УДК 004.9
DOI DOI https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.2.1/20

Козак Р.Р.
https://orcid.org/0009-0001-4025-2304
«Lifeway Food»

Дудник О.О.
https://orcid.org/0000-0003-0375-2606
Вінницький національний технічний університет

Субін А.А.
https://orcid.org/0000-0002-5747-2397
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СКЛАДНИХ НАУКОВИХ ДАНИХ

У статті розглянуто сучасні інформаційні технології, що застосовуються для візуалізації складних наукових даних у різних галузях досліджень, де обсяг, багатовимірність і різнорідність інформації ускладнюють її сприйняття та аналіз. В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій і зростання масивів даних традиційні табличні та текстові форми подання інформації втрачають ефективність, що зумовлює необхідність використання візуальних методів як інструменту підтримки наукового пізнання та ухвалення обґрунтованих рішень. Особливу увагу приділено ролі інформаційних технологій у трансформації складних числових, просторових і структурованих даних у наочні графічні образи, здатні відображати приховані закономірності, взаємозв'язки та динамічні процеси. Проаналізовано основні підходи до візуалізації наукових даних, зокрема використання інтерактивної графіки, багатовимірних діаграм, тривимірного моделювання та візуальної аналітики, які базуються на сучасних програмних платформах і алгоритмах обробки даних. Розглянуто можливості застосування інформаційних технологій для підвищення точності інтерпретації результатів досліджень, зменшення когнітивного навантаження на користувача та забезпечення інтерактивної взаємодії з даними. Окрему увагу приділено використанню алгоритмічних методів обробки великих масивів даних і елементів штучного інтелекту, що дозволяють автоматизувати процес побудови візуальних моделей і адаптувати їх до потреб конкретних наукових завдань. Обґрунтовано, що ефективна візуалізація складних наукових даних сприяє підвищенню якості аналізу, пришвидшенню процесу отримання нових знань і розширенню можливостей міждисциплінарних досліджень. Показано, що застосування сучасних інформаційних технологій у сфері візуалізації є важливим чинником підвищення наукової результативності та практичної цінності досліджень. Отримані результати можуть бути використані в науково-дослідній діяльності, освітньому процесі, а також під час розроблення програмних засобів для аналізу та представлення складних даних у різних предметних галузях.

Ключові слова: *багатовимірні моделі, наочність, інтерактивна графіка, програмне забезпечення, аналіз інформації.*

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку науки характеризується стрімким зростанням обсягів даних, ускладненням їх структури й багатовимірністю, що істотно ускладнює процеси аналізу, інтерпретації та представлення результатів досліджень. У багатьох наукових галузях дослідники працюють зі значними масивами числової, просторової та динамічної інформації, сприйняття якої в традиційних табличних або текстових формах є малоефективним. У таких умовах виникає потреба в інструментах, здатних забезпечити наочне, зрозуміле та водночас інформативне подання складних наукових даних.

Особливої актуальності набуває проблема візуалізації даних у контексті розвитку інформаційних технологій (далі – ІТ), коли швидкість отримання результатів

© Козак Р.Р., Дудник О.О., Субін А.А., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

і точність їх інтерпретації безпосередньо впливають на якість наукових висновків і ухвалюваних рішень. Недостатньо продумана або формальна візуалізація може призводити до втрати важливої інформації, спотворення закономірностей і ускладнення міждисциплінарної комунікації. Водночас сучасні програмні засоби та алгоритми обробки даних надають нові можливості для перетворення складних інформаційних структур у зрозумілі візуальні образи.

У цьому контексті актуалізується необхідність упровадження та розвитку ІТ, спрямованих на вдосконалення візуального подання результатів досліджень і підвищення якості їх інтерпретації. Застосування таких інструментів забезпечує більш чітке сприйняття отриманих результатів, оптимізує аналітичні процедури та створює сприятливі умови для ухвалення обґрунтованих наукових і практичних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових дослідженнях використання ІТ для візуалізації складних наукових даних розглядається як важливий чинник підвищення ефективності аналізу та інтерпретації результатів. Зокрема, Ю. Берщанський (Y. Bershchanskyi), Г. Клим (H. Klym), Ю. Шевчук (Y. Shevchuk) акцентують на архітектурних рішеннях контейнеризованих інтелектуальних систем, доводячи, що поєднання хмарних і кіберфізичних технологій створює передумови для обробки та наочного подання великих і різнорідних масивів даних [1].

