

## **Побудова реалістичних соціальних графів на основі публічних сторінок соціальної мережі**

На сьогоднішній день у зв'язку з надзвичайно швидким розвитком сучасних технологій люди все частіше переносять свої особисті та робочі зв'язки у соціальні мережі. Це спрощує їх комунікацію, збільшує швидкість обміну повідомленнями, дає можливість розповсюджувати важливу інформацію, знаходити нових друзів по усьому світу, навчатися, дізнаватися більше про різноманітні культури. Для нових поколінь соціальні мережі сприймаються за належне, а деякі взагалі відмовилися від будь-якого особистого спілкування.

Звичайно, як і будь-яка технологія, соціальна мережа має багато переваг і недоліків, які зазвичай не є очевидними для пересічного користувача. Існує багато випадків коли терористичні організації використовують соціальні мережі як засіб розповсюдження своєї пропаганди, для пошуку нових членів організації, як засіб спонукання до вчинення терористичних актів, для координації власної діяльності. Також за допомогою соціальних мереж багато людей, самі того не усвідомлюючи, розповсюджують конфіденційну інформацію. Не варто забувати про неправдиві засоби масової інформації, які можуть використовувати соціальні мережі як засоби задоволення своїх корисливих цілей. Соціальні мережі в сучасному світі стають ключовими засобами просування нових продуктів та технологій, стаються критичними коли йде мова про вибори, референдуми або загальну думку великих популяцій.

Більшість людських проблем в соціальних мережах виникають через відсутність фундаментальних та критичних знань про них, та не розумінні базових принципів використання. Проте, використовуючи методи аналізу соціальних мереж на основі алгоритмічного підходу, ці проблеми можна явно виділити та запропонувати способи вирішення. Використання таких методів

може допомогти інформаційному протиборству, зрозуміти хто розповсюджує неправдиву інформацію, та хто використовує мережу неправомірно.

Для того, щоб застосувати методи аналізу соціальних мереж на першому кроці потрібно звести реальну соціальну мережу до її строго визначеної математичної моделі. Оскільки більшість розробників соціальних мереж, забороняють використання даних про їх користувачів, залишаючи лише базову інформацію, створюють проблему побудови моделі. В теорії для побудови соціального графу потрібно мінімальна кількість інформації, але чи буде така модель реалістичної, та чи буде дозволяти проводити дослідження.

## **1. Теоретичні основи**

### **1.1. Соціальні мережі**

Соціальна мережа – це соціальна структура як складається з соціальних акторів, та соціальних взаємодій між ними. Актори можуть бути представлені на індивідуальному або організаційному рівні. Дослідження соціальних мереж передбачає існування набору методів аналізу структури сутностей мереж, а також різноманітних теорій, що описують та пояснюють патерни, що спостерігаються в цих структурах. Дослідження цих структур використовує аналіз соціальної мережі для визначення локальних та глобальних моделей, визначення об'єктів впливу та вивчення динаміки мереж. Аналіз соціальних мереж застосовується в багатьох галузях науки, таких як: соціології, географії, інформатиці, статистиці та дослідженні графів [1].

В загальному випадку соціальна мережа – це теоретична конструкція яка дозволяє досліджувати відносини між індивідуумами, групами, організаціями або будь-якими соціальними одиницями. Соціальна мережа виникає при наявності між окремими її одиницями взаємодій, і тільки в випадку наявності цієї взаємодії можливо проводити ґрунтовне дослідження.

Особливості соціального графа характеризується такими метриками, як: метрики взаємин, метрики зв'язків та сегментації. Для вирішення завдань на

соціальному графі використовуються спеціальні моделі, за допомогою яких можна замінити «реальні» графи. За допомогою соціальних графів вирішують такі завдання, як: ідентифікація користувачів; соціальний пошук; генерація рекомендацій з вибору «друзів», медіа-контенту, новин, тощо; виявлення «реальних» зв'язків або збір відкритої інформації для моделювання графа. Обробка даних соціальних графів пов'язана з низкою проблем, як наприклад відмінності соціальних мереж, закритість соціальних даних [2].

Під соціальною мережею на якісному рівні розуміється соціальна структура, яка складається з множини агентів (суб'єктів – індивідуальних чи колективних, наприклад, індивідів, сімей, груп організацій) і визначеній на цій множині відношень (сукупності зв'язків між агентами, наприклад, знайомства, дружби, співпраці, комунікації). Формально соціальна мережа представляється як граф  $G(N, E)$ , в якому  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  – скінченна множина вершин (агентів) та  $E$  – множина ребер, що відображає взаємодію агентів.

