідентифікації науковців та даних. Завдяки таким ініціативам, як DataCite, ORCID та European Data Portal, науковці можуть легко отримати доступ до необхідних даних і ресурсів, що значно знижує час на пошук та збір інформації, сприяючи більш швидким та точним результатам у дослідженнях.

Ці проекти сприяють глобальній науковій співпраці, оскільки зменшують бар'єри для доступу до даних, дозволяючи дослідникам з різних країн і установ обмінюватися ресурсами та інформацією без географічних або адміністративних обмежень.

Вони демонструють, як міжнародне співробітництво та використання сучасних технологій можуть значно покращити управління науковими даними, сприяти зростанню наукового потенціалу та прискоренню інновацій на глобальному рівні.

5. Виклики та обмеження в обміні науковими даними

5.1 Юридичні аспекти: авторське право та конфіденційність

Авторське право є важливим юридичним аспектом, що визначає права на використання наукових даних. У багатьох країнах діють складні правила, що регулюють, хто має право на публікацію, використання та поширення наукових даних. Питання авторства та відповідальності можуть виникати, якщо дані були зібрані групою науковців або в межах фінансованого проекту. Багато вчених стикаються з труднощами в питанні, хто має право на використання даних, особливо коли вони були отримані за державне фінансування або в межах великої міждисциплінарної ініціативи.

Зберігання та обмін науковими даними можуть зіткнутися з проблемами конфіденційності, особливо якщо ці дані містять особисту або чутливу інформацію (наприклад, медичні дані пацієнтів, особисті дані учасників дослідження). Наявність чітких юридичних меж щодо конфіденційності, таких як Закон

про захист персональних даних (GDPR у Європейському Союзі), є критично важливим для забезпечення етики у використанні даних.

5.2 Етичні питання та протокол конфіденційності

Обмін науковими даними може призвести до етичних проблем, коли використання або публікація даних порушує права людей чи спільнот, чи коли вони були зібрані без належної етичної апробації. Наприклад, дані із соціальних наук або клінічних досліджень можуть мати етичні наслідки для учасників дослідження, якщо цим даним не забезпечена анонімність або якщо не були отримані належні дозволи для їх використання. Окрім того, деякі дані можуть бути витягнуті з контексту й використані в такий спосіб, що суперечить початковим цілям дослідження або шкодить репутації учасників.

Протокол конфіденційності є основою для захисту особистих даних під час обміну науковими даними. Важливими складовими є забезпечення анонімності чутливих даних і належне інформування учасників досліджень про те, як їхні дані будуть використовуватися. Протоколи також повинні включати положення про безпеку даних і визначати, хто має доступ до даних та за яких умов.

5.3 Технічні проблеми: сумісність платформ, обсяг даних

Однією з головних технічних проблем є сумісність платформ і систем зберігання даних, що використовуються різними науковими установами. Дані можуть зберігатися в різних форматах або на різних платформах, що ускладнює їх обмін і інтеграцію. Брак стандартів для обміну даними може призвести до помилок або втрати інформації під час її передачі. Інколи різні платформи також мають різні вимоги до форматів метаданих, що ускладнює їх використання в межах одного дослідження або проекту.

Із розвитком науки та технологій зростає обсяг даних, які генеруються в результаті досліджень. Великі набори даних можуть бути надзвичайно складними для обробки, зберігання й обміну. Інфраструктура, що підтримує зберігання великих даних, потребує

значних ресурсів, що може бути економічно недоступним для менших наукових установ або країн з обмеженими фінансовими можливостями. Крім того, для роботи з такими даними потрібні спеціалізовані інструменти і методи, що може спричинити додаткові технічні труднощі.

5.4 Глобальні відмінності в наукових практиках

Наукові практики можуть значно відрізнятися в різних країнах через культурні, юридичні та інфраструктурні відмінності. Наприклад, у деяких країнах діють суворі обмеження на обмін даними між науковими установами з різних країн через національну безпеку або місцеві закони про захист персональних даних. Також деякі країни можуть не мати ефективної інфраструктури для зберігання та обміну великими наборами даних, що обмежує можливості для міжнародного співробітництва.

Не всі країни мають рівний доступ до сучасних технологій і ресурсів, необхідних для управління науковими даними. Наприклад, деякі країни можуть не мати достатньої інфраструктури для підтримки обробки великих даних або для зберігання та обміну відкритими науковими даними. Це створює бар'єри для співпраці між країнами з різним рівнем розвитку науки і техніки.

Кожна країна має свою політику щодо відкритості наукових даних. У деяких країнах забезпечене законодавче визнання важливості відкритого доступу до наукових даних і розроблені інфраструктури для обміну відкритими даними, у той час як в інших країнах науковці можуть зіштовхуватися з обмеженнями в обміні даними через різні регулювання або обмеження, пов'язані з правами інтелектуальної власності.