Питання забезпечення якості вхідних даних як основи для коректної візуалізації розкривають І. Опірський, Ю. Хохлачова, А. Стефанків, Ю. Шевчук та І. Гунько (I. Hunko), підкреслюючи значення безпечної обробки інформації й оптимізації програмних процесів для формування надійних аналітичних і візуалізаційних інструментів [2; 3].

Розвиток інтелектуальних підходів до інтеграції та аналізу даних аналізують Д. Кияшко (D. Kyiashko), Д. Солодовник (D. Solodovnyk), І. Гаврилюк (I. Havryliuk), І. Сипченко (I. Sypchenko), О. Іщенко (O. Ishchenko), О. Кириленко (O. Kyrylenko), обґрунтовуючи потенціал агентних моделей та ефективних візуальних рішень для автоматизації аналізу й підвищення зрозумілості складних інформаційних структур [4; 5].

Прикладні аспекти обробки й візуалізації даних у різних предметних галузях досліджують С. Ковбасюк, С. Легенчук, В. Янчук, С. Раєва, О. Нестеренко, В. Поліщук, С. Жарінов, В. Лойко, Л. Бобер, наголошуючи, що візуалізація сприяє виявленню закономірностей, узагальненню показників і підтримці управлінських рішень [6–8].

Трансформацію візуальних форм подання інформації аналізує Д. Солодовник, підкреслюючи необхідність використання новітніх візуалізаційних підходів у зв'язку зі зростанням обсягів і складності даних [9]. Водночас Н. Яськова, Ю. Лабжинський зазначають, що володіння інструментами візуалізації є важливим складником цифрової компетентності сучасного дослідника [10].

Безпосередній взаємозв'язок великих даних і комп'ютерної графіки розкривають О. Романюк та співавтори, доводячи значення поєднання алгоритмічних методів і графічних засобів для візуалізації багатовимірних наукових даних [11]. Узагальнення світових тенденцій розвитку технологій візуалізації демонструють А. Тютюнник, О. Каракоз, М. Диндин, О. Рамський, В. Диндин, Л. Варченко-Троценко, О. Буйницька, В. Смірнова, підкреслюючи роль візуалізації й штучного інтелекту в підвищенні якості наукового аналізу та інтерпретації результатів [12–16].

Попри наявні дослідження, у науковій літературі залишаються недостатньо опрацьованими питання комплексного поєднання ІТ, аналітичних методів і засобів візуалізації в роботі зі складними науковими даними. Здебільшого увага вчених зосереджена на окремих технічних або прикладних аспектах без формування цілісного підходу до вибору візуалізаційних рішень залежно від типу даних і цілей дослідження. Недостатньо висвітленими залишаються проблеми масштабованості, інтерпретованості та інтеграції підходів із використанням технологій штучного інтелекту (далі – ШІ) у візуальні моделі.

У цьому контексті внесок даної статті полягає в систематизації сучасних ІТ візуалізації складних наукових даних та обґрунтуванні їхньої ролі на етапах аналізу, інтерпретації й представлення результатів досліджень, що дозволяє визначити перспективні напрями розвитку ефективних і масштабованих візуалізаційних рішень.

Постановка завдання. Метою статті є теоретичний аналіз та узагальнення підходів до застосування ІТ у візуалізації складних наукових даних із метою підвищення ефективності їх аналізу, інтерпретації та представлення результатів досліджень. Особливу увагу зосереджено на виявленні можливостей сучасних програмних засобів і алгоритмічних рішень щодо трансформації багатовимірних та структурно складних даних у наочні візуальні форми, які сприяють глибшому розумінню досліджуваних процесів.

