

УДК 004.056(075.8)

В. М. АХРАМОВИЧ, канд. техн. наук, доцент;
Державний університет телекомунікацій, Київ

МОДЕЛЬ СИЛЬНИХ ТА СЛАБКИХ ЗВ'ЯЗКІВ КОРИСТУВАЧІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Побудовано модель сильних та слабких зв'язків користувачів у соціальних мережах за таких припущень:

1. Сила впливу одного фактора на інший за даним шляхом залежить від довжини цього шляху (тобто кількості ребер у ньому).

2. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніший вплив між ними.

Метод аналізу впливів ґрунтується на таких припущеннях:

1. Сила впливу одного фактора на інший за даним шляхом залежить від довжини цього шляху (тобто кількості ребер у ньому).

2. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніше вплив між ними.

Для порівняння різних стратегій визначення впливів користувачів розглядаються різні варіанти оцінної функції. Більш детальні характеристики взаємодії факторів виявлено в процесі використання нечітких когнітивних карт.

Розглянуто модель нечіткого когнітивного графа впливів та ваги ребер. Розв'язано такі завдання: отримання прогнозу розвитку ситуації (пряма задача) та знаходження керуючих впливів (зворотна задача).

Ключові слова: модель; метод; аналіз; граф; стратегія; характеристики; вплив; нечітка взаємодія; обчислення; шлях; вершина; ребро; функція; результат; консонанс; змінна; припущення; монотонно; оцінна; сумарний; динамічний; когнітивні карти; множина; приріст; задача; модуль; фактор; транзитивне.

Вступ

Методологія комплексного захисту інформації користувачів у соціальних мережах передбачає дослідження, зокрема виявлення та оцінювання величини впливів їх один на одного.

Основна частина

Метод аналізу впливів ґрунтується на таких припущеннях:

1. Сила впливу одного фактора на інший по даному шляху залежить від довжини цього шляху (тобто кількості ребер у ньому).

2. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніший вплив між ними.

Нехай P_{ij}^m і N_{ij}^m — кількість відповідно позитивних і негативних шляхів довжини m , що йдуть від фактора x_i до фактора x_j . Тоді сумарні позитивний і негативний вплив фактора x_i на фактор x_j визначатимуться так:

- позитивний вплив: $\bar{P}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)P_{ij}^m$;

- негативний вплив: $\bar{N}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)N_{ij}^m$,

де $f(m)$ — монотонна функція, яка не спадає від довжини шляху m та визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від x_i до x_j . Як $f(m)$ зазвичай беруть монотонно спадну і диференційовану функцію $f(m) = \alpha m$, де $\alpha \in [0; 1]$ — коефіцієнт, що визначає ступінь послаблення. Зі зменшенням α зменшується вплив довгих шляхів на кінцевий результат; тому, змінюючи α , можна аналізувати вплив шляхів різної довжини. Для порівняння різних стратегій розглядаються різні варіанти оцінної функції $V(s_{ij}, c_{ij})$, де s_{ij} — сумарний вплив фактора i на фактор j ; c_{ij} — консонанс впливу фактора i на фактор j , які визначаються за такими співвідношеннями:

$$s_{ij} = \bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij};$$

$$c_{ij} = (\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}).$$

Консонанс c_{ij} — це міра відмінності між позитивним і негативним впливом. Чим він більший, тим чіткіше характер впливу. Функція $V(s_{ij}, c_{ij})$ повинна задовольняти, зокрема, такі вимоги:

1. Нехай стратегія i характеризується парою (s_{ij}, c_{ij}) , а стратегія i' — парою $(s_{i'j}, c_{i'j})$. Тоді, якщо $V(s_{ij}, c_{ij}) > V(s_{i'j}, c_{i'j})$, то i краще i' .

2. Якщо $c_{ij} = 0$, то $V(s_{ij}, c_{ij}) = 0$ за будь-яких s_{ij} .

3. Якщо $c_{ij} > 0$, то $V(s_{ij}, c_{ij})$ монотонно зростає за обома змінними; якщо $c_{ij} < 0$, то $V(s_{ij}, c_{ij})$ монотонно спадає за обома змінними. За деяких розумних припущень доцільно вибрати оцінну функцію у вигляді $V(s, c) = VS(s)VC(c)$.