6. Основні висновки, пропозиції та рекомендації

Обмін науковими даними супроводжується різноманітними викликами та обмеженнями, зокрема юридичними, етичними, технічними та культурними. Для подолання цих проблем необхідна міжнародна співпраця,

розробка єдиних стандартів і політик, а також інвестиції в інфраструктуру та технології, що сприятимуть забезпеченню ефективного, етичного і безпечного обміну даними в науковій сфері. А саме:

1. Глобальна інтеграція даних та підтримка міжнародних платформ є необхідністю. Міжнародний досвід показує, що для досягнення наукового прогресу необхідно активно обмінюватися даними між країнами та науковими установами. Інтеграція даних з різних джерел та платформ дозволяє забезпечити більш точні результати та сприяє розвитку міждисциплінарних досліджень. Необхідно також стимулювати розвиток міжнародних платформ для обміну даними, таких як OpenAIRE, European Data Portal, що дозволяють інтегрувати наукові дані з різних країн і сфер

2. Важливість стандартизації та прозорості. Встановлення єдиних стандартів для метаданих, форм обміну та доступу до даних є ключовим для ефективного обміну. Проєкти, такі як DataCite та ORCID, демонструють важливість використання уніфікованих ідентифікаторів і платформ для забезпечення ефективного використання та зберігання наукових даних.

3. Інноваційні технології як рушійна сила. Використання хмарних технологій, штучного інтелекту та великих даних значно покращує ефективність управління та обміну науковими даними. Ці технології дозволяють зберігати й обробляти великі обсяги даних, зменшувати витрати на інфраструктуру та забезпечувати доступ до даних із будь-якої точки світу.

4. Юридичні та етичні питання потребують особливої уваги. Проблеми конфіденційності, авторських прав і етичних аспектів залишаються важливими для обміну науковими даними. Необхідно створювати міжнародні угоди та протоколи для захисту прав учасників досліджень і уникнення порушень законодавства про захист даних.

5. Розробка національних стандартів для обміну даними. З огляду на міжнародний досвід, країни можуть розробити власні

національні стандарти обміну науковими даними, що відповідають вимогам глобальних ініціатив, таких як FAIR-принципи. Це дозволить інтегрувати національні наукові дані в глобальні платформи обміну.

6. Інвестиції в інфраструктуру та освіту. Важливо інвестувати в інфраструктуру для зберігання та обробки даних, зокрема в хмарні платформи та системи великих даних. Крім того, необхідно проводити навчання для науковців щодо сучасних технологій управління даними та їх етичного використання.

7. Спрощення доступу до відкритих даних та створення глобальних ініціатив з обміну науковими даними. Уряди та наукові установи повинні сприяти створенню платформ для відкритих наукових даних, що забезпечують простий доступ до інформації

без обмежень та впровадження глобальних стандартів і протоколів для обміну даними. Це включає розвиток національних порталів для відкритих даних та їх інтеграцію з міжнародними ініціативами.

Як підсумок зазначимо, що обмін науковими даними є важливим аспектом сучасної науки, і міжнародний досвід показує численні переваги від стандартизації, прозорості й використання новітніх технологій. Проте є виклики, зокрема юридичні, етичні та технічні, які потребують вирішення для забезпечення ефективного й безпечного обміну даними. Адаптація кращих міжнародних практик до національного контексту, а також активна міжнародна співпраця в розробці єдиних стандартів стануть запорукою подальшого розвитку науки й технологій на глобальному рівні.

REFERENCES

1. ARDC. (n.d.). Research data management framework for institutions. <https://ardc.edu.au/resource/>
2. Australian Research Data Commons (ARDC). (n.d.). National Research Council of Australia (NERC). <https://ardc.edu.au/resource-hub>
3. CKAN. (n.d.). CKAN. <https://ckan.org>
4. Coalition S. (n.d.). Plan S: Making full and immediate open access a reality. <https://www.coalition-s.org>
5. CODATA – Committee on Data. (n.d.). International Science Council. <https://codata.org>
6. Data.gov. (n.d.). Home. <https://data.gov>
7. DataCite. (n.d.). DataCite. <https://datacite.org>
8. Dryad. (n.d.). Dryad Digital Repository. <https://datadryad.org/stash>
9. European Commission. (2022). Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0868>
10. European Commission. (n.d.). European action plan on the cybersecurity of hospitals and healthcare providers. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en>
11. European Commission. (n.d.). European Open Science Cloud (EOSC). <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/>
12. European Commission. (n.d.). Facts and figures for open research data. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/facts-and-figures_en
13. European Commission. (n.d.-b). Horizon Europe: Research and innovation. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/>
14. European Commission. (n.d.). Open Research Europe. <https://open-research-europe.ec.europa.eu>
15. European Data Portal. (n.d.). Overview. <https://greatermanchester-ca.gov.uk/media/3535/european-data-portal.pdf>
16. Figshare. (n.d.). Figshare. <https://figshare.com>
17. GBIF. (n.d.). Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org>
18. GDPR-info.eu. (n.d.). General Data Protection Regulation (GDPR). <https://gdpr-info.eu>