Для досягнення поставленої мети у статті передбачено розв'язання таких завдань:

1) проаналізувати особливості та обмеження традиційних методів подання наукових даних у контексті зростання їхніх обсягів і складності;

2) дослідити сучасні інформаційні технології та інструменти, що застосовуються для візуалізації складних наукових даних;

3) визначити переваги використання інтерактивних і багатовимірних візуальних моделей для аналізу наукової інформації;

4) узагальнити напрями використання візуалізації даних у наукових дослідженнях і сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення ефективності представлення результатів досліджень.

Виклад основного матеріалу. Візуалізація наукових даних у сучасних дослідженнях розглядається як міждисциплінарний метод, що поєднує ІТ, алгоритмічну обробку даних і принципи когнітивного сприйняття. Її сутність полягає в трансформації складних числових, просторових та структурованих інформаційних масивів у візуальні образи, здатні відобразити внутрішні закономірності, взаємозв'язки та динаміку досліджуваних процесів. На відміну від традиційних табличних або текстових форм подання, візуалізація виконує не лише ілюстративну, а й аналітичну функцію, забезпечуючи активне залучення дослідника до процесу інтерпретації даних [11, с. 51; 12, с. 162].

У науковому пізнанні візуалізація виконує низку важливих функцій, зокрема когнітивну (сприяє спрощенню сприйняття складних багатовимірних даних), аналітичну (дозволяє виявляти приховані закономірності та аномалії), комунікативну (забезпечує ефективну репрезентацію результатів досліджень) та евристичну (підтримує формування й перевірку гіпотез). Як зазначають дослідники, саме поєднання цих функцій перетворює візуалізацію на повноцінний інструмент наукового аналізу [14, с. 38].

Сучасні наукові дослідження дедалі частіше базуються на опрацюванні складних інформаційних масивів, для яких характерні значні обсяги, багатовимірність і структурна різнорідність. Такі дані формуються внаслідок чисельного моделювання, проведення експериментальних вимірювань, сенсорного моніторингу, аналізу великих статистичних баз, а також функціонування кіберфізичних систем. У цих умовах традиційні способи подання інформації у вигляді таблиць або текстових описів не забезпечують належного рівня наочності та ускладнюють процес виявлення закономірностей, взаємозв'язків і динамічних змін.

Водночас у процесі роботи з великими та різнорідними науковими даними візуалізація є ефективним інструментом зниження когнітивного навантаження на дослідника. Графічне подання інформації дозволяє агрегувати значні обсяги даних, зосереджуючи увагу на найбільш інформативних характеристиках і зв'язках між ними. Унаслідок цього підвищується швидкість аналізу та зменшується ймовірність помилкової інтерпретації результатів [6, с. 114; 9, с. 159].

Крім того, візуалізація відіграє важливу роль у міждисциплінарній науковій комунікації, оскільки універсальні візуальні моделі дозволяють представляти складні результати досліджень фахівцям із різних галузей без втрати їхньої змістової повноти [5, с. 111; 10, с. 52].

У цьому контексті візуалізація є проміжною ланкою між первинними даними та процесом наукового пізнання, поєднуючи етапи збору, обробки та інтерпретації інформації в єдиний аналітичний цикл. Візуальні моделі дають змогу дослідникові не лише спостерігати результати обчислень, а й активно взаємодіяти з даними, коригувати параметри аналізу та формувати нові дослідницькі гіпотези. Такий підхід перетворює візуалізацію з простого засобу подання результатів на ефективний інструмент підтримки наукових рішень [12, с. 164; 14, с. 38].

Для наочного відображення відмінностей між традиційними та сучасними підходами до подання наукових даних доцільно здійснити їх порівняльний аналіз за основними критеріями (табл. 1).

Наведене порівняння підтверджує доцільність застосування сучасних підходів візуалізації в роботі зі складними науковими даними, оскільки вони забезпечують вищу інформативність та зручність інтерпретації результатів досліджень.

Інформаційно-технологічні засоби візуалізації спрямовані на перетворення складних числових, просторових і структурованих даних у графічні образи, адаптовані до особливостей людського сприйняття. Використання двовимірних та багатовимірних діаграм, теплових карт, графів, часових рядів і просторових моделей дозволяє значно підвищити інформативність подання результатів досліджень та знизити когнітивне навантаження на користувача. При цьому візуалізація розглядається не лише як ілюстративний засіб, а як повноцінний інструмент аналітичного пізнання.