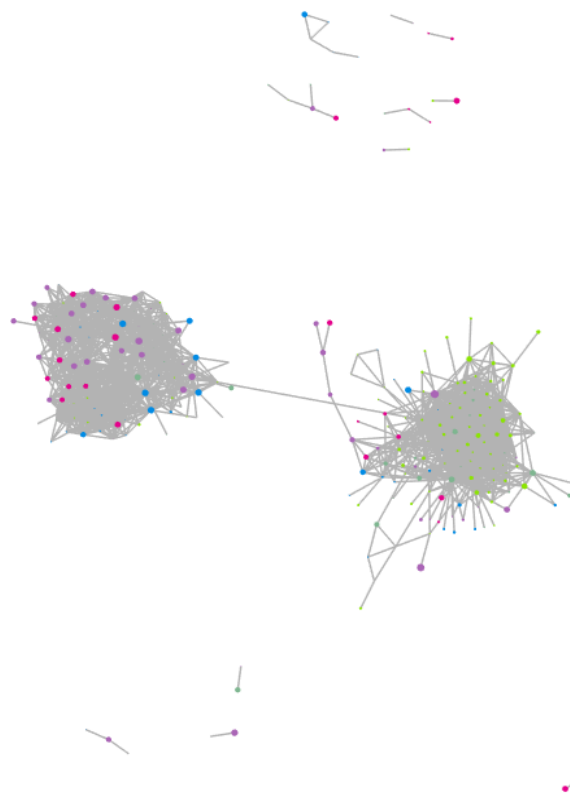


Рисунок 1.1 – Приклад соціального графу. Користувачі *facebook*.

Соціальні мережі сприяють, по-перше, організації соціальних комунікацій між людьми, і по-друге – реалізації базових соціальних потреб. Можна виділити два трактування, які перетинаються між собою, це соціальна структурп та її спецефічна Інтернет реалізація.

Техніка соціометрії (описання соціальних груп в термінах соціальних графів) була вперше запропонована в роботах Дж. Морено. Термін “соціальна мережа” був введений в 1954 році соціологом Дж. Барнсом, але масового розповюдження термін набува починаючи з 2000 року, в зв’язку з надзвичайно швидким розвитком Інтернет технологій.

В наш час, багато вчених підтримують думку про існування гострого дефіциту систематичного представлення методів та алгоритмів мережевого аналізу, які були б придатні для сучасних прикладних досліджень.

Можна виділити наступні переваги від користування соціальними мережами:

- отримання інформації (в тому числі знаходження ресурсів) від інших членів соціальної мережі;
- верифікація ідей через участь у взаємодіях в соціальній мережі;
- соціальна користь від контактів (співучасть, самоідентифікація, соціальна рівність, соціальне сприйняття та інші);
- рекреація (відпочинок, та проведення часу).

Вважається, що ключовими словами будь-якої соціальної мережі є: агент, думка агента, вплив та довіра, репутація [3].

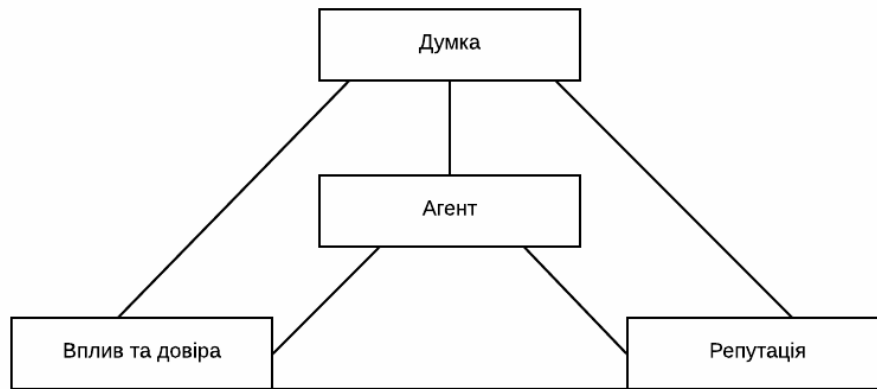


Рисунок 1.2 – Ключові слова соціальної мережі.

## 1.2. Підходи до аналізу соціальних мереж

Загалом, соціальні мережі є такими що самоорганізуються, в них глобально узгоджена картина виникає з локальної взаємодії елементів, які складають цю мережу. Такі патерни стають більш помітними коли розмір соціальної мережі збільшується.

Проте глобальний аналіз мережі, наприклад, про всі міжособистісні відносини у світі не є можливим, та містить таку велику кількість інформації, яка перестала бути інформативною. Практичні обмеження обчислювальної потужності, етики та відбору учасників також обмежують обсяг аналізу соціальної мережі. Нюанси малої мережі можуть бути втраченими при аналізі великої мережі, отже якість інформації може бути більш важливою, ніж її кількість для розуміння властивостей мережі. Тому, соціальні мережі аналізуються у масштабі, що відповідає необхідному для дослідника рівні. Існує три основні рівні аналізу соціальних мереж: мікро-рівень (*“Micro level”*), мезо-рівень (*“Mezo level”*) та макро-рівень (*“Macro level”*) [4].

Мікро-рівень, дослідження на цьому рівні зазвичай починається з індивідуума, або з невеликої групи людей в певному соціальному контексті. Мікро-рівень розкладається на більш узагальнені рівні:

1. Рівень двох агентів – це соціальні відносини між двома особами, їх мережеве дослідження зосереджується на власне структурі відносин. До

такого дослідження може входити аналіз мультиплексності, сили зв'язку, соціальної рівності та тенденцій до взаємності.

