УДК 004.725

М. В. НАЗАРУК, В. В. ПАСІЧНИК

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ПРОФІЛЬНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Анотація. Проаналізовано процеси моделювання соціальних мереж в контексті розвитку сфери освіти крупного міста. Запропонована формальна модель соціальної освітньої мережі міста (COMM), як проблемно-орієнтованої складної мережі крупного соціополісу. З використанням апарату теорії складних мереж подано множину основних параметрів та інформаційних характеристик відповідної моделі COMM.

Ключові слова: соціальна мережа, мережевий граф, агенти.

Аннотация. Проанализированы процессы моделирования социальных сетей в контексте развития сферы образования крупного города. Предложенная формальная модель социальной образовательной сети города (COMM), как проблемно-ориентированной сложной сети крупного социополиса. С использованием аппарата теории сложных сетей подано множество основных параметров и информационных характеристик соответствующей модели COMM.

Ключевые слова: социальная сеть, сетевой граф, агенты.

Abstract. The processes of modeling of social networks in the context of education large cities were analyzed. A formal model of social education network of the city (SENC) as a large sociopolis was offered. Using the theory of complex networks the set of basic parameters and informational characteristics of a corresponding model (SENC) was given.

Keywords: social network, network graph, agents.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Сучасний етап розвитку світової цивілізації диктує та обумовлює процеси формування інформаційного суспільства, що передбачає широке проникнення інформаційно-технологічних механізмів та інформаційних систем у повсякденне життя соціуму, зумовлюючи активне використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в усіх сферах соціального буття. Закономірним наслідком, означених вище явищ, є інформатизація освітніх процесів, яка передбачає використання комп'ютерних та телекомунікаційних технологічних розроблень, інфокомунікаційних соціальних сервісів; пришвидшення процесу здобуття нових і закріплення раніше набутих знань, процесів обміну інформацією; просторове наближення та соціопсихологічна адаптація інформативних та пізнавальних освітніх матеріалів до кінцевого споживача, який використовує їх для власного самонавчання та професійного становлення в процесі неперервного навчання впродовж життя.

Сучасні соціальні комп'ютерні мережі є одним з найбільш універсальних інструментів комунікування і популярним інформаційно-технологічним сервісом, який сьогодні утримує активну увагу значної частини масової Інтернет-аудиторії. В сфері освіти цей інформаційний феномен сприяє формуванню та розвитку технологій електронного навчання, пропонуючи нові інноваційні, організаційні та методичні рішення. Водночас використання в реальних освітніх процесах популярних нині соціальних мереж, таких як «ВКонтакті», Facebook, Twitter та ін. не є масовим через відсутність інструментарію, профільно розробленого та адаптованого до навчальних цілей, обмеженість швидкостей доступу в мережах до Інтернет ресурсів з навчальних аудиторій, перенасиченість цієї категорії мереж розважальним контентом.

Це в свою чергу обумовлює необхідність розроблення моделі соціальної освітньої мережі міста (COMM), що уможливить проведення комплексного системного дослідження соціально-освітніх зв'язків, які притаманні таким освітнім структурам, як: дитячі садки, школи, технікуми, коледжі, університети – з однієї сторони та бізнесом і суспільною громадою міста – з іншої, з метою реалізації виваженої спільної освітньої, наукової та культурної діяльності, встановлення найхарактерніших закономірностей поширення потоків інформації в соціумі та подання їх опису у термінах теорії складних мереж.

Аналіз сучасних досліджень та публікацій

Використання феномену соціальних комп'ютерних мереж, як одного з варіантів реалізації освітнього соціокомунікаційного середовища складної системи взаємодії учасників навчального процесу, цікавить сьогодні багатьох дослідників. Зокрема у [1, 2] аналізується досвід використання соціальних мереж в освітніх цілях, розглядаються перспективи розвитку технологій та систем електронного навчання. Пропонується широкий спектр різноманітних математичних моделей поширення інформації між учасниками соціальних мереж: моделі з порогами [3], моделі незалежних каскадів [4], моделі на основі ланцюгів Маркова, моделі Ізінга [3] і т. ін.

Відомо, що соціальна мережа може бути подана як граф з скінченною множиною вершин (агентів моделі, з'єднаних ребрами, які відображають взаємодію агентів) [5, 6].

З використанням графових формалізмів можливе моделювання і таких нетривіальних та дещо, на перший погляд, некласичних, а саме квантових і квантоподібних (КП) властивостей соціальних мереж.

Причому КП властивості соцмереж мають два профілюючих джерела – топологія власне мережі [7, 8] та КП властивості психіки та поведінкової психології людей, що взаємодіють в середовищі цієї мережі.