Загальний процес перетворення складних наукових даних у наочні візуальні образи подано у вигляді узагальненої схеми, що наведена на рисунку 1.

Таблиця 1

Порівняння традиційних і сучасних методів подання наукових даних

Критерій оцінювання	Традиційні методи (таблиці, текст)	Сучасні візуалізаційні підходи
Рівень наочності	Обмежений, потребує додаткового аналізу	Високий, орієнтований на зорове сприйняття
Робота з багатовимірними даними	Ускладнена або неможлива	Забезпечується за допомогою спеціалізованих моделей
Швидкість сприйняття інформації	Низька	Висока
Когнітивне навантаження	Значне	Знижене
Інтерактивна взаємодія	Відсутня	Забезпечується в реальному часі

Джерело: сформовано авторами

Рис. 1. Узагальнена схема процесу візуалізації складних наукових даних

Джерело: сформовано авторами

Представлена схема демонструє комплексний характер процесу візуалізації, який поєднує алгоритмічну обробку даних і графічні засоби подання інформації для підтримки наукового аналізу.

Важливою характеристикою сучасних систем візуалізації є їхня інтерактивність. Інтерактивна графіка надає можливість змінювати параметри відображення даних у реальному часі, здійснювати масштабування, фільтрацію, деталізацію та порівняльний аналіз різних наборів даних. Такий підхід дозволяє дослідникові адаптувати візуальне подання до конкретного наукового завдання та швидко перевіряти гіпотези шляхом безпосередньої взаємодії з даними. Реалізація інтерактивних механізмів базується на сучасних програмних платформах і архітектурних рішеннях, зокрема хмарних і розподілених середовищах [1, с. 155].

Основні ІТ, що застосовуються для візуалізації складних наукових даних, та їхні функціональні можливості узагальнено в табл. 2.

Узагальнення ІТ візуалізації свідчить про їхню універсальність і можливість адаптації до різних типів наукових даних і дослідницьких завдань.

Сучасні ІТ візуалізації реалізуються на основі різних програмних і апаратних платформ, зокрема хмарних середовищ, розподілених обчислювальних систем та спеціалізованих графічних бібліотек. Інтерактивні візуалізаційні інструменти дають змогу поєднувати аналіз даних із безпосередньою візуальною взаємодією користувача з інформацією, що є особливо важливим для дослідження складних і динамічних процесів [1, с. 154; 8, с. 627].

Подальший розвиток таких технологій пов'язаний із впровадженням інтелектуальних алгоритмів, здатних автоматично адаптувати способи візуального подання до властивостей даних і завдань дослідження. Це підтверджує тенденцію переходу від статичних графіків до інтерактивних та інтелектуальних систем візуальної аналітики [4; 16, с. 41].

Водночас ефективність застосування сучасних технологій візуалізації здебільшого визначається дотриманням принципів коректності та інтерпретованості візуальних моделей. Надмірна складність графічних представлень, невдало обрані шкали або способи кодування інформації можуть призвести до спотворення результатів аналізу та хибних наукових висновків. З огляду на це, сучасні підходи до візуалізації передбачають баланс між інформативністю, наочністю та когнітивною доступністю, що особливо важливо при роботі з великими й багатовимірними даними [11, с. 52; 9, с. 160].

Окреме місце у візуалізації складних наукових даних займають багатовимірні та тривимірні моделі. Вони застосовуються для відображення процесів і об'єктів, параметри яких не можуть бути адекватно представлені у двовимірному просторі. Тривимірне моделювання дає змогу відтворювати просторові структури, візуалізувати часову динаміку та аналізувати взаємодію елементів складних систем. Поєднання методів комп'ютерної графіки з алгоритмами обробки великих даних дозволяє створювати наочні візуальні представлення багатовимірних інформаційних масивів без втрати їхньої змістової повноти [11, с. 54].

Для систематизації сучасних підходів до візуалізації складних наукових даних доцільно розглянути їхню класифікацію, що подана на рисунку 2.