2. Рівень трьох агентів – це соціальні відносини між рівнем двох осіб та доданої третьої. На цьому рівні дослідження зосереджуються таких факторах як баланс і транзитивність а також соціальна рівність. У теорії балансу Ф. Хайдера цей рівень є ключовим елементом соціальної динаміки. Розбіжність у суперечливому трикутнику любові є прикладом незбалансованої цього рівня, яка може змінитись на збалансований рівень шляхом зміни однієї з відносин. Динаміка соціальної дружби у суспільстві була спроектована шляхом збалансування відносин трьох.
3. Рівень особистості агента – це найменша структурна одиниця аналізу в соціальній мережі. Дослідження проводиться на особистому рівні у відповідних соціальних обставинах. Дослідження цього рівня зосереджується на таких характеристиках мережі як розмір, сила зв'язку, щільність, центральність, важливість агента, роль ізольованих агентів. Такі дослідження найчастіше використовуються у сферах психології, аналізі етнографічного споріднення та інших генеалогічних досліджень взаємин між особами.
4. Рівень підмножини агентів – це соціальні відносини які розглядаються як узагальнення від множини всіх агентів. Такі дослідження починаються на мікро-рівні але можуть перейти на мезо-рівень аналізу. Дослідження цього рівня зосереджується на дистанції та доступності, виявленні груп які взаємодіють між собою та розділяють спільне зацікавлення, та дослідженні динаміки таких груп.

Мезо-рівень, дослідження на цьому рівні зазвичай починається з популяції, розмір яких знаходиться між розміром мікро- та макро-рівнів. Незважаючи на це мезо рівень часто застосовується для виявлення зв'язків між мікро- та макро-рівнями. Мезо-рівні мережі мають низьку щільність і можуть виявляти

причинні процеси, відмінні від міжособистісних мереж на мікро-рівні. Мезо-рівень розкладається на більш узагальнені рівні:

1. Рівень організацій - це соціальні групи, які розподіляють завдання між собою для колективної мети. Мережеве дослідження на цьому рівні може зосереджуватися на внутрішньо-організаційних та міжорганізаційних зв'язках у формальних або неформальних відносинах. Самі внутрішньо-організаційні мережі часто містять декілька рівнів аналізу, особливо у великих організаціях з великою кількістю філій, з наявністю франшизи або автономними підрозділами. У цих випадках дослідження часто проводяться на рівні робочої групи та організації, зосереджуючись на взаємодії між двома структурами. Існують способи оптимізації координації груп за допомогою різних підходів, включаючи додавання автономних агентів до груп.
2. Рівень випадково розподілених мереж. Випадкові експоненціальні моделі графів соціальних мереж набули популярності у 1980-х. Ця структура має здатність представляти соціально-структурні ефекти, які зазвичай спостерігаються у багатьох соціальних мережах, включаючи загальні ступені-структурні ефекти, що зазвичай спостерігаються в багатьох соціальних мережах людини, а також взаємність і транзитивність, а на рівні вузлів, гомофілії та атрибутів, що базуються на ефектах активності та популярності. Параметри даються з точки зору поширеності малих підграфних конфігурацій у мережі і можуть інтерпретуватися як опис комбінацій локальних соціальних процесів, з яких виникає певна мережа. Ці ймовірнісні моделі для мереж на заданому наборі акторів дозволяють вводити узагальнення, що дозволяють будувати графи мереж базуючись на основах соціальної поведінки.
3. Рівень безмасштабних мереж. Безмасштабна мережа – це мережа, в якій ступінь розподілу відповідає степеневому закону, принаймні

асимптотично. У теорії мереж безмасштабна ідеальна мережа - це випадкова мережа з розподілом ступенів, що розкриває розмір розподілу соціальних груп. Конкретні характеристики мереж, відрізняються залежно від теорій та аналітичних інструментів, які використовуються для їх створення, однак, загалом, безмасштабні мережі мають деякі загальні характеристики. Одна помітна характеристика в масштабованій мережі - це відносна спільність вершин з ступенем, що значно перевищує середній. Вузли вищої міри часто називають "центрами", і можуть служити конкретним цілям у своїх мережах, хоча це сильно залежить від соціального контексту. Ще однією загальною характеристикою мереж без масштабу є розподіл коефіцієнтів кластеризації, що зменшується при збільшенні ступеня вузла. Цей розподіл також слідує закону про владу.

Макро-рівень, замість того, щоб аналізувати міжособистісні взаємодії, аналіз на цьому рівні зазвичай бере до уваги результати взаємодій, таких як взаємодія між економічними та іншими ресурсами між великою кількістю населення. Макро-рівень розкладається на більш узагальнені рівні:

1. Рівень широкомасштабних мереж. Широкомасштабних мережа – це термін, який є дещо синонімом макро-рівня, що використовується, перш за все, у соціальних та поведінкових науках, в економіці. Спочатку цей термін широко використовувався в комп'ютерних науках.
2. Рівень складних мереж. Більшість таких мереж відображають особливості соціальної складності, що включає в себе нетривіальні особливості топології мереж, з моделями складних зв'язків між агентами які не є регулярними чи випадковими. Такі складні мережі включають розподілу ступенів, високий коефіцієнт кластеризації [5].