19. Harvard Dataverse. (n.d.). Harvard Dataverse. <https://dataverse.harvard.edu>
20. Harvard Medical School. (n.d.). Data management plans (DMP). <https://datamanagement.hms.harvard.edu/plan-design/data-management-plans>
21. Johansson, P. (2002, June 18–20). International Data Centre (IDC). CTBT/WS/LEGREL/IC-8/CRP.6. <https://inis.iaea.org/records/33094042>
22. Jisc. (n.d.). Jisc. <https://www.jisc.ac.uk>
23. JST. (n.d.). Japan Science and Technology Agency. <https://www.jst.go.jp/EN/>
24. Kozai, M., Tanaka, Y., Abe, S., Minamiyama, Y., Shinbori, A., & Kadokura, A. (2025). AMIDER: A multidisciplinary research database and its application to promote open science. *Data Science Journal*, 24(7), 1–9. <https://doi.org/10.5334/dsj-2025-007>
25. NASA. (n.d.). WorldWind. <https://worldwind.arc.nasa.gov>
26. National Library of Medicine. (n.d.). Homepage. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
27. National Science Foundation (NSF). (n.d.). Homepage. <https://www.nsf.gov>
28. NCBI. (n.d.). GenBank. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
29. OECD. (n.d.). The Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org>
30. Open Science Framework. (n.d.). Homepage. <https://osf.io>
31. ORCID. (n.d.). Open Researcher and Contributor ID. <https://orcid.org>
32. PANGAEA. (n.d.). Data Publisher for Earth & Environmental Science. <https://pangaea.de>
33. RDMO. (n.d.). Research Data Management Organiser. <https://rdmo.readthedocs.io/en/latest/>
34. Research Data Alliance (RDA). (n.d.). Homepage. <https://www.rd-alliance.org>
35. Science Europe. (n.d.). Research data management. <https://scienceeurope.org>
36. Springer Nature. (n.d.). What is a citation, and what is a data citation? <https://communities.springernature.com/posts/the-basics-of-data-citation>
37. Strategy.data.gov. (n.d.). Federal Data Strategy. <https://strategy.data.gov>
38. TimeXtender. (n.d.). Data warehouse, data lake, data hub or a data platform? <https://www.timextender.com/blog/data-warehouse-data-lake-data-hub-or-a-data-platform>
39. UKRI. (n.d.). UK Research and Innovation. <https://www.ukri.org/apply-for-funding/>
40. UNESCO. (2022). Recommendation on Open Science [PDF]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_rus
41. Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., ... & Mons, B. (2016). The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
42. World Data System (WDS). (n.d.). Homepage. <https://worlddatasystem.org>
43. Zenodo. (n.d.). Zenodo. <https://zenodo.org>

WORLD EXPERIENCE IN SCIENTIFIC DATA MANAGEMENT AND SHARING: BEST PRACTICES AND EXAMPLES OF SUCCESSFUL IMPLEMENTATION

Abstract. *The article reviews the world experience in managing and sharing scientific data, which are the basis for modern science and technology. Key approaches to collecting, storing, analyzing and reusing large amounts of information, as well as modern principles of working with scientific data, are considered. Attention is paid to the FAIR concept, which defines international standards for the effective management of scientific resources and ensuring their accessibility for interdisciplinary research. Examples of successful practices from the European Union, the USA, the UK and Australia, where open access platforms for scientific data operate, such as the European Open Science Cloud (EOSC), Data.gov, the UK Data Service and the Australian Research Data Commons (ARDC), are given. These initiatives demonstrate the benefits of an integrated approach to information management, which promotes scientific*

collaboration, accelerates innovation and increases the transparency of research. The best practices in the field of scientific data management are analyzed, such as the implementation of repositories, automation of processing of large volumes of information, the use of open licenses to simplify information exchange, standardization of metadata and ensuring cybersecurity. The authors note that the use of open licenses such as Creative Commons, the implementation of Dublin Core standards for describing metadata and the development of automated platforms for data collection and analysis have become key factors in the successful management of information resources in leading scientific institutions in the world. The importance of overcoming the challenges associated with ensuring data confidentiality, harmonization of information formats and expanding access to data processing tools is emphasized.

As a result, the conclusion is made about the need for global coordination of efforts in the field of scientific data management and the implementation of international standards to support open science and effective collaboration between scientists.

Keywords: *scientific data, scientific data management, repositories, world experience, confidentiality, format standardization.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Карташова Світлана — доктор біологічних наук, ст.н.співр., головний науковий співробітник відділу, Державна науково-технічна бібліотека України, Україна, м. Київ, 03150, вул. Антоновича 180; e-mail: svs.kartashova@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4519-0536

Рудакова Тетяна — канд. техн. наук, ст. н. співр., завідувач науково-організаційного відділу, Державна науково-технічна бібліотека України, Україна, м. Київ, 03150, вул. Антоновича 180; e-mail: rudakovatati@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7017-735X

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kartashova Svitlana — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of Science, Chief Researcher of the Department, State Scientific and Technical Library of Ukraine, 180, Antonovycha str., Kyiv, Ukraine; e-mail: svs.kartashova@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4519-0536

Rudakova Tetiana — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Science, Leading Researcher of the Scientific and Organizational Department, State Scientific and Technical Library of Ukraine, 180, Antonovycha str., Kyiv, Ukraine; e-mail: rudakovatati@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7017-735X