В роботі [9] розглянуто клас оптимізаційних задач управління соціальними мережами та подані методи їх вирішення. Запропоновані відповідні математичні моделі, означені їх особливості та сфери їх практичного застосування.

В деяких роботах виділяються класи моделей інформаційного впливу, управління і протиборства [7], однак, ряд властивостей соціальних мереж ще потребує дослідження та розроблення адекватних підходів та формалізмів їх коректного моделювання [8].

Мета даної статті – проаналізувати множину загальних параметрів моделі соціальної освітньої мережі міста (СОММ) з використанням апарату теорії складних мереж.

Основний матеріал

У зв’язку з поширеним різночитанням та трактуванням поняття освітнє середовище подамо сутнісну структуру цього терміну, використовуючи термінологічні статті популярного інформаційного ресурсу, яким є Wikipedia – (http://www.wikipedia.org/).

Освітнє середовище – сукупність об’єктивних зовнішніх умов, факторів, соціальних об’єктів, необхідних для успішного функціонування галузі освіти. Це система впливів (педагогічних, виховних, освітніх, професійних, економічних, соціокультурних) і умов формування особистості, а також можливостей її розвитку, які містяться в соціальному і просторово-предметному оточенні.

Освітнє середовище міста ми визначаємо як багатогранне та поліфункціональне утворення, що існує й розвивається в реальному часі й територіальному просторі, підлягає коригуванню, управлінню, координації й через який здійснюється педагогічний вплив зовнішніх об’єктивних і суб’єктивних факторів на суб’єкти навчального процесу.

Міська освітня мережа – це об’єднання локальних комп’ютерних мереж та інформаційних ресурсів освітніх установ всіх видів і рівнів освіти міста в єдину інформаційно-комунікаційну проблемно-орієнтовано складну мережу, яка активно взаємодіє із зовнішніми глобальними мережами та їх ресурсами.

Соціальна мережа – соціальна структура, утворена індивідами або організаціями, яка відображає різноманітні зв'язки між ними через різнорівневі соціальні взаємовідносини.

Модель предметної області

Якісно під соціальною мережею розумітимемо соціальну структуру, яка складається з множини агентів (суб’єктів – індивідуальних чи колективних) і визначеної на ній множини відношень (сукупності зв’язків між агентами, наприклад дружба, співпраця, комунікація і т.п.).

Формально модель соціальної освітньої мережі міста подамо кортежем, який містить чотири елементи:

$$M = \langle A, V, R, F \rangle,$$

де $A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ – множина суб’єктів (агентів) соціальної освітньої мережі міста. В ролі агентів СОММ виступатимуть вихованці, учні, студенти та інші особи, які навчаються, а також науково-педагогічні працівники, батьки та представники підприємств, установ, кооперативних, громадських організацій крупного міста, які беруть участь у навчально-виховній роботі.

$V = \{v_1, v_2, ..., v_m\}$ – множина властивостей агентів, тобто особисті дані, національні особливості, вік, рівень освіти, інтереси, соціальний статус та ін.

$R = \{r_1, r_2, ..., r_k\}$ – множина відношень між агентами, наприклад, дружба, співпраця, комунікація, навчання та інші форми взаємодії, які притаманні суб’єктам освітньої мережі міста.

$F = \{f_1, f_2, ..., f_v\}$ – множина дій, які допускаються з агентами через зміну їх властивостей і відношень між ними.

Характеристика параметрів моделі СОММ

Освітня мережа крупного міста має просторово-предметні умови, систему міжособистісних відношень між суб’єктами навчально-виховного процесу та простір різноманітних видів діяльності, необхідних для соціалізації осіб, що навчаються у відповідності з віковими та індивідуальними соціокультурними особливостями розвитку. В контексті крупного міста як складного соціополісу зазвичай вона складається із навчальних закладів, наукових, науково-методичних і методичних установ,

науково-виробничих підприємств, державних і місцевих органів управління освітою та самоврядування в галузі освіти, тобто має властивості ієрархічної структури.

Таким чином, соціальну освітню мережу міста (СОММ) представимо у вигляді мережевого графа $G=\left(A,R\right)$ (рис.1.), де A – не порожня скінченна множина вузлів (агентів), R – множина невпорядкованих пар різних елементів з A, які називатимемо ребрами (відношеннями між агентами) мережі.

Порядком мережі називатимемо загальну кількість її вузлів n, $n\in A$, розміром мережі – число її відношень m, $m\in R$.