### 1.3. Властивості соціальних мереж

При моделюванні соціальних мереж, взаємного впливу їх членів, динаміки їх думок та висловлювань виникає необхідність визначення факторів (ефектів), які маю місце в реальних соціальних мережах.

В цілому, в реальних соціальних мережах можуть мати місце наступні факти та властивості, зумовлені як характеристиками і потребами агентів (тих що впливають, і піддаються впливу), характером їх взаємодій, так і властивостями самої соціальної мережі [3]:

1. Наявність в агентів власних ставлень та думок.
2. Зміна думки агента під впливом інших членів соціальної мережі.
3. Різна вага думок (впливу або довіри) одних агентів для інших.
4. Різний степінь піддавання агенту впливу (конформізм, стійкість думок).
5. Існування побічного впливу в ланцюгу соціальних контактів.
6. Існування лідерів думок (агентів з максимальним впливом на інших), формалізація індексів впливу.
7. Існування порогу чутливості до зміни думки оточуючих.
8. Локалізація груп (агентів зі схожою думкою).
9. Наявність специфічних соціальних норм.
10. Наявність факту соціальної кореляції.
11. Існування зовнішніх факторів впливу (реклама, маркетингові акції) і, відповідно, зовнішніх агентів (засобів масової інформації, виробників та продавців товарів).
12. Наявність стадій – характерних етапів динаміки зміни думок (наприклад, процесу дифузії інновацій).
13. Існування лавиноподібних ефектів або каскадів.
14. Вплив структурних особливостей соціальних мереж на динаміку думок.

Чим більше зв'язків у агента, тим з одного боку, у нього більше можливостей впливати через своє оточення на всю мережу, а з іншого

боку, він є більш уразливим до чужого впливу. Чим вища щільність зв'язків активних агентів-сусідів, тим більша ймовірність зміни думки зв'язаного з ним агента – ефект кластеризації. Малий діаметр соціальної мережі обумовлює існування короткого ланцюга розповсюдження думок в мережі.

15. Активність (цілеспрямована поведінка) агентів.
16. Можливість існування угруповань, коаліцій.
17. Неповна та/або асиметрична інформованість агентів, приймання ними рішень в умовах невизначеності.
18. Нетривіальна взаємна інформованість (рефлексія агентів).
19. Ігрова взаємодія агентів.
20. Оптимізація чинників інформаційного впливу.
21. Інформаційне керування в соціальних мережах.

Ці особливості мають велике практичне застосування у ситуації аналізу реальних соціальних мереж, коли потрібно аналізувати мережу враховуючи її структурні особливості.

#### 1.4. Метрики графів

В теорія графів, коефіцієнт кластеризації характеризує тенденцію до створення груп взаємозв'язаних вершин. Для кожного вузла коефіцієнт кластеризації показує, скільки найближчих сусідів даного вузла є також найближчими сусідами один для одного. Нехай з вузла виходить  $k$  зв'язків, які з'єднують його з  $k$  іншими вузлами, тобто найближчими сусідами. Якщо допустити, що всі найближчі сусіди зв'язані безпосереднього один з одним, то кількість зв'язків між ними була б таким числом яке відповідає максимальній кількості зв'язків, якими могли б з'єднатися найближчі сусіди обраної вершини:

$$\frac{k \cdot (k - 1)}{2} \quad (1.1)$$

Відношення реальної кількості зв'язків, які зв'язують найближчих сусідів певного вузла  $I$  до максимального можливого називається коефіцієнтом кластеризації вершини  $C_I$ , його значення не перевищує одиниці. Коефіцієнт кластеризації може визначатися як для окремої вибраної вершини, так і для всієї мережі:

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i, \quad (1.2)$$

де  $n$  – кількість вершин графа.

В соціальних мережах можна говорити про “структуру групи”, коли існує групи вузлів, які мають високу щільність зв'язків між собою, при тому, що щільність зв'язків між окремими групами доволі низька. Для більшості соціальних мереж наявність структури груп є ключовим фактором. Традиційним методом виявлення структури груп – це кластерний аналіз [7].

*Betweenness centrality (Центральність за посередництвом)* – висловлює, скільки найкоротших шляхів між усіма вершинами мережі проходить через певний вузол. Ця метрика – це своєрідна міра контролю. Якщо у будь-якої вершини високий показник центральності за посередництвом, можна припустити, що він - єдиний зв'язок між різними частинами мережі. Центральність за посередництвом характеризує наскільки важливу роль певна вершина має на шляху між іншими [8].

*Щільність графу* – це відношення числа існуючих ребер графу до максимально можливого числа ребер даного графу. Щільність – дуже розповсюджена метрика, вона використовується в першу чергу при порівнянні графів одного розміру, чи при порівнянні графа з самим собою в різні періоди часу [9]. Обраховується за формулою:

$$D = \frac{\text{Кількість існуючих зв'язків}}{\text{Кількість максимально можливих зв'язків}} \quad (1.3)$$

Метрика швидкості передачі інформації. Як довго буде відбуватися передача інформації від даної вершини до інших зв'язаних вузлів. Інверсія суми найкоротших відстаней між кожним вузлом і кожним іншим вузлом в мережі.