Таблиця 2

Основні ІТ візуалізації складних наукових даних

Інформаційна технологія	Типи даних	Основні можливості	Сфера застосування
Інтерактивна графіка	Числові, часові	Масштабування, фільтрація, порівняння	Науковий аналіз
Багатовимірні діаграми	Багатовимірні	Виявлення взаємозв'язків	Дослідження складних систем
Тривимірне моделювання	Просторові	Відображення структури та динаміки	Моделювання процесів
Візуальна аналітика	Великі масиви	Пошук закономірностей	Big Data
AI-орієнтовані системи	Різнорідні	Автоматизація візуалізації	Інтелектуальні системи

Джерело: сформовано авторами

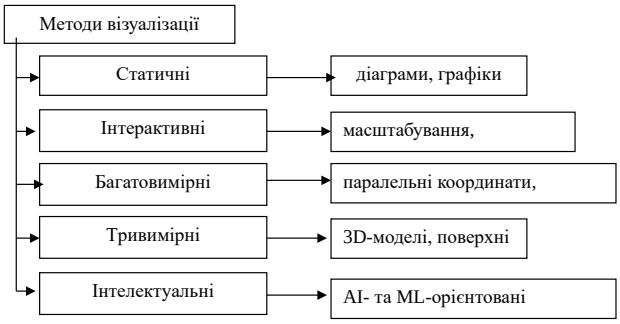

Рис. 2. Класифікація методів візуалізації складних наукових даних

Джерело: створено авторами

Запропонована класифікація відображає різноманіття сучасних методів візуалізації та підтверджує тенденцію до інтеграції інтелектуальних підходів у процес аналізу складних наукових даних.

Ефективність візуалізації значно залежить від якості попередньої обробки даних. Алгоритмічні методи нормалізації, агрегації, кластеризації та редукції ознак відіграють важливу роль у підготовці інформації до візуального подання. Застосування таких методів дозволяє усунути надлишковість, виокремити суттєві ознаки та зосередити увагу користувача на найбільш значущих аспектах досліджуваного явища. При цьому важливим є забезпечення цілісності та достовірності даних на всіх етапах обробки, оскільки помилки або спотворення можуть негативно вплинути на результати візуального аналізу [2, с. 224].

Особливе місце серед методів попередньої обробки даних займає кластеризація, яка дозволяє автоматизовано групувати об'єкти за схожістю ознак без попереднього визначення класів. У контексті візуалізації складних наукових даних кластеризація використовується для зменшення складності інформаційних масивів, виявлення структурної організації даних та формування узагальнених візуальних представлень. Результати кластерного аналізу часто відображаються у вигляді теплових карт, дендрограм, багатовимірних проєкцій або кольорових груп, що значно спрощує інтерпретацію багатовимірних наборів даних [11, с. 55].

Застосування кластеризації є особливо ефективним у роботі з великими статистичними та медичними даними, де візуальне групування дозволяє швидко ідентифікувати типові та атипові патерни, а також підтримувати прийняття рішень на основі візуальної аналітики [6, с. 116; 7, с. 139].

Поєднання методів кластеризації з інтерактивною візуалізацією дозволяє не лише виявляти структурні групи в даних, а й аналізувати їхню поведінку в динаміці, оцінювати стабільність кластерів та вплив окремих параметрів на результати групування. Такий підхід є особливо актуальним для дослідження складних соціально-економічних, медичних і технічних систем, де візуальна інтерпретація кластерів значно підвищує прозорість аналітичних висновків і сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень [8, с. 629].

Подальший розвиток ІТ візуалізації пов'язаний із використанням методів ШІ та машинного навчання. Інтелектуальні алгоритми дозволяють автоматизувати процес побудови візуальних моделей, адаптувати їх до особливостей конкретних наборів даних і користувацьких запитів, а також підтримувати прийняття рішень на основі візуальної аналітики. Застосування агентних і мультимодальних підходів створює можливості для інтеграції різнорідних даних та побудови комплексних візуалізацій, орієнтованих на дослідження складних наукових процесів [4; 16, с. 42].