Структурні властивості мережі виражатимемо за допомогою матриці суміжності – булевої матриці A, розмірності $n\times n$ з елементами a_{ij} $\left(i,j=1,...,n\right)$, де $a_{ij}=1$, якщо вузли i та j з'єднанні між собою (дві вершини з'єднані, якщо відповідні люди знайомі, чи дружать між собою, навчаються в одному закладі, перебувають у шлюбі, пов'язані діловими контактами тощо), в протилежному випадку $a_{ij}=0$ [10].

Кожен вузол характеризується ступенем, тобто кількістю зв'язків, які входять в нього, таким чином ступінь вузла i визначається:

$$d_i=\sum_j a_{ij}\ .$$

Для прикладу, ступінь вузла в СОММ показуватиме рівень комунікабельності особи, тобто кількість її соціальних контактів.

На рис. 1. множина вершин A графу G включає n підмножин – блоків (рівнів) $A_i\subset A$ $\left(i=1,...,n\right)$, які відповідають структурним освітянським підрозділам різних рівнів (дошкільна освіта, загальна середня, професійно-технічна, вища та ін.). В межах кожного блоку містяться вузли (агенти) a_{ij}.

Множина ребер R графу G являє собою набір пар вузлів не лише в межах одного рівня, а і має такі пари вузлів, як $r_{jl}^{i}=\left\{a_{j_i},a_{l_{i+1}}\right\}$. Ребро графу $r_{jl}^{i}\in R$, таким чином з'єднує j-тий вузол рівня A_i з l-тим вузлом рівня A_{i+1}.

Відзначимо, що у межах кожного блоку агенти об'єднані за спільними властивостями (наприклад, вік, рівень освіти, навчання в одному закладі), тобто утворюють, так звані, кліки (clique) V_{a_i}, $i=1,...,n$ – підграфи чи класи, для яких зв'язки між вузлами всередині є міцніші та чисельніші, ніж між вузлами інших підграфів. Таким чином, наша соціальна освітня мережа матиме властивості ассортативного змішування.

Тенденцію до утворення груп взаємозв'язаних вершин (кліків) характеризуватиме коефіцієнт кластерності – ймовірність того, що два найближчих сусіди деякого вузла самі є найближчими сусідами [10]. Іншими словами, якщо вузол j має q_i найближчих сусідів з числом t_j зв'язків між ними, то локальний коефіцієнт кластерності рівний:

$$C_j\left(q_j\right)=\frac{t_j}{q_j\left(q_j-1\right)/2}.$$

На рис. 1. a_{k_i} $(i=1,...,m)$ – керуючі агенти, вузли з великою кількістю зв'язків (хаби), які визначатимуть поведінку мережі.

Шлях між вершинами визначатимемо кількістю кроків, які необхідно здійснити, щоб дістатися вздовж існуючих ребер від однієї вершини до іншої. Природно, вершини можуть бути з'єднані прямо або опосередковано. Для всієї мережі можна ввести поняття середнього шляху:

$$l = \frac{2}{n(n+1)} \sum_{i \geq j} s_{ij},$$

де n – кількість вузлів, s_{ij} – найкоротша відстань між вузлами i та j.