Близькість показує, наскільки просто одній вершині зв'язатися з іншим вершинами. Чим менше вершин-посередників між поточною вершиною і іншою вершиною, тим нижче показник близькості і вище ступінь близькості. Якщо вершина центральна, то вона може швидко взаємодіяти з іншими вершинами.

Вершина як з'єднує окремі частини мережі називається мостом. Видалення моста розриває структуру і призводить до зростання окремих вершин. Пошук мостів допомагає в розумінні найбільш важливих відносин і незалежних груп.

В теорії графів та мереж, степінь вершини це значення кількості зв'язків які ця вершина має то інших вершин. В свою чергу *розподіл степенів* – це ймовірносний розподіл цих степенів на всій мережі.

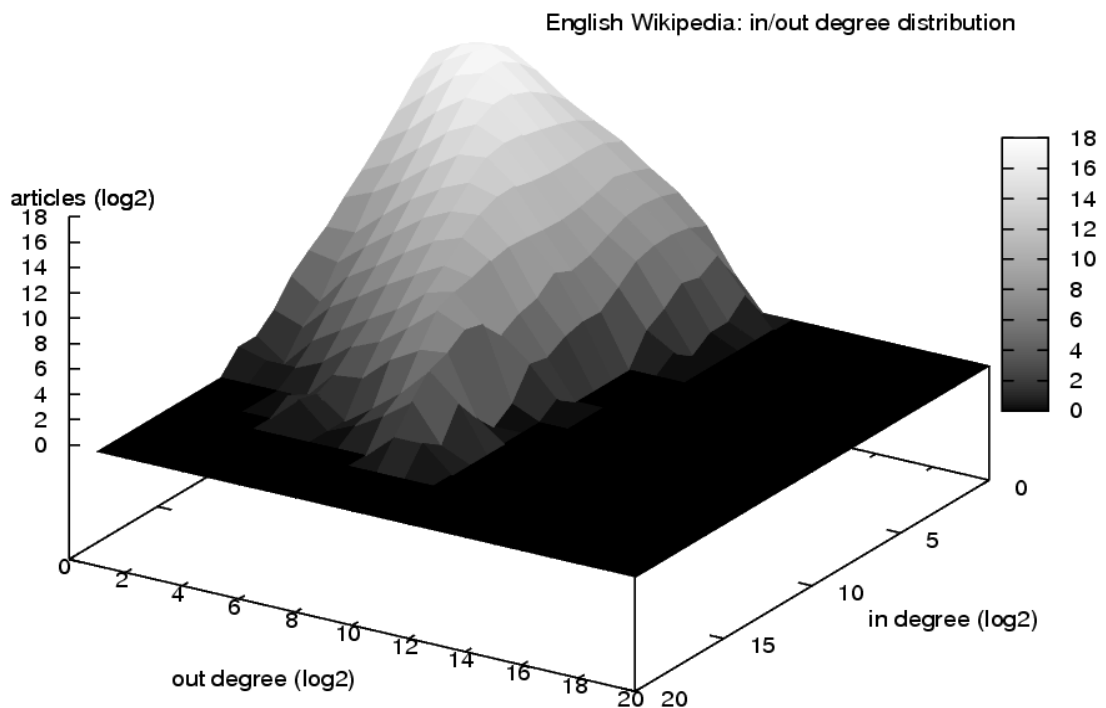


Рисунок 1.3 – Розполі мережі гіперпосилань порталу *Wikipedia* [10].

## 2. Соціальна мережа *facebook.com*

### 2.1. Структура соціальної мережі

*Facebook.com* – найбільша в світі соціальна мережа, що почала працювати з 2004 року як мережа для студентів деяких американських університетів, її засновником є Марк Цукерберг.