Більш детальні характеристики взаємодії факторів можна виявити у процесі використання нечітких когнітивних карт. Найбільш поширений підхід до обчислення нечітких впливів, запропонований у [4], полягає в такому. Нехай між f_i і $f_j \in m$ шляхів і $I_r(f_i, f_j)$ позначає вплив f_i на f_j по r -му шляху, а $T(f_i, f_j)$ — сумарний вплив f_i на f_j за всіма m шляхах. Тоді

$$I_r(f_i, f_j) = \min_p w_{p,p+1};$$

$$T(f_i, f_j) = \max_{1 \leq r \leq m} I_r(f_i, f_j),$$

де $w_{p,p+1}$ — вага орієнтованого ребра від f_p до f_{p+1} на r -му шляху. Таким чином, операція $I_r(f_i, f_j)$ виокремлює найбільш слабкий зв'язок в r -му шляху, а операція $T(f_i, f_j)$ — найбільш сильний зі зв'язків $I_r(f_i, f_j)$. Проілюструємо ці визначення прикладом з [1] (рисунок).

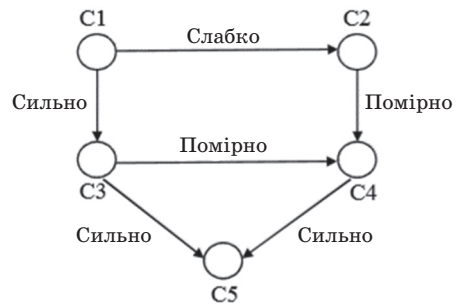
Тут ваги ребер набувають значення з лінгвістичної шкали {слабко, помірно, сильно}. Розглянемо вплив фактора C1 на фактор C5. У графі три каузальних шляхи від C1 до C5 ($r = 1, 2, 3$): $r = 1$ відповідає шлях (C1, C3, C5), $r = 2$ — шлях (C1, C3, C4, C5), $r = 3$ — шлях (C1, C2, C4, C5). Три непрямі впливи C1 на C5 такі:

$I_1(C1, C5) = \min \{w_{13}, w_{35}\} = \min \{\text{сильно, сильно}\} = \text{сильно};$

$I_2(C1, C5) = \min \{w_{13}, w_{34}, w_{45}\} = \min \{\text{сильно, помірно, сильно}\} = \text{помірно};$

$I_3(C1, C5) = \min \{w_{12}, w_{24}, w_{45}\} = \min \{\text{слабко, помірно, сильно}\} = \text{слабко}.$ Звідси сумарний вплив C1 на C5 дорівнює: $T(C1, C5) = \max \{I_1(C1, C5), I_2(C1, C5), I_3(C1, C5)\} = \max \{\text{сильно, помірно, слабко}\} = \text{сильно}.$

У роботі [4] запропоновано модифіковану модель впливів. У цій моделі вершина може перебувати в активному або пасивному стані; крім того, кожній вершині приписаний поріг. Вершина переходить в активний стан, тільки якщо сума вхідних впливів досягає порога. Тільки в активному стані вершина передає вплив далі.



Нечіткий когнітивний граф впливів

Завдання динамічного аналізу

У завданнях динамічного аналізу нечіткі величини приписуються не тільки зв'язкам, а й факторам. При цьому на відміну від ваг зв'язків, які в процесі аналізу вважаються постійними, величина, приписана фактору v_i , — це значення деякої функції $y_i(t)$, яке залежить від ваг вхідних ребер і значень факторів, вхідних для v_i , і змінюється з часом. Вектор $Y(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t))$ значень усіх факторів ситуації в момент t утворює стан ситуації в момент t : $X(t)$. Сукупність ваг ребер w_{ij} задається матрицею суміжності графа $W = \{w_{ij}\}$. Наявність у фактора величини дає змогу не тільки оцінити силу впливу на фактор, а й подати результат сумарних впливів у вигляді конкретного значення. Поняття стану ситуації дозволяє говорити про розвиток ситуації в часі під дією різних зовнішніх впливів, що виражаються в зміні значень факторів, тобто ставити завдання прогнозу (пряма задача), а також дослідити можливості керування ситуацією, тобто шукати впливи, що призводять до потрібного (цільового) стану (зворотна задача). У загальному випадку функції, властиві різним факторам, різні, що призводить до структури, подібної до НКК (нечіткі когнітивні карти (*fuzzy cognitive maps*)). Обчислювальна складність аналізу такої НКК вельми велика [3]. Розглянемо більш простий випадок, але який досить часто зустрічається в багатьох прикладних задачах, коли ці функції, по-перше, для всіх факторів однакові, а по-друге, залежать не від значень вхідних факторів, а від їх збільшень (тобто величина приросту в будь-якому стані впливає однаково). Вважатимемо, що область значень кожного фактора v_i — це лінійно впорядкована множина (шкала) лінгвістичних значень Z_i

$$Z_i = \{z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iq}(i)\},$$

де z_{i1} і $z_{iq}(i)$ — відповідно мінімальний і максимальний елемент множини: з $k < l$ впливає $z_{ik} < z_{il}$. Потужності шкал $q(i)$ для різних факторів різні. Приріст значення фактора характеризується знаком збільшення і його величиною. Для поточного значення $y_i(t) = z_{im}