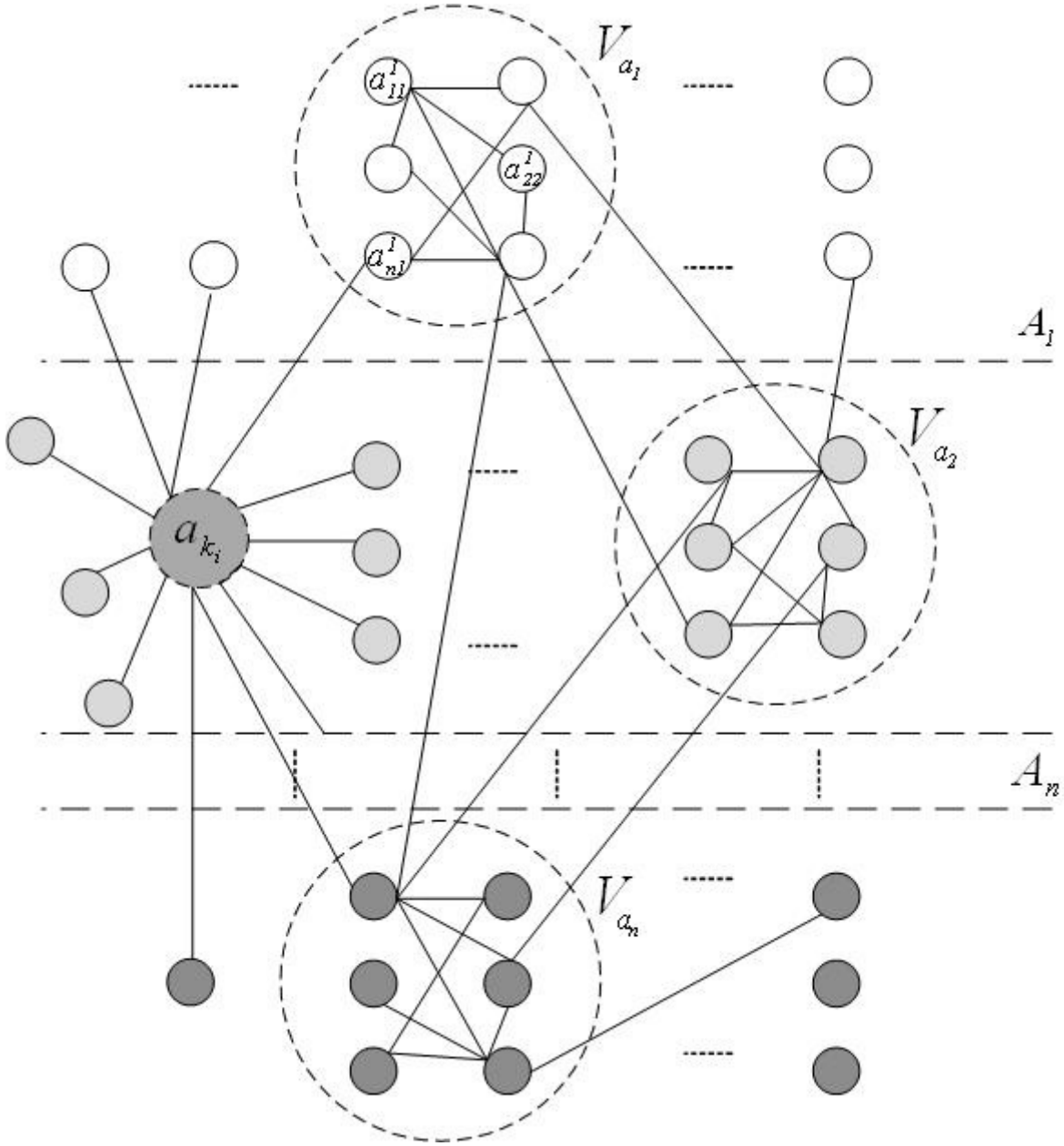

Рисунок 1 – Взаємодія агентів в моделі COMM

Кількість найкоротших шляхів, що проходять через вершину показуватиме такий параметр, як посередництво [10]. Вузли з найбільшим посередництвом відіграватимуть головну роль у встановленні зв’язків між іншими вузлами в мережі. Посередництво b_m вузла m визначається за формулою:

$$b_m = \sum_{i \neq j} \frac{B(i,m,j)}{B(i,j)},$$

тут $B(i,j)$ – загальна кількість найкоротших шляхів між вузлами i та j, $B(i,m,j)$ – кількість найкоротших шляхів між вузлами i та j, що проходять через вершину m.

Користувачі мережі тісно взаємодіятимуть між собою, тому можна виділити ряд факторів, які будуть впливати на поведінку агентів, їх активність, вибір того чи іншого навчального контенту (рис.2.).

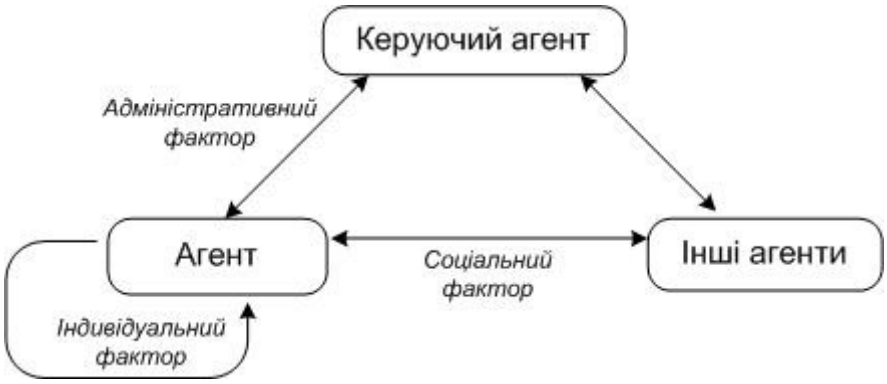

Рисунок 2 – Фактори, що впливатимуть на поведінку агентів в освітній соціальній мережі

Індивідуальний фактор – це власні переконання та інтереси агента без зовнішнього впливу; під соціальним фактором позначимо взаємозв'язок з іншими агентами освітньої мережі; адміністративний фактор – це вплив з боку керуючого агента a_k [3].