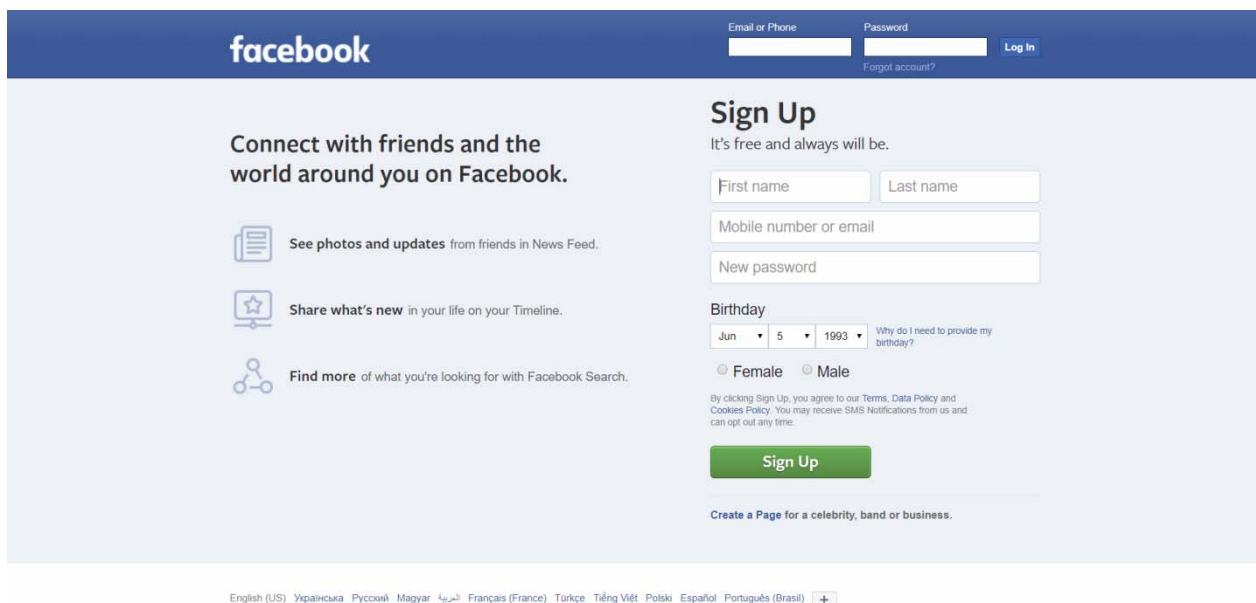


Рисунок 2.1 – Інтерфейс соціальної мережі *facebook.com*.

Користування соціальною мережею є безкоштовним, і дозволене практично усім людям. Лише деякі країни в світі обмежують доступ до соціальної мережі на законодавчому рівні, проте навіть у такій ситуації люди можуть використовувати *VPN* сервіси для уникнення таких обмежень.

Кожен користувач може використовувати наступні засоби мережі:

1. Реєструвати особистий профіль який може бути як публічного так і приватного доступу,
2. Реєструвати лише публічну сторінку для компанії, продукту або блогу.
3. Персональні профілі та публічні сторінки можуть комунікувати між собою та проявляти соціальну активність за допомогою наступних

функцій соціальної мережі: повідомлень, публікацій, коментарів на публікацій, поширення публікацій, висловлення емоцій (вподобання, висловлення емоцій, згадування про користувачів).

4. Користувачі можуть створювати приватні діалоги, в яких можуть бути запрошені будь-які інші користувачі.
5. Користувачі можуть ставати друзями та послідовниками інших.

На 2018 рік *facebook.com* налічувала більше ніж два мільярди користувачів по усьому світу. Виходячи з цього, виникає розуміння принципу отримання коштів в цій соціальній мережі. Соціальна мережа отримує кошти від реалізації та поширенні інформації у вигляді реклами або інших сторонніх додатків. Ця інформація не завжди є об'єктивною чи коректною, дуже часто навіть розробники соціальної мережі

Тому розуміти і вміти аналізувати соціальну мережу *facebook.com* може принести велику користь в контексті інформаційного протиборства.

## **2.2. Проблема побудови соціального графу**

На першому кроці аналізу соціально мережі потрібно побудувати математичну модель соціального графу, який описуватиме власне мережу. В теорії це не має складати жодних проблем, оскільки легко виділити окремих користувачів соціальної мережі, легко зрозуміти і перевірити хто є чийм другом, і на основі цих даних побудувати граф в основі якого будуть користувачі а зв'язками між ними буде дружба в соціальній мережі. Але на практиці на цьому етапі виникає дуже багато проблем.

*Facebook.com* дозволяє взаємодіяти з соціальної мережею лише через структурований програмний *API*, який має обмежений функціонал. Відповідно до політики приватності *facebook.com* програмно не можна отримати:

1. Особисту інформацію про користувача.
2. Інформацію про його коло спілкування.

3. Інформацію про його друзів та послідовників.
4. Інформацію про його активність.
5. Інформацію про його інтереси.

Виходячи з таких заборон виникає проблема побудови соціального графу. Не можливо конструктивно встановити зв'язки між користувачами. І ця проблема залишається невирішеною і в сучасній літературі.

### **2.3. Побудова соціального графу на основі аудиторій**

Розглянемо реальну ситуацію. У відповідності до відсутності достатньої кількості даних виникає необхідність використовувати інші підходи.

Оскільки ми отримати дані про користувачів ми не можемо, тому соціальний граф буде складатися лише з публічних сторінок. Кожна публічна сторінка має можливість публікувати інформацію. Кожна публікація може бути прокоментована, кожен наступний коментар також може бути прокоментованим і т.д. До 2018 року *facebook API* давало можливість програмно отримувати дані про тих хто прокоментував публікацію у вигляді певного хешованого значення. Це означає що ми можемо побачити хто прокоментував але ми не знаємо його реальної особистості. Тобто, якщо користувач прокоментував дві різні публікації, ми можемо отримати цю інформацію, але не знаючи про його справжню особистість.

На основі таких даних можна знайти перетин аудиторії двох різних публікацій. Якщо перевірити перетин аудиторій для усіх публікацій, отримуємо множину схожості аудиторій в межах соціальної мережі. Використовуючи ці дані, можна зробити ранжування відносин між публічними сторінками. Такий підхід базується на використанні *data fusion* підходу.

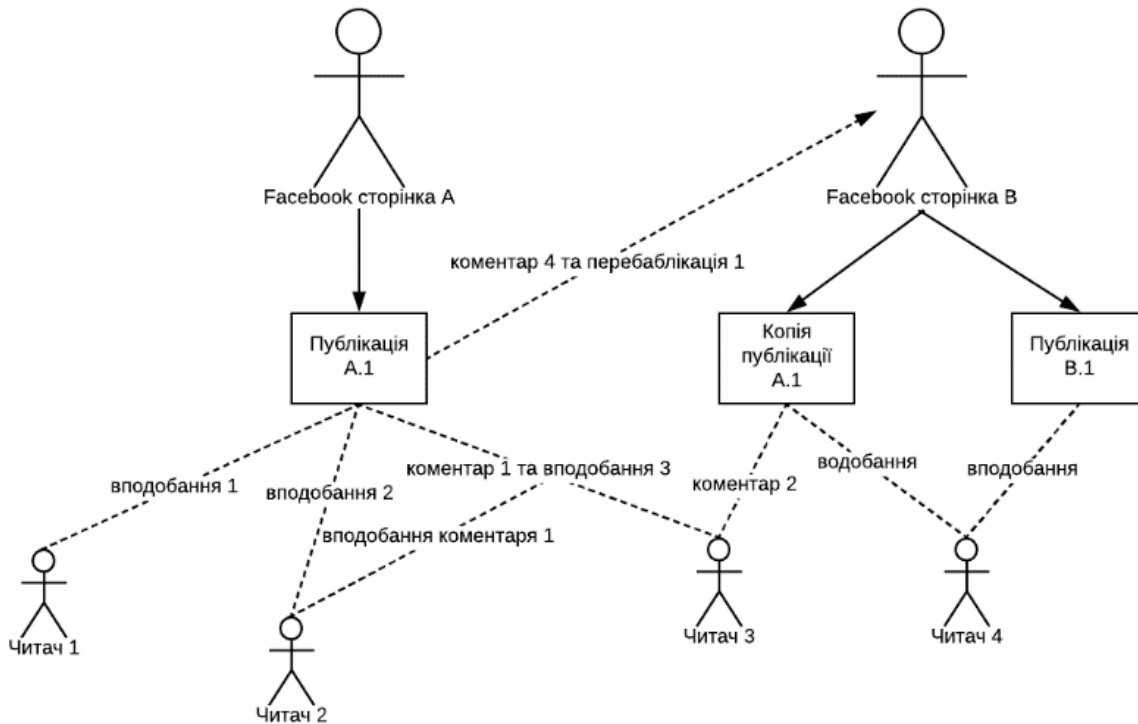


Рисунок 2.2 – Структура спілкування *facebook.com*.

## 2.4. Покращена побудова соціального графу на основі аудиторій

Попередній підхід можна було використовувати лише до 2018 року, оскільки після нещодавнього скандалу про незаконне використання даних соціальної мережі *facebook.com* компанією *Cambridge Analytica* відбулися значні зміни в *API*, це проявилось в тому факті, що тепер соціальна мережа не надає інформацію про людей, які мають інтеракцію з публікаціями. А тому використання попереднього підходу стає неможливим. Виникає необхідність відновити особистість людини яка залишила свій коментар. Для цього можна використати наступний підхід.

Нехай у нас є база даних з інформацією про усі публікації усіх користувачів з усіма коментарями.

Розглянемо створення зв'язків у три кроки:



1. Порівнюємо усі слова коментарів на семантичну схожість слів, і введемо метрику яка показуватиме, наскільки схожі два різні коментарі.
2. Порівнюємо усі коментарі на наявність включених в них гіперпосилань з однаковим доменним ім'ям на внутрішні чи зовнішні ресурси.
3. Порівнюємо усі коментарі на наявність посилань на абсолютно той самий домен. Це включає в себе необхідні перетворення всіх скорочених посилань до їх кінцевого вигляду.

Кожна з цих метрик дає інформацію про схожість коментарів між собою. Доцільно сказати що кожна з цих метрик має різну вагу при складанні схожості коментарів. Значення кожного коефіцієнту визначається під час проведення процесу калібрації параметрів.

Після того як схожість усіх коментарів була визначена, можливо повернутися до попереднього методу, ми не знаємо хто прокоментував публікацію, але ми знаємо наскільки ці люди схожі між собою, тому можливе проведення процесу порівняння аудиторії двох сторінок на основі коментарів їх публікацій, після чого можна однозначно визначити зв'язки на соціальному графі, і після цього проводити необхідний мережевий аналіз.

Такий підхід дозволяє зберігати структуру соціального графу на високому рівні, тобто в мережі повинна бути певна кількість зв'язків, але не є принциповим дотримання строгої топології зв'язків між окремим вершинами.

## **2.5. Калібрування методів побудови**

Маючи історичні дані про вже існуючі соціальні графи, можна провести порівняння новостворених соціальних графів між старими. Це необхідно зробити для встановлення правильних коефіцієнтів метрик. Цей процес можна виконати за допомогою метрик графів які були описані в теоретичній частині. Для калібрування потрібно провести багато операцій порівнянь двох графів на основі метрик. Цей процес треба повторювати доти, поки комбінація значень

метрик для графу архівних даних не буде схожою на значення метрик поточного графу. Після проведення калібрації отримуємо структуровані соціальні графи, на яких можна проводити подальший аналіз.

