



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ УПРАВЛІННЯ, ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ПРАВОВИХ НАУК**

Кафедра менеджменту, публічного управління та адміністрування

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АКАДЕМІКА ЮРІЯ БУГАЯ»**

Кафедра менеджменту, маркетингу та публічного адміністрування



МАТЕРІАЛИ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ
В УМОВАХ ПРОТИДІЇ ГІБРИДНИМ ЗАГРОЗАМ
НАЦІОНАЛЬНИЙ БЕЗПЕЦІ»**

В рамках реалізації проекту

Erasmus+ «Академічна протидія гібридним загрозам» WARN

610133-EPP-1-2019-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP

25-26 листопада 2025 року

КИЇВ – 2025

ЯК ПОХІДНІ ТА МАТРИЦІ ОПИСУЮТЬ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ В ЦИФРОВОМУ СВІТІ

Норік Лариса,

к. е. н, доцент, доцент кафедри економіко-математичного моделювання
Харківський національний економічний університет імені Семена
Кузнеця, м. Харків, Україна,
ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7077-1260>

Комарова Міла,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Харківський національний економічний університет імені Семена
Кузнеця, м. Харків, Україна

У нашому сучасному світі все взаємопов'язане між собою. Активний розвиток та стрімка глобалізація інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) призвела до появи тісно пов'язаної глобальної цифрової мережі. Вона поєднує мільярди пристроїв та користувачів, створюючи свою власну складну систему, де постійно відбувається обмін різних даних. Для створення та успішного функціонування таких систем потрібні точні математичні методи, що здатні описати й оцінити структуру та динаміку.

Математичний аналіз і лінійна алгебра становлять основу цього аналітичного процесу. Серед актуальних інструментів для його опису – матриці та похідні. Матриці виступають ключовим засобом лінійної алгебри, який дає змогу кількісно відобразити структуру мережевих зв'язків і змоделювати взаємодію між елементами цифрових систем. Похідні, своєю чергою, дають можливість досліджувати швидкість змін у цифрових процесах, що створює підґрунтя для аналізу тенденцій розвитку технологій та вивчення поведінки інформаційних потоків.

Отже, дослідження застосування матриць і похідних набуває особливої ваги, адже саме ці інструменти забезпечують кількісний опис структури та оптимізацію динаміки взаємозв'язків у глобальній цифровій мережі.

Структура інформаційних систем може бути створена у вигляді матриць, де кожен елемент кількісно відображає ступінь або характер взаємозв'язку між відповідними компонентами. Таким чином, матриця надає числовий знімок структури мережі, перетворюючи якісну інформацію на кількісну. Для оцінки зв'язності та надійності самої мережі застосовують степені матриці. Спираючись на джерело [1], можна сказати, що степені матриці відображають не просто наявність зв'язків між елементами системи, а й їхню кількість та глибину. Такі обчислення допомагають побачити, наскільки окремі частини мережі пов'язані між собою та чи має система альтернативні шляхи взаємодії у разі збою. Це дозволяє математично оцінити надійність і стійкість цифрових мереж, що є важливим для функціонування сучасних ІКТ-систем.

Матричні функції, зокрема експоненціальна, дозволяють кількісно оцінювати комунікабельність мережі, визначаючи, наскільки ефективно інформація поширюється між її елементами. Такий підхід дає змогу враховувати як прями, так і опосередковані взаємодії, оцінюючи структурну цілісність та ефективність зв'язків у системі. Така кількісна оцінка має пряме практичне значення.

У роботі [1] підкреслено, що загальна комунікативність мережі виступає універсальним показником, який можна застосовувати як для порівняння різних мережевих проєктів, так і для вдосконалення вже існуючих мереж з метою досягнення заданих результатів. Це також доводить практичне значення матричних методів у оцінюванні та покращенні надійності цифрових мереж, адже вони дають змогу не лише аналізувати структуру системи, а й активно керувати нею.

Попередній аналіз матричних структур надає статичне уявлення про взаємозв'язки між елементами мережі. Проте, у реальному цифровому середовищі ці зв'язки постійно змінюються: інформація передається, користувачі взаємодіють, а алгоритми оновлюють свої параметри. Саме тому для кількісної оцінки динаміки змін та керування цими процесами доцільно доповнити інструментарій лінійної алгебри методами математичного аналізу.

Щоб розуміти, як зв'язки змінюються з часом використовують диференціальне числення – один із головних інструментів, що дозволяє описувати динаміку процесів у цифровому середовищі. Похідна показує, з якою швидкістю змінюється певний параметр системи, тому її застосовують для моделювання розвитку інформаційних потоків, алгоритмів або процесів навчання в штучному інтелекті.

Одним із ключових застосувань похідних є оптимізація – процес, що допомагає системі знаходити найкращі рішення серед багатьох можливих. Автори дослідження [2] визначили методи першого порядку, такі як градієнтний спуск (GD) та стохастичний градієнтний спуск (SGD) основними алгоритмами оптимізації для навчання нейронних мереж через їх простоту та ефективність. Властивість градієнтного спуску, де вектор частинних похідних показує напрямок найшвидшої зміни функції, а рух у протилежному напрямку дозволяє зменшити помилку, формує основу більшості сучасних алгоритмів машинного навчання. Саме завдяки цьому цифрові моделі можуть поступово вдосконалюватися, наближаючись до оптимального результату, що робить їх здатними ефективно вирішувати складні задачі прогнозування та моделювання взаємозв'язків у мережах. Розглядаючи розподілені системи, де багато обчислювальних вузлів працюють паралельно, можна зазначити, що кожен вузол має доступ до градієнта функції для незалежних зразків даних. Це дозволяє системам швидше обробляти великі обсяги інформації та спільно шукати найефективніші параметри, зберігаючи точність і стійкість.

Таким чином, диференціальне числення – це не просто набір математичних операцій, а чудовий інструмент для кількісного опису змін, розвитку й оптимізації у цифровому світі. У поєднанні з лінійною алгеброю такий інструмент забезпечує комплексне розуміння як структури, так і динаміки глобальних інформаційних систем.

Поєднання матричних і диференціальних методів дозволяє створювати комплексне математичне уявлення про цифрові системи. Матриці відображають їхню структуру та зв'язність, тоді як похідні описують динаміку змін і процес оптимізації. Разом ці підходи дають змогу моделювати як статичні, так і часові властивості мереж, роблячи їх аналіз точнішим, а функціонування – стабільнішим. Такий синтез є основою для розвитку адаптивних і стійких цифрових структур майбутнього.

Список використаних джерел:

1. M. Benzi & P. Boito. Matrix Functions in Network Analysis. *Linear Algebra and its Applications*. 2020. Vol. 593. P. 91–126. URL: https://ricerca.sns.it/retrieve/f706fe9a-54d9-49d8-b5895e8bc02d95d2/paper_Jan30.pdf#page34 (дата звернення: 05.11.2025)
2. Lei Yunwen, Rong Jin, Yiming Ying. Stability and Generalization Analysis of Gradient Methods for Shallow Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*. 2022. P. 1–14. <https://arxiv.org/pdf/2209.09298> (дата звернення: 05.11.2025).