Оскільки агенти в мережі впливають один на одного, то степінь впливу задамо матрицею $B = \|b_{ji}\|$ розмірності $n \times n$, де $b_{ji} \geq 0$ – рівень довіри j-го агента i-му.

Відзначимо, що мережева взаємодія в моделі соціальної освітньої мережі міста може бути представлена, як поєднання чотирьох компонентів: простір (S), час (T), інформація (I), енергія (E):

$$N = S \cup T \cup I \cup E$$

В нашому випадку, простір представляє собою сукупність умов, а саме: інформаційно-комунікаційних, навчально-методичних, психологічних, соціальних та ін., що визначають рівень взаємодії осіб (агентів) в СОММ, багатоманітність їх внутрішніх і зовнішніх зв'язків.

Час – покажчик динаміки росту мережевої взаємодії користувачів СОММ.

Інформація (навчального, особистого, суспільного, професійного та ін. характеру), яка поширюється між особами в СОММ визначає зміст мережевої взаємодії.

Енергія представляє різні форми, способи існування і життєдіяльності соціальної освітньої мережі міста.

Висновки

Розроблення моделі соціальної освітньої мережі міста (СОММ) дозволяє формувати повні і адекватні описи та подання інтеграційних процесів в системі навчальних закладів різних видів і рівнів освітньої галузі міста та єдиного загального освітнього простору, в якому будуть реалізовані гармонійні організаційно-управлінські механізми діяльності муніципальної системи освіти, запроваджуватимуться технології сучасних методів і форм навчання, забезпечуватиметься функціонування розгорнутих експериментальних майданчиків з різних інноваційних напрямків у сфері освіти, буде організована ефективна взаємодія з соціальною сферою: закладами культури, охорони здоров'я, спорту, дозвілля, батьківськими спільнотами і т. п.

Авторами було проаналізовано специфіку побудови моделі освітньої мережі міста, описано множину загальних параметрів та інформаційних характеристик моделі СОММ з використанням апарату теорії складних систем. Запропоновано подавати мережеву взаємодію в моделі соціальної освітньої мережі міста як поєднання чотирьох базових компонентів, а саме: простору, часу, інформації та енергії.

Подальші дослідження спрямовані на детальне розроблення комплексної математичної моделі освітньої мережі міста та її формальний опис з метою імітації і коректного прогнозування поведінки такого роду мереж при зміні їх структурних властивостей. Дослідження, базуючись на фізичних

аналогіях, процесів росту мереж та мережевого поширення інформаційних потоків в соціумі, зокрема з використанням таких аналогій щодо явищ дифузії, масопереносу та ін.

Список використаної літератури

1) Фещенко А. В. Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития / А. В. Фещенко // Сборник статей «Гуманитарная информатика». – 2011. – Вып. 6. – С. 124-134.

2) Клименко О. А. Социальные сети как средство обучения и взаимодействия участников образовательного процесса / О. А. Клименко // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. заоч. науч. конф. февраль 2012 г., Санкт-Петербург. – СПб.: Реноме, 2012. – С. 405-407.

3) Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М.: Физматлит, 2010. – 228 с.

4) Rolfe M. Social Networks and Threshold Models of Collective Behavior / M. Rolfe. – Chicago: University of Chicago, 2004.

5) Karimi F. Threshold Model of Cascades in Temporal Networks / F. Karimi, P.Holme – 2012. – ArXiv: 1207.1206vl.

6) Santoro N. et al. Time-Varying Graphs and Social Network Analysis: Temporal Indicators and Metrics / Santoro N.et al – 2011. – ArXiv: 1102.0629.

7) Perseguers S. Quantum Random Networks / S. Perseguers, M. Lewenstein, A. Acín, J. Cirac // Nature Physics, 2010 – DOI 10.1038 / NPHYS1665.

8) Takaguchi T. et al. Importance of Individual Events in Temporal Networks / T. Takaguchi – 2012. – ArXiv: 1205.4808v1.

9) Зуев А. С. Модели управления мнениями агентов в социальных сетях / А. С. Зуев, Д.Н. Федянин // Проблемы управления. – 2011. – № 2.– С. 37-45.

10) Евин И.А. Введение с теорию сложных сетей / И.А. Евин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Том 2. – С. 121-141.

Стаття надійшла: 22.11.13.

Відомості про авторів

Назарук Марія Володимирівна – аспірант, Національний університет «Львівська політехніка».
Пасічник Володимир Володимирович – д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка».