

Бомба А. Я.¹, Назарук М. В.², Кунанець Н. Е.³, Пасічник В. В.⁴¹Д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету, Рівне, Україна²Аспірант кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна³Д-р соц. ком., старший науковий співробітник, доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна⁴Д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

УЗАГАЛЬНЕНА ДИFUЗІЙНОПОДІБНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ ЗНАННЄВОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Вирішено задачу розроблення узагальненої дифузійноподібної моделі процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу в соціокомунікаційному середовищі крупного міста з урахуванням поповнення знань агентів. Об'єктом дослідження є процес передачі знаннєвого потенціалу в освітньому середовищі на рівні шкіл міста. Предметом дослідження є методи та засоби побудови узагальненої дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу. Запропоновано міське освітнє середовище подавати у вигляді мережевого графа, вершини якого зображають осіб (агентів), які навчаються та беруть участь у навчально-виховних та освітніх процесах. Введено поняття знаннєвого потенціалу агентів, що подається як характеристика певної сукупності, суми знань того чи іншого індивіда, накопиченої впродовж відповідного життєвого періоду. Запропоновано оригінальний модельний підхід до інформаційних процесів поширення знаннєвого потенціалу, який базується на фізичних аналогіях, а саме явищі дифузії. Узагальнено математичну дифузійноподібну модель процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка), а також між агентами різних кліків в межах шкільного освітнього рівня міста. Показано вплив бібліотек на поповнення знаннєвого потенціалу агентів в межах кліка та представлені результати чисельних експериментів.

Ключові слова: освітнє середовище міста, агент, кліка, знаннєвий потенціал.

НОМЕНКЛАТУРА

ЗП – знаннєвий потенціал;

A – множина агентів;

R – множина відношень між агентами;

K – соціальна спільнота (кліка);

j – номер поточного кліка;

Φ – числова характеристика знаннєвого потенціалу;

k – номер поточного агента;

$a_{j,k}$ – k -ий агент j -го кліка;

t – час;

$\Phi_{j,k,m}$ – числова характеристика знаннєвого потенціалу k -го агента j -ї освітньої групи в деякий момент часу Δtm ;

$D_{j,k,m}$ – коефіцієнт, що характеризує здатність k -го агента j -ї освітньої групи перерозподіляти інформацію (знання) в момент часу Δtm ;

$f_{j,k,m}$ – числова характеристика основного джерела інформації (знань);

$\sigma_{k,\bar{k},\bar{k}}$ – вагові коефіцієнти;

$\Phi_{j,m}$ – числова характеристика узагальненого потенціалу K_j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти;

$\alpha_{j,k}$ – вагові коефіцієнти;

$D_{j,m}$ – коефіцієнт, що характеризує здатність j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти перерозподіляти знаннєвий потенціал в момент часу Δtm ;

$f_{j,m}$ – числова характеристика основного джерела знань (відповідного освітнього рівня в цілому);

$\omega_{j,\bar{j},\bar{j}}$ – вагові коефіцієнти;

B – сукупність бібліотек міста;

© Бомба А. Я., Назарук М. В., Кунанець Н. Е., Пасічник В. В., 2015

DOI 10.15588/1607-3274-2015-3-8

l – номер поточної бібліотеки;

γ – коефіцієнт трансформації;

$\tilde{\Phi}_{j,k,\bar{m},\bar{l}}$ – числова характеристика поповнення знаннєвого потенціалу k -го агента j -го кліку в момент часу $\Delta t\tilde{m}$ в l -тій бібліотеці;

$\tilde{\Phi}_{j,k,\bar{m}}$ – числова характеристика знаннєвого потенціалу k -го агента j -го кліку в момент часу $\Delta t\tilde{m}$ (з урахуванням бібліотечного поповнення);

a^* – агент-вчитель;

$g(\bar{q})(\)$ – функції, що характеризують взаємодію компонент знаннєвого потенціалу агента K_j кліка.

ВСТУП

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та глобальні зміни в підходах до отримання знань – трансформуються як освітні системи, так і процеси отримання та опрацювання інформації школярами, студентами, людьми похилого віку, особами з особливими потребами та ін. стимулює застосування інноваційних підходів в широкому спектрі галузей людської діяльності, в тому числі і в освіті крупного міста. Відбувається 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. Водночас із розвитком інформаційного суспільства суттєво зростають потоки інформації, швидкість її опрацювання та поширення.

Це в свою чергу обумовлює необхідність розроблення моделей інформаційних процесів поширення знаннє-

вого потенціалу, що уможливить проведення комплексного системного дослідження соціально-освітніх зв'язків, які, в великих соціополісах, притаманні таким освітнім структурам, як: дитячі садки, школи, технікуми, коледжі, університети – з однієї сторони та бізнесу і суспільній громаді – з іншої, з метою реалізації виваженої спільної освітньої, наукової та культурної діяльності.

Базовою соціокомунікаційною структурною одиницею при дослідженні зазначених процесів обрано миський соціополіс, яскравим представником якого виступає велике місто, яке за означенням має наступні концептуальні ознаки:

- економічну основу (виробничо-функціональний та адаптивний стрижень соціополісу як самодостатнього соціоутворення);
- розвинутий сектор соціального та гуманітарного профілю;
- розвинутий сектор освітнього та наукового профілю;
- функціональний механізм запровадження інноваційних технологій і т. ін.

Такий вибір об'єкта дослідження, яким є сучасне велике місто з розлогіми та добре розвиненими системами освітньої, наукової та бізнесової галузей дозволяє комплексно розробляти та опрацьовувати відповідні моделі з мінімальними обмежувачими факторами. Якщо йдеться, зокрема, про сферу освіти, то гіпотетично «моделний прототип великого міста» включає дошкільні, шкільні, професійно-технічні, вищі навчальні заклади, наукові та науково-дослідні установи, які «активно продукують та споживають знання».

Освітнє соціокомунікаційне середовище міста визначаємо як багатогранне та поліфункціональне утворення, що функціонує й розвивається в реальному часі й визначеному територіальному просторі (реальному чи віртуальному), діяльністю якого можна управляти та координувати, через яке здійснюється відповідний педагогічний вплив зовнішніх об'єктивних і суб'єктивних факторів на суб'єкти навчального процесу.

Загалом широкий спектр освітніх процесів, що протікають в соціокомунікаційному середовищі великого міста концептуально вкладаються в узагальнене методологічне подання понятійно-термінологічної тріади «ІНФОРМАЦІЯ – ДАНІ – ЗНАННЯ». В статті використовуються загальноприйняті трактування цих термінів. Для поняття «знання» запропоновано подавати додаткову характеристику, за допомогою якої фіксується певний рівень знань особи, що подається як характеристика певної сукупності, суми знань того чи іншого індивіда, накопиченої впродовж відповідного життєвого періоду. Пропонується означувати цю характеристику як «знанневий потенціал» – Φ . Знанневим потенціалом може бути наділений як реальний суб'єкт, так і деякий віртуальний – бібліотека, інформаційний інтернет-ресурс і т.п.

Метою даної роботи є узагальнення, побудованої нами [1], дифузійноподібної моделі інформаційних процесів поширення знанневого потенціалу в соціокомунікаційному середовищі великого міста. Об'єктом дослідження є процес передачі знанневого потенціалу в освітньому середовищі на рівні шкіл міста. Предметом дослідження є методи та засоби побудови узагальненої дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знанневого потенціалу.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Миське освітнє соціокомунікаційне середовище в роботі [2], запропоновано подавати у вигляді мережевого графа $G = (A, R)$, де $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – не порожня скінченна множина вузлів (агентів), $R = \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ – множина невпорядкованих пар різних елементів з A (відношення між агентами).

Під агентами розуміють вихованців, школярів, студентів, аспірантів та інших осіб, які навчаються, а також вчителів, вихователів, науково-педагогічних працівників, бібліотекарів, батьків та представників бізнесу, установ, фірм, корпорацій, громадських організацій великого міста, які беруть участь у навчально-виховних та освітніх процесах.

Відношення між агентами можуть, зокрема, інтерпретуватись, як «дружба», «співпраця», «комунікація», «навчання» та інші форми взаємодії, які притаманні суб'єктам освітнього соціокомунікаційного середовища міста.

Агенти, в межах певного освітнього рівня можуть об'єднуватись за спільними ознаками та властивостями (наприклад, вік, рівень освіти, навчання в одному закладі), тобто утворюють, так звані, класи (соціальні спільноти) $K_j, (j = \overline{1, n})$ – підграфи чи класи, для яких зв'язки між вузлами всередині такого класу чи групи є міцніші та чисельніші, ніж між вузлами інших класів чи груп, а відповідно підграфів. Основним об'єднуючим фактором при формуванні та функціонуванні такої освітньої соціальної групи є необхідність підвищення знанневого потенціалу Φ її учасників за певним профілем та рівнем.

Спостерігається аналогія між процесом передачі знань та кристалізації твердого тіла з розплаву при відведенні від нього тепла. Як логічний наслідок такого трактування концепту поширення знанневого потенціалу і є спроба опису цих процесів у вигляді відповідної дифузійноподібної моделі.

Відомо, що дифузія (лат. diffusion – поширення, розсіювання, взаємодія) в класичному традиційному розумінні терміну, є процес взаємного проникнення молекул або атомів однієї речовини між молекулами або атомами іншої, що зазвичай приводить до вирівнювання їхніх концентрацій по всьому займаному об'єму. У деяких ситуаціях одна з речовин уже має вирівняну концентрацію, і говорять про дифузію однієї речовини в іншій [3]. Дифузійні процеси – це узагальнене представлення просторово розподілених явищ різної природи. Їх об'єднує той факт, що всі вони відбуваються в активних середовищах, які підтримують їх розвиток на всьому просторі.

Традиційно процеси дифузії за умов конвекції та масообміну (наявності внутрішніх джерел) описують за допомогою наступного диференційного рівняння:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \right) - \left(v_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} + v_y \frac{\partial \Phi}{\partial y} + v_z \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right) + f(x, y, z, t, \Phi, \alpha_1, \alpha_1, \dots, \beta_1, \beta_2, \dots), \quad (1)$$

де Φ – концентрація речовини, яка бере участь у моделюванні, D – коефіцієнт дифузії, t – час, x, y, z – просторові координати, v_x, v_y, v_z – швидкості конвективного

перенесення, f – задана функція, що характеризує інтенсивність внутрішніх джерел (забруднень, тепла, радіації тощо, в залежності від предметної області), α, β – параметри, що характеризують відповідно «внутрішні індивідуальності» та зовнішні фактори.

У даній роботі поставлена задача, використовуючи рівняння (1), опису (моделювання) у вигляді узагальноної дифузійноподібної моделі процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу Φ в межах шкільного освітнього рівня міста з урахуванням поповнення знань агентів.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Результати досліджень поширення інформаційних потоків в соціумі подані у роботах професора Д. В. Ланде, зокрема в [4] описано логістичну модель взаємодії інформаційних потоків; запропоновані підходи до створення інструментів моніторингу, адаптивного агрегування та опрацювання потоків інформації із глобальних комп'ютерних мереж для забезпечення інформаційно-аналітичної діяльності; запропоновано оригінальний метод вордлет-діаграм для аналізу та візуалізації розповсюдження інформаційних масивів; з використанням математичного апарату клітинних автоматів розроблені дифузійні моделі поширення інформації в соціальних та соціокомунікаційних сферах [5, 6].

Процеси обробки інформації у формі знань виходять на перший план при розгляді освітнього простору як єдиної системи. Саме знання є одним з найбільш суттєвих і значущих ресурсів у складі навчального середовища. Виникають різноманітні форми і засоби репрезентації знання, організації навчально-пізнавальної діяльності та комунікації, набувають поширення численні напрямки розробки систем, що ґрунтуються на знаннях [7].

З'являється щораз більше наукових праць присвячених вивченню та аналізу проблем управління знаннями і пов'язаними з ними процесами організації, збирання, дифузії, застосування і експлуатації з метою досягнення цілей організації крупного міста [8, 9]. Проблеми розвитку управління знаннями розглядаються в роботах таких зарубіжних та вітчизняних вчених, як І. Нонака, Е. Уілера, Х. Такеучі, В. Томаха, А. Мирошниченко та ін. Зокрема в роботах [10, 11] побудовані математичні моделі поширення знань та управління процесом навчання студентів, а також розроблені гібридні агент-орієнтовані моделі оцінювання знань учасників дистанційного навчання на основі використання штучних нейронних мереж.

У роботах вчених отримав розвиток ймовірно-статистичний підхід до аналітичного моделювання навчального процесу. Засвоєння або забування одиниці знань розглядається як випадкова подія, а навчання характеризується параметрами, функціонально пов'язаними з часом. У більш загальному вигляді стохастичний за своєю природою процес навчання розглядається як напівмарківський, при якому ймовірність переходу з одного стану в інший залежить як від вихідного стану, так і від часу, в який здійснюється перехід [12]. Враховуючи характер навчання, вважають, що практично можливими є лише переходи в сусідні стани, які можуть залежати від часу. В результаті отримують системи диференціальних рівнянь з залежними від часу коефіцієнтами, які не завжди мають аналітичні рішення.

Проте, в існуючих дослідженнях не досліджено адаптивні характеристики освітніх об'єктів та відсутні моделі передачі знаннєвого потенціалу від одних суб'єктів освітнього середовища іншим, тому є спроба опису інформаційних процесів поширення знаннєвого потенціалу у вигляді узагальноної дифузійноподібної моделі.

3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Введемо поняття знаннєвого потенціалу $\Phi_{j,k,m}$ агента a_{jk} ($j = \overline{1, k}, k = \overline{1, k_j}$) в деякий момент часу $t = t_m$ ($m = 0, 1, 2, \dots; t_m = \Delta t m$, де Δt – деякий часовий інтервал). Для зручності викладу покладемо $\Delta t = 1$. Процес поширення знаннєвого потенціалу між агентами в межах деякого кліка K_j , за формулою (1) запишемо:

$$\begin{aligned} f_{j,k,m} + D_{j,k,m} \sum_{1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j} \sigma_{k,\underline{k},\bar{k}} \left((\Phi_{j,\bar{k},m} - \Phi_{j,k,m}) - \right. \\ \left. - (\Phi_{j,k,m} - \Phi_{j,\underline{k},m}) \right) = \Phi_{j,k,m+1} - \Phi_{j,k,m} \text{ або} \\ \Phi_{j,k,m+1} = \Phi_{j,k,m} + f_{j,k,m} + D_{j,k,m} \times \\ \times \sum_{1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j} \sigma_{k,\underline{k},\bar{k}} \left(\Phi_{j,\bar{k},m} - 2\Phi_{j,k,m} + \Phi_{j,\underline{k},m} \right), \\ 1 \leq \underline{k} < k < \bar{k} \leq k_j, \bar{k} \neq \underline{k}. \end{aligned} \quad (2)$$

Зауважимо, що джерелом інформації може бути один, або декілька із виділених агентів певної соціокомунікаційної спільноти.

Можливими є різні варіанти встановлення шляхів (способів) перерозподілу інформації (знань) між агентами, що належать до однієї соціальної спільноти (кліку), групами агентів різних кліків, а також між кліками в межах деякого освітнього рівня та в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста загалом (при цьому слід вводити додатковий індекс, що відповідав би тому чи іншому освітньому рівню).

Одним із варіантів введення узагальноного потенціалу K_j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти $\Phi_{j,m}$ є представлення його у вигляді деякої функції від $\Phi_{j,k,m}$, зокрема, у вигляді узагальноного середнього арифметичного через потенціали агентів даної спільноти:

$$\Phi_{j,m} = \frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{j,k} \Phi_{j,k,m}. \quad (3)$$

Тоді закон перерозподілу відповідного «усередненого» знаннєвого потенціалу у часі між кліками можемо подати у вигляді:

$$\begin{aligned} \Phi_{j,m+1} - \Phi_{j,m} = f_{j,m} + D_{j,m} \times \\ \times \sum_{1 \leq \underline{j} < j < \bar{j} \leq j_k} \omega_{j,\underline{j},\bar{j}} \left((\Phi_{j,\bar{j},m} - \Phi_{j,m}) - (\Phi_{j,m} - \Phi_{j,\underline{j},m}) \right) \text{ або} \\ \Phi_{j,m+1} = \Phi_{j,m} + f_{j,m} + D_{j,m} \times \\ \times \sum_{1 \leq \underline{j} < j < \bar{j} \leq j_k} \omega_{j,\underline{j},\bar{j}} \left(\Phi_{j,\bar{j},m} - 2\Phi_{j,m} + \Phi_{j,\underline{j},m} \right), \\ 1 \leq \underline{j} < j < \bar{j} \leq j_k, \bar{j} \neq \underline{j}. \end{aligned} \quad (4)$$

Зауважимо, що джерелом поширення інформації (знань) може бути одна, або декілька із вибраних освітніх соціокомунікаційних спільнот певного освітнього рівня, наприклад $f_{j,m} = \theta_m \Phi_{j,m}$, де $j = \bar{j}_1, \bar{j}_2, \dots, \bar{j}_k, 1 < \bar{j}_1 < \bar{j}_2 < \dots < \bar{j}_k < j_k$.

У запропонованих вище моделях, не враховані психофізіологічні особливості агентів: забування, інерції, сприйняття та осмислення нової інформації тощо. Очевидно, зі зміною часу та з врахуванням вказаних особливостей агентів, в межах деякої соціокомунікаційної спільноти рівень знаннєвого потенціалу основного джерела знань, в ролі якого виступає вчитель, буде спадати, тому необхідно шукати шляхи його підвищення або утримування на деякому рівні. Запропонуємо варіант вирішення задачі підвищення «живлення» знаннєвого потенціалу $\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m}}$ деякого агента $a_{j,k}$ в межах кліка K_j в момент часу \tilde{m} .

Як приклад, поповнити знаннєвий потенціал агент може за рахунок отримання необхідної та корисної інформації з міських бібліотек B_1, \dots, B_l , де $B_1 = B_{УБС}$ – бібліотеки міської Центральної бібліотечної системи; $B_2 = B_{ДНЗ}$ – бібліотеки дошкільних навчальних закладів; $B_3 = B_{СНЗ}$ – бібліотеки середніх навчальних закладів освіти; $B_4 = B_{ПТНЗ}$ – бібліотеки професійно-технічних навчальних закладів; $B_5 = B_{ВНЗ}$ – бібліотеки вищих навчальних закладів; $B_6 = B_{НУ}$ – бібліотеки наукових установ міста; $B_7 = B_{П}$ – профспілкові бібліотеки; $B_8 = B_{ІН}$ – інші бібліотеки міста.

Скажімо, у бібліотеці навчального закладу (школи чи ВНЗ) відбувається передача знаннєвого потенціалу шляхом видачі користувачу (учню чи студенту) комплексу підручників та навчальних посібників, при інформаційному обслуговуванні у відповідь на певний запит тематичного характеру чи щодо отримання конкретного видання.

Через $\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}}$ позначатимемо числову характеристику поповнення знаннєвого потенціалу k -го агента j -го кліка в момент часу \tilde{m} ($\tilde{m} = \overline{1, m}$) в l -тій бібліотеці, а через $\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m}}$ – відповідний знаннєвий потенціал даного агента (з урахуванням бібліотечного поповнення):

$$\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m}} = \Phi_{j,k,m} + \sum_{\tilde{l}=1}^l \sum_{\tilde{m}=0}^m \tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}} \quad (5)$$

(вважатимемо, що $\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}} \geq 0$, зокрема $\tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}} = 0$ у випадку, якщо k -ий агент j -го кліка не поповнює свій науковий потенціал за рахунок бібліотек або не отримав нових знань).

На рис. 1 схематично зображено вплив бібліотек на поповнення знаннєвого потенціалу k -го агента, який, в свою чергу, передає отриманні знання іншим агентам в межах певної соціокомунікаційної спільноти (K_j -го кліка).

Згідно (2–4) джерела інформації кліків та їх агентів можемо поповнити, наприклад, так:

$$f_{j,k,m} = \gamma_{j,k,m} (\Phi_{j,k,m} + \sum_{\tilde{l}=1}^l \sum_{\tilde{m}=0}^m \tilde{\Phi}_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}}), \quad (6)$$

де $\gamma_{j,k,m}$ – коефіцієнт трансформації (знаннєвих потенціалів окремих кліків в деяке «спільне» джерело знань певної спільноти).

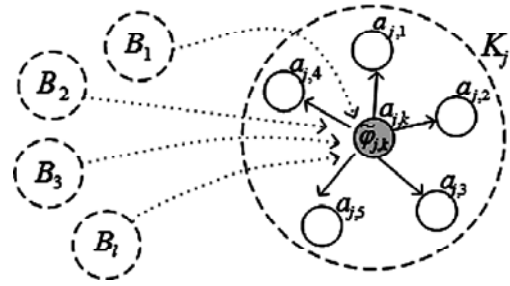


Рисунок 1 – Зображення поповнення ЗП агента з бібліотек B_1, \dots, B_l

В роботі [1] наведено приклад, коли джерелом знань є один із агентів в межах даної освітньої соціокомунікаційної спільноти. При цьому невідомі коефіцієнти можна знайти шляхом розв’язування обернених задач типу ідентифікації параметрів моделей (див., напр., [13]).

В описаних вище моделях ми оперували із деяким абстрактним (надто усередненим) потенціалом Φ . В дійсності ж кожний вчитель, учень, тощо (агент) характеризується багатокритеріальними факторами (вектор-потенціалом $\Phi = (\Phi(1), \Phi(2), \dots, \Phi(q))$). При цьому, відповідний знаннєвий потенціал k -го агента j -го кліку в момент часу m позначимо через: $\Phi_{j,k,m} = (\Phi(1)_{j,k,m}, \dots, \Phi(q)_{j,k,m})$.

Тоді, аналогічно до (2), процес поширення знаннєвого вектор-потенціалу між агентами в межах деякого кліка K_j дифузійноподібно запишемо у вигляді:

$$\begin{cases} \Phi(\tilde{q})_{j,k,m+1} = \Phi(\tilde{q})_{j,k,m} + f(\tilde{q})_{j,k,m} + D(\tilde{q})_{j,k,m} \times \\ \times \sum_{1 \leq \tilde{k} < k < \tilde{k} \leq k_j} \sigma_{k,\tilde{k}} (\Phi(\tilde{q})_{j,\tilde{k},m} - 2\Phi(\tilde{q})_{j,k,m} + \Phi(\tilde{q})_{j,\tilde{k},m}) + \\ + g(\tilde{q}) (\Phi(1)_{j,k,m}, \dots, \Phi(q)_{j,k,m}) \\ \tilde{q} = \overline{1, q}, \end{cases}$$

де $g(\tilde{q}) (\Phi(1)_{j,k,m}, \dots, \Phi(q)_{j,k,m})$ – функції, що характеризують взаємодію компонент знаннєвого потенціалу даного агента K_j кліка.

У випадку врахування взаємодії компонент знаннєвого потенціалу в межах соціокомунікаційної спільноти (даного кліка K_j) матимемо:

$$g(\tilde{q}) = g(q) (\Phi(1)_{j,1,m}, \dots, \Phi(1)_{j,k_j,m}, \dots, \Phi(q)_{j,1,m}, \dots, \Phi(q)_{j,k_j,m}).$$

Аналогічно до (5–6), з урахуванням набуття знань в бібліотеках, матимемо:

$$\begin{aligned} \Phi(\tilde{q})_{j,k,m+1} = & \Phi(\tilde{q})_{j,k,m} + \gamma(\tilde{q})_{j,k,m} (\Phi(\tilde{q})_{j,k,m} + \\ & + \sum_{\tilde{l}=1}^l \sum_{\tilde{m}=0}^m \tilde{\Phi}(\tilde{q})_{j,k,\tilde{m},\tilde{l}}) + D(\tilde{q})_{j,k,m} \sum_{1 \leq \tilde{k} < k < \tilde{k} \leq k_j} \sigma_{k,\tilde{k}} (\Phi(\tilde{q})_{j,\tilde{k},m} - \\ & - 2\Phi(\tilde{q})_{j,k,m} + \Phi(\tilde{q})_{j,\tilde{k},m}) + g(q) \times \\ & \times (\Phi(1)_{j,1,m}, \dots, \Phi(1)_{j,k_j,m}, \dots, \Phi(q)_{j,1,m}, \dots, \Phi(q)_{j,k_j,m}). \end{aligned}$$

4 ЕКСПЕРИМЕНТИ

Виконаємо експериментальне дослідження розроблених дифузійноподібних моделей поширення знаннєвого потенціалу між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (квіку). Для цього подамо характерні модельні параметри, що входять в формули (2–4), а саме задаємо початковий стан системи (розподіл знаннєвого потенціалу при $t = 0$): $\Phi_{j,k,0} = \tilde{\Phi}_{j,k}$, $j = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, k_j}$ ($\sum_{j=1}^n k_j$ – значень). За формулами (3) обчислимо узагальнений потенціал K_j -ї освітньої соціокомунікаційної спільноти в початковий момент часу:

$$\Phi_{j,0} = \frac{1}{k_j} \sum_{k=1}^{k_j} \alpha_{j,k} \Phi_{j,k,0}.$$

За формулами (2) та (4) (при $t = 0$) обчислюємо $\Phi_{j,k,1}$ та $\Phi_{j,1}$ і переходимо до наступного часового інтервалу.

При цьому, як і в класичних дифузійних задачах, нам не вистачатиме, так би мовити, «крайніх значень» знаннєвого потенціалу Φ (тобто при $k=1$ та $k=j$), що приводить до необхідності встановлення ієрархії агентів в межах кожного квіку заданого освітнього рівня (наприклад, «вчитель-учень»), а також «крайніх умов» для характеристики знаннєвих потенціалів кожного квіку. В цьому випадку маємо 2 варіанти їх задання:

1) аналогічно до внутрішніх (агентів) характеристик вводимо ієрархію квіків i , при цьому, задаємо потенціали «крайніх», наприклад, встановлюємо ієрархію шкіл в певному районі міста задаючи потенціали «найслабшої» та «найсильнішої»;

2) вважатимемо, що квіки є рівноправні в межах освітнього рівня, при цьому, упорядкування все ж вводимо «чисто формально» (не за пріоритетами) вважаючи, що $\Phi_{1,\dots} = \Phi_{n,\dots}$, тобто задаємо умови аналогічні умовам періодичності (дифузії).

5 РЕЗУЛЬТАТИ

Результати експериментів дослідження розроблених дифузійноподібних моделей поширення знаннєвого потенціалу між агентами наведено на рис. 2–3. Зокрема, на рис. 2 подано результати розрахунку знаннєвого потенціалу за традиційною та дифузійноподібною схемами, а на рис. 3

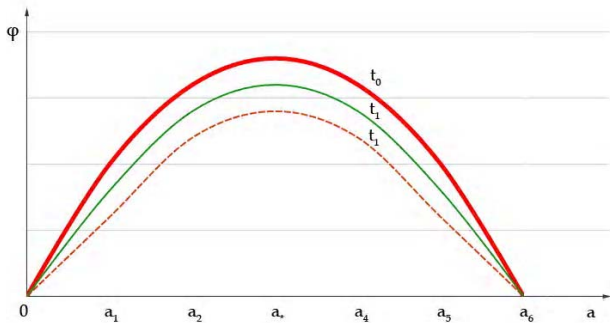


Рисунок 2 – Результати розрахунку знаннєвого потенціалу в початковий момент часу $t_0 = 0$ (жирним) та в момент часу $t_1 = 1$ за традиційною дифузійною схемою (суцільна лінія) та дифузійноподібною (пунктир)

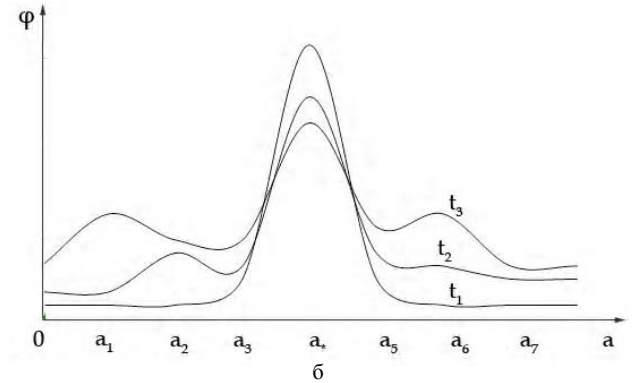
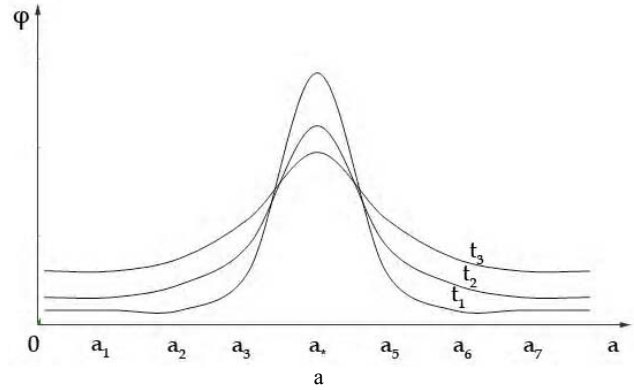


Рисунок 3 – Схематичний розподіл підвищення знаннєвого потенціалу агентів в межах заданого квіку: а – агенти поповнюють знаннєвий потенціал від вчителя; б – агенти поповнюють знаннєвий потенціал не лише від вчителя, а читаючи книги з бібліотеки

зображено розподіл підвищення «живлення» знаннєвого потенціалу агентів в межах квіку (за рахунок отримання необхідної та корисної інформації з міських бібліотек).

6 ОБГОВОРЕННЯ

Підкреслимо, що використовуючи класичні дифузійні моделі для опису інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу між агентами в межах деякого квіку K_j суттєво відрізняються від описаних вище дифузійноподібних. На рисунку 2 жирною лінією зображено розподіл знаннєвого потенціалу в початковий момент часу $t_0 = 0$, суцільною лінією – розподіл знаннєвого потенціалу, розрахований за традиційною дифузійною схемою в момент часу $t_1 = 1$, а пунктирною лінією зображено дифузійноподібні перерозподіли згідно формул (1)–(3) при $f_{j,k} = 1$, $\sigma = 1$, $D = p$ (де $p = 1$ при взаємодії навколишніх сусідніх агентів із заданими, $p = 0,1$ – в інших випадках) коли знаннєві потенціали знань «крайніх» агентів в межах деякого соціального кільця рівні нулю, а початковий їх розподіл задано симетрично: $\Phi_{0,0} = 0$, $\Phi_{1,0} = 5$, $\Phi_{2,0} = 8$, $\Phi_{3,0} = 9$, $\Phi_{4,0} = 8$, $\Phi_{5,0} = 5$, $\Phi_{6,0} = 0$. Зокрема, як і слід було чекати, значення знаннєвого потенціалу, отриманого згідно запропонованих формул, приймають менші значення в порівнянні з знайденими за традиційною дифузійною схемою (пунктирна лінія проходить нижче суцільної при $t = t_1$). Це пояснюється тим, що агент (вчитель) a_* передає («витрачає»), в даному випадку, свій знаннєвий

потенціал не лише навколишнім агентам (учням) (які, згідно класичної дифузійноподібної моделі, в свою чергу, передають отриману інформацію своїм «сусідам»), але й одночасно всім іншим агентам в межах деякого кліка.

Особливості ситуаційного стану, зображеного на рис. 3, де згідно формул (2)–(6) крім потенціалу Φ_j ,* агента-вчителя a_* (див рис. 3а), враховані потенціали знань агентів-учнів, які поповнили свій потенціал знань від вчителя та читаючи книги з бібліотеки (наприклад, агент a_2 в момент часу t_2 поповнив потенціал знань, наприклад, в бібліотеці B_1 , а агенти a_1 та a_6 в бібліотеках B_2 та B_3 відповідно в наступний момент часу, з метою не загромадження рисунка не конкретизуємо номер бібліотеки, оскільки крім координат Φ та a необхідно вводити третю координату) в межах заданої освітньої соціокомунікаційної спільноти K_j в різні моменти часу. Бачимо, що модель процесу «допомоги» агенту-вчителю підтримки певного рівня знань агентів-учнів бібліотеками соціокомунікаційного середовища міста є відкритою. Вона доступна для різного роду конкретизації та узагальнення.

Очевидно, що доволі «проста» модель в контексті її комп'ютерної реалізації (де фігурують послідовності циклів в послідовностях циклів, багато поверхневі системи, тощо) вимагає значних обчислювальних потужностей з використанням мультимедійних та кластерних архітектур.

ВИСНОВКИ

В роботі побудовано узагальнену дифузійноподібну модель інформаційних процесів поширення знаннєвого потенціалу в освітньому соціокомунікаційному середовищі міста. Зокрема, акцентовано увагу на описі (модельованні) процесів перерозподілу знаннєвого потенціалу в межах шкільного освітнього рівня міста, при цьому сформовано відповідні зовнішні та внутрішні залежності між учасниками (агентами) навчально-виховних та освітніх процесів. Описано процеси перерозподілу ЗП між агентами, що належать до однієї освітньої соціокомунікаційної спільноти (кліка). У запропонованих моделях, врахований той факт, що зі зміною часу та згідно з психофізіологічними особливостями агентів (забування, інерції, сприйняття та осмислення нової інформації тощо) рівень знаннєвого потенціалу основного джерела знань, в ролі якого виступає вчитель, як правило, спадатиме. Тому вперше запропоновано варіанти вирішення задачі моделювання процесів підвищення «живлення» знаннєвого потенціалу агентів в межах заданого кліка за рахунку отримання необхідної та корисної інформації з інших (сторонніх) джерел, а саме, як приклад, з міських бібліотек.

В перспективі подальших досліджень – врахування конкретних залежностей, що характеризують взаємодію (взаємовплив) компонент знаннєвого потенціалу різних агентів в межах заданих соціокомунікаційних спільнот (кліків), а також введення до розгляду багатоконпонентного вектора знаннєвого потенціалу (розв'язання відповідної задачі для системи різницевого рівняння). Очевидно, що характеристика агентів з різного роду знаннєвими потенціалами (що характеризують, наприклад, знання з математики, фізики, літератури тощо, вміння приймати різного роду рішення) забезпечує можливість конкретизації даних моделей, а, отже, моделювання більш реальних ситуаційних станів, що, безумовно, має значну практичну цінність.

ПОДЯКИ

Роботу виконано в рамках наукових досліджень кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» на тему «Інформаційні технології моделювання освітнього соціокомунікаційного середовища великого міста», а також в рамках держбюджетної науково-дослідної теми Рівненського державного гуманітарного університету «Розробка методів та графічного формату прогресуючого стиснення зображень без втрат» (номер державної реєстрації 0113U001203).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бомба А. Я. Побудова дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А. Я. Бомба, М. В. Назарук, В. В. Пасічник // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2014. – № 800 : Комп'ютерна наука та інформаційні технології. – С. 35–45.
2. Назарук М. В. Моделювання міського освітнього середовища як профільної соціальної мережі / М. В. Назарук, В. В. Пасічник / Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». – Вінниця : ВНТУ, 2013. – № 3 (28). – С. 42–47.
3. Будник А. Ф. Тепломасоперенос у процесах і матеріалах дизайну матеріалів: Навчальний посібник / А. Ф. Будник. – Суми : Вид-во СумДУ, 2008. – 158 с.
4. Ландэ Д. В. Моделирование динамики информационных потоков / Д. В. Ландэ // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6. – С. 652–654.
5. Додонов А. Г. Сетевые информационные потоки как содержательная составляющая информационно-аналитических систем / А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ, В. В. Жигало // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2010. – № 1. – С. 39–48.
6. Ландэ Д. В. Модель диффузии информации / Д. В. Ландэ // Информационные технологии и безопасность. Менеджмент информационной безопасности. Сборник научных трудов Института проблем регистрации информации. – 2007. – Вып. 10. – С. 51–67.
7. Шишкіна М. П. Системи та засоби моделювання знання у єдиному інформаційно-освітньому просторі / М. П. Шишкіна // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія. – 2009. – № 6. – С. 317–327.
8. Сявакко М. С. Нечітко-інтервальні методи оцінки ризику та ентропії поведінки соціально-економічної системи / М. С. Сявакко, О. М. Третяк // Економічна кібернетика. – 2006. – № 3–4 (39–40). – С. 53–61.
9. Яцишин Ю. В. Модель управління містом на основі термодинамічних законів / Ю. В. Яцишин, Н. Б. Шаховська // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія Інформаційні системи та мережі. – 2000. – № 406. – С. 239–247.
10. Добрынина Н.Ф. Математические модели распространения знаний и управление процессом обучения студентов / Н. Ф. Добрынина // Научно-теоретический журнал «Фундаментальные исследования». – 2009. – № 7. – С. 7–9.
11. Артеменко В.Б. Гибрид агент-ориентированной модели оценки знаний участниками дистанционного обучения / В. Б. Артеменко // Образовательные технологии и общество. – 2011. – № 2. – С. 7423–434.
12. Петраш А. Методи інформаційно-математичного моделювання навчального процесу / А. Петраш // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі : матеріали 3-ої наук.-практ. конф., 18–20 жовт. 2011 р., Львів / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; [редкол.: Д. В. Федасюк та ін.]. – Л. : Вид-во Львівської політехніки, 2011. – С. 128–132.
13. Сергиенко И. В. Идентификация параметров системы конвективно-диффузионного переноса / И. В. Сергиенко, В. С. Дейнека // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 1. – С. 42–63.

Стаття надійшла до редакції 26.01.2015.

Після доробки 06.04.2015.

Бомба А. Я.¹, Назарук М. В.², Кунанець Н. Е.³, Пасичник В. В.⁴

¹Д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики та прикладної математики Ровенського державного гуманітарного університету, Ровно, Україна

²Аспірант кафедри інформаційних систем і мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

³Д-р соц. ком., старший науковий співробітник, доцент кафедри інформаційних систем і мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

⁴Д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем і мереж Національного університету «Львівська політехніка», Львів, Україна

ОБОБЩЕННАЯ ДИФFUЗИНОПОДОБНА МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЗНАНИЙ

Решена задача разработки обобщенной диффузноподобной модели процессов перераспределения потенциала знаний в пределах школьного образовательного уровня города с учетом пополнения знаний агентов. Объектом исследования является процесс передачи потенциала знаний в образовательной среде на уровне школ города. Предметом исследования являются методы и средства построения обобщенной диффузноподобной модели информационного процесса распространения потенциала знаний. Предложено образовательную среду города подавать в виде сетевого графа, вершины которого изображают агентов, которые учатся и участвуют в учебно-воспитательных и образовательных процессах. Введено понятие потенциала знаний агентов, подаваемого как характеристика определенной совокупности, суммы знаний того или иного индивида, накопленной в течение соответствующего жизненного периода. Предложен оригинальный модельный подход к информационным процессам распространения потенциала знаний, основанный физических аналогиях, а именно явлении диффузии. Обобщенно математическую диффузноподобную модель процессов перераспределения потенциала знаний между агентами, относящихся к одному образовательному социокommunikационному сообществу (клика), а также между агентами различных кликов в пределах школьного образовательного уровня города. Показано влияние библиотек на пополнение потенциала знаний агентов в пределах клика и представлены результаты численных экспериментов.

Ключевые слова: образовательная среда города, агент, клика, потенциал знаний.

Bomba A. Y.¹, Nazaruk M. V.², Kunanec N. E.³, Pasichnyk V. V.⁴

¹Dr.Sc., Professor, Head of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, Rivne State Humanitarian University, Ukraine

²Postgraduate student of Information Systems and Networks department, National University «Lviv polytechnic», Lviv, Ukraine

³Dr.Sc., Senior Researcher, Associate Professor of Information Systems and Networks department, National University «Lviv polytechnic», Ukraine

⁴Dr.Sc., Professor, Professor of Information Systems and Networks department, National University «Lviv polytechnic», Ukraine

SUMMARIZED DIFFUSION-LIKE MODEL OF INFORMATIONAL PROCESS OF THE KNOWLEDGE POTENTIAL PROPAGATION

The task of development of a generalized diffusion-like model of redistribution processes of knowledge potential in the city socio communicative environment considering replenishment knowledge agents have been decided. Object of research is the process of transferring of knowledge potential in the educational environment at city schools level. The subjects of research are the methods and tools for building a generalized diffusion-like model of information dissemination process of knowledge potential. The educational environment of the city have been offered to present as network graph, whose vertices represent people (agents), who study and participate in educational processes. The notion of knowledge potential of agents that presented as a characteristic of the certain set, the sum of knowledge of an individual's accumulated during the corresponding period of life have been introduced. The original model approach to information processes dissemination of knowledge potential based on physical analogies, namely the phenomenon of diffusion have been offered. The mathematical and diffusion model of processes redistribution of knowledge potential between agents, that are belonging to the one educational social and communication community (clique) and between agents of different clicks within the limits of school educational level of the city was generalized. The influence of libraries on replenishment the knowledge potential of agents within the limits of click shown and the results of numeral experiments have been presented.

Keywords: educational environment of the city, agent, clique, knowledge potential.

REFERENCES

- Bomba A. Ja., Nazaruk M. V., Pasichnyk V. V. Pobudova dyfuzijnopodibnoi' modeli informacijnogo procesu poshyrennja znannjevogo potencialu, *Visnyk Nacional'nogo universytetu «L'vivs'ka politehnika»*, 2014, № 800: Komp'juterni nauky ta informacijni tehnologii', pp. 35–45.
- Nazaruk M. V., Pasichnyk V. V. Modeljuvannja mis'kogo osvith'ogo seredovyssha jak profil'noi' social'noi' merezhi, *Mizhnarodnyj naukovno-tehnichnyj zhurnal «Informacijni tehnologii' ta komp'juterna inzhenerija»*. Vinnycja, VNTU, 2013, No. 3 (28), pp. 42–47.
- Budnyk A. F. Teplomasperenos u procesah i materialah dyzajnu materialiv: Navchal'nyj posibnyk. Sumy, Vyd-vo SumDU, 2008, 158 p.
- Lande D. V. Modelirovanie dinamiki informacionnyh potokov, *Fundamental'nye issledovanija*, 2012, No. 6, pp. 652–654.
- Dodonov A. G., Lande D. V., Zhigalo V. V. Setevye informacionnye potoki kak sodержatel'naja sostavljajushhaja informacionno-analiticheskikh sistem, *Restracija, zberigannja i obrobka danih*, 2010, No. 1, pp. 39–48.
- Lande D. V. Model' diffuzii informacii, *Informacionnye tehnologii i bezopasnost'.* Menedzhment informacionnoj bezopasnosti. *Sbornik nauchnyh trudov Instituta problem registracii informacii*, 2007, Vyp. 10, pp. 51–67.
- Shyshkina M. P. Systemy ta zasoby modeljuvannja znannja u jedynomu informacijno-osvith'omu prostori, *Aktual'ni problemy psihologii'*: *Psychologichna teorija i tehnologija*, 2009, No. 6, pp. 317–327.
- Sjavavko M. S., Tretjak O. M. Nechitko-interval'ni metody ocinky ryzyku ta entropii' povedinky social'no-ekonomichnoi' systemy, *Ekonomichna kibernetika*, 2006, No. 3–4(39–40), pp. 53–61.
- Jacyshyn Ju. V., Shahovs'ka N. B. Model' upravlinnja mistom na osnovi termodinamichnyh zakoniv, *Visnyk Nacional'nogo universytetu «L'vivs'ka politehnika».* *Seriya Informacijni systemy ta merezhi*, 2000, No. 406, pp. 239–247.
- Dobrynina N. F. Matematicheskie modeli rasprostraneniya znaniy i upravlenie processom obuchenija studentov, *Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Fundamental'nye issledovanija»*, 2009, No. 7, pp. 7–9.
- Artemenko V. B. Gibrid agent-orientirovannoj modeli ocenki znaniy uchastnikami distancionnogo obuchenija, *Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo*, 2011, No. 2, pp. 423–434.
- Petrash A. Metody informacijno-matematicheskogo modeljuvannja navchal'nogo procesu, *Innovacijni komp'juterni tehnologii' u vyshhij shkoli : materialy 3-oi' nauk.-prakt. konf., 18–20 zhovt. 2011 r., L'viv / Nac. un-t «L'viv. politehnika» ; [redkol.: D. V. Fedasjuk ta in.]*. Leningrad, Vyd-vo L'viv. politehniki, 2011, pp. 128–132.
- Sergienko I. V., Dejneka V. S. Identifikacija parametrov sistemy konvektivno-diffuzionnogo perenosa, *Kibernetika i sistemnyj analiz*, 2009, No. 1, pp. 42–63.