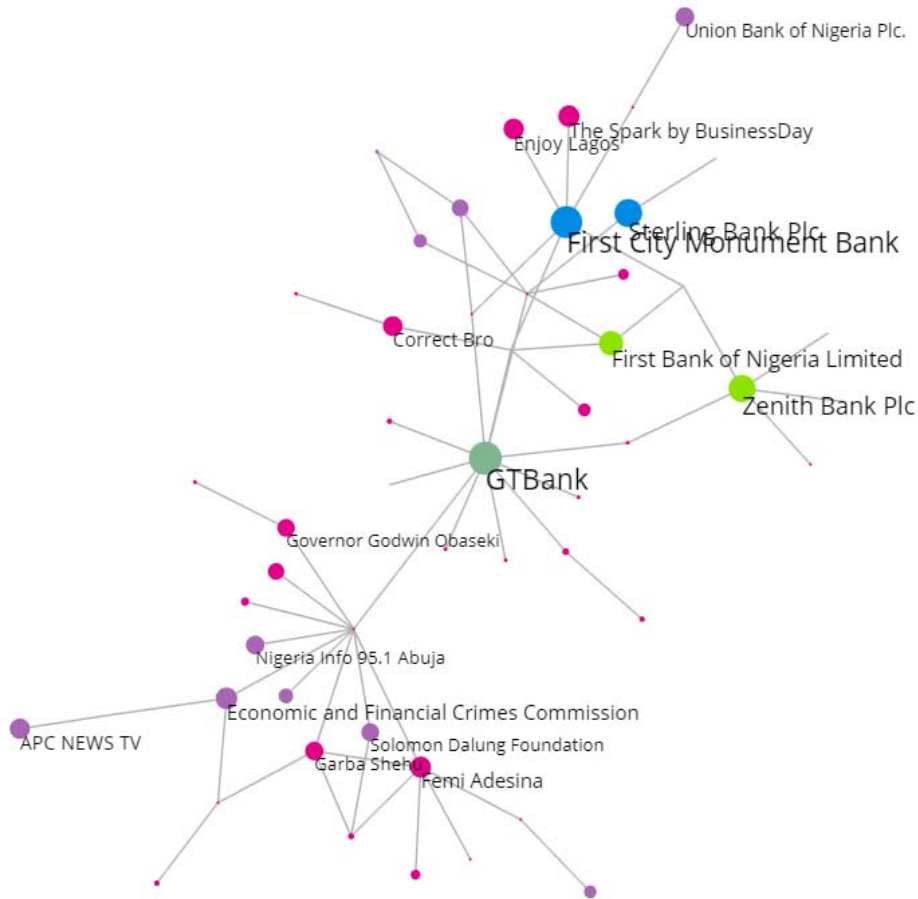


Рисунок 2.3 –Приклад побудованої мережі.



## Резюме

У даному матеріалі досліджено процес перенесення соціальної мережі на її математичну модель у вигляді соціального графу та проблеми, які при цьому виникають. Для розв'язання проблеми відсутності достатньої кількості вхідних даних для побудови зв'язків на соціальному графі пропонується алгоритмічний підхід, який базується на аналізі взаємодії та спілкування користувачів в соціальній мережі *facebook.com*.

Для проведення відповідного аналізу викладено базові принципи функціонування соціальних мереж та сучасні підходи до побудови соціальних графів. Для побудови соціального графу обрано соціальну мережу *facebook* як найбільшу в світі і таку, у якій зібрано велику кількість інформації. В результаті повної верифікації методики з урахуванням коректності проведеного аналізу в мережі *facebook* можна говорити про можливість розв'язання різних задач інформаційного поширення та протиборства.

Для перевірки коректності роботи алгоритму проведено серію практичних експериментів, результат яких підтверджує ефективність роботи алгоритму та дає можливість застосувати його для впровадження.

## Список літератури

1. Wasserman, Stanley; Faust, Katherine (1994). "Social Network Analysis in the Social and Behavioral Sciences". *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press. pp. 1–27. ISBN 9780521387071.
2. Scott, John P. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook* (2nd edition). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
3. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. – 228 с.
4. Kadushin, C. (2012). *Understanding social networks: Theories, concepts, and findings*. Oxford: Oxford University Press.
5. Barabási, Albert-László (2003). *Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. New York: Plum.
6. M. E. J. Newman, S. H. Strogatz, and D. J. Watts, Random graphs with arbitrary degree distributions and their applications. *PHYSICAL REVIEW E*, VOLUME 64, 026118
7. D. J. Watts and Steven Strogatz (June 1998). "Collective dynamics of 'small-world' networks". *Nature*. 393 (6684). Bibcode: 1998 Natur.393..440W. doi: 10.1038 / 30918. PMID 9623998.
8. Brandes, Ulrik (2001). "A faster algorithm for intermediate centrality" (PDF). *Journal of Mathematical Sociology*. 25 (2).
9. Gockel, C., & Werth, L. (2010). Measuring and modeling shared leadership: Traditional approaches and new ideas. *Journal of Personnel Psychology*, 9(4), 172-180.
10. Degree distribution [Електронний ресурс] // Wikipedia – Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Degree\\_distribution](https://en.wikipedia.org/wiki/Degree_distribution).