Практичне значення ІТ візуалізації проявляється в різних сферах наукової діяльності – від аналізу статистичних і медичних даних до оцінювання ефективності наукових установ і управління складними проєктами. У таких випадках візуалізація є інструментом узагальнення результатів, підви-

щення їх зрозумілості та забезпечення міждисциплінарної комунікації. Графічне подання інформації дозволяє дослідникам швидше орієнтуватися у великих масивах даних і формувати обґрунтовані висновки [6, с. 115; 7, с. 138; 8, с. 629].

Отже, використання сучасних ІТ у візуалізації складних наукових даних забезпечує поєднання аналітичної точності та наочності подання результатів. Інтерактивні, багатовимірні та інтелектуальні візуальні моделі сприяють глибшому розумінню досліджуваних процесів, зменшенню когнітивного навантаження та підвищенню ефективності наукового аналізу. Це створює передумови для подальшого розвитку візуалізації як важливого інструменту сучасних наукових досліджень і практичного застосування отриманих результатів.

Висновки. У процесі дослідження здійснено теоретичний аналіз і узагальнення сучасних підходів до застосування ІТ у візуалізації складних наукових даних. Показано, що стрімке зростання обсягів, багатовимірності та різнорідності інформації обмежує ефективність традиційних табличних і текстових форм подання результатів та зумовлює необхідність використання сучасних візуалізаційних рішень.

З'ясовано, що ІТ-візуалізації перетворюють складні числові, просторові та структуровані дані в наочні графічні образи, які відповідають особливостям людського сприйняття та сприяють виявленню закономірностей, взаємозв'язків і динамічних процесів. Застосування інтерактивної графіки, багатовимірних і тривимірних моделей, а також засобів візуальної аналітики дозволяє зменшити когнітивне навантаження та підвищити точність інтерпретації результатів.

Обґрунтовано важливість алгоритмічних методів попередньої обробки даних, таких як нормалізація, агрегація, кластеризація та редукція ознак, оскільки якість цих етапів безпосередньо впливає на інформативність і достовірність візуальних моделей. Вказано на перспективи використання методів ШІ та машинного навчання для автоматизації процесів побудови візуалізацій і їх адаптації до специфіки конкретних наукових завдань.

Узагальнено, що ефективна візуалізація складних наукових даних є не лише засобом подання результатів, а й повноцінним інструментом аналітичного пізнання, який сприяє підвищенню якості наукового аналізу та підтримці прийняття обґрунтованих рішень.

Подальші дослідження в цій галузі можуть бути пов'язані з удосконаленням інтерактивних і адаптивних візуалізаційних рішень, інтеграцією методів машинного навчання та кластерного аналізу, а також оцінюванням їх масштабованості та інтерпретованості для різнорідних наукових даних.

Список літератури:

1. Bershchanskyi Y., Klym H., Shevchuk Y. Containerized Artificial Intelligent System Design in Cloud and Cyber-Physical Systems. *Advances in Cyber-Physical Systems.* 2024. Vol. 9. № 2. P. 151–157. DOI: https://doi.org/10.23939/acps2024.02.151

2. Опірський І. Р., Хохлачова Ю. Є., Стефанків А. В., Шевчук Ю. А. Аналіз технічних особливостей реалізації шифрування даних на SD-картах в Android. *Сучасний захист інформації*. 2025. № 1(61). С. 219–228. DOI: https://doi.org/10.31673/2409-7292.2025.016526

3. Hunko I. How to Effectively Reduce Software Testing Time: From Requirements to Regression. Lodz, Poland, 2024. URL: https://futurity-publishing.com/wp-content/uploads/2025/04/7П-29.03.25-3.pdf (дата звернення: 13.01.2026).

4. Kyiashko D. Development of a hybrid testing framework for multimodal systems based on ai agents. *Наука і техніка сьогодні*. 2025. № 11(52). С.1774–1788. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-11(52)-1774-1788

5. Solodovnyk D., Havryliuk I., Sypchenko I., Ishchenko O., Kyrylenko O. Data journalism visualization in Ukraine and in Europe: a comparative analysis. *Amazonia Investiga*. 2023. Vol. 12. № 64. P. 102–116. DOI: https://doi.org/10.34069/AI/2023.64.04.10

6. Ковбасюк С.В., Легенчук С.Ф., Янчук В.О., Раєва С.Л. Інформаційна технологія обробки та візуалізації статистичних даних захворюваності на COVID-19. *Технічна інженерія.* 2023. № 2(92). С. 113–117. DOI: https://doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-113-117

7. Нестеренко О. В., Поліщук В. Б., Жарінов С. С. Застосування інтегративної інформаційної технології в процесах оцінювання наукових установ. *Екологічна безпека та природокористування.* 2024. № 1 (49). С. 126–142. DOI: https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.126-142

8. Лойко В. В., Бобер Л. П. Цифрові інструменти візуалізації даних в організаційному управлінні портфелями проєктів. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2025. № 4(18). С. 624–635. URL: https://journal.eae.com.ua/index.php/journal/article/view/660/501 (дата звернення: 13.01.2026).

9. Солодовник Д. Візуалізація даних у новітніх конвергентних медіа України. *Синопсис: текст, контекст, медіа*. 2023. № 29(2). С. 157–165. DOI: https://doi.org/10.28925/2311-259x.2023.2.13

10. Яськова Н., Лабжинський Ю. Розвиток цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами електронних соціальних мереж. *Фізико-математична освіта*. 2024. № 39(5). С. 46–57. DOI: https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i5-07

11. Романюк О. Н., Павлов С. В., Бобко О. Л., Завальнюк Є. К., Решетнік О. О. Аналіз великих даних у комп'ютерній графіці. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології.* 2024. № 1 (47). С. 50–57. DOI: https://doi.org/10.31649/1681-7893-2024-47-1-50-57

12. Тютюнник А. В. Технології візуалізації у світових дослідженнях. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2020. № 9. С. 161–168. DOI: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.13

13. Каракоз О. Візуалізація інформації у сучасному освітньому просторі. *Грааль науки.* 2023. № 24. С. 800–803. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.02.2023.149

14. Диндин М. Л., Рамський О. І., Диндин В. Л. Використання ІТ у наукових дослідженнях. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Ґжицького*. *Серія: Економічні науки.* 2025. Т. 27. № 105. С. 35–40. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-e10506

15. Варченко-Троценко Л. О., Тютюнник А. В. Використання візуалізації даних в системі електронного навчання. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2022. № 12. С. 21–31. DOI: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2022.122

16. Буйницька О., Смірнова В. Технології штучного інтелекту в дослідницькій діяльності: огляд та застосування. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика.* 2024. № 81(4). С. 31–46. DOI: https://doi.org/10.28925/2412-0774.2024.4.2

Kozak R.R., Dudnyk O.O., Subin A.A. INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE VISUALIZATION OF COMPLEX SCIENTIFIC DATA

The article examines modern information technologies used for the visualization of complex scientific data across various fields of research, where large volumes, multidimensionality, and data heterogeneity significantly complicate perception and analysis. In the context of the rapid development of digital technologies and the continuous growth of data sets, traditional tabular and textual forms of data representation are becoming increasingly ineffective, which necessitates the use of visual methods as tools to support scientific understanding and informed decision-making. Particular attention is given to the role of information technologies in transforming complex numerical, spatial, and structured data into clear graphical representations capable of revealing hidden patterns, relationships, and dynamic processes. The study analyzes key approaches to scientific data visualization, including the use of interactive graphics, multidimensional charts, three-dimensional modeling, and visual analytics based on modern software platforms and data processing algorithms. The potential of information technologies to enhance the accuracy of research result interpretation, reduce users' cognitive load, and ensure interactive engagement with data is also explored. Special emphasis is placed on algorithmic methods for processing large data sets and the application of artificial intelligence components, which enable the automation of visual model construction and their adaptation to the specific requirements of scientific tasks. It is substantiated that effective visualization of complex scientific data contributes to higher analytical quality, accelerates the process of knowledge generation, and expands opportunities for interdisciplinary research. The paper demonstrates that the application of modern information technologies in data visualization is an important factor in increasing the scientific effectiveness and practical value of research outcomes. The obtained results may be applied in scientific research activities, the educational process, as well as in the development of software tools for analyzing and presenting complex data across various subject domains.

Keywords: *multidimensional models, visual representation, interactive graphics, software, information analysis.*

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 00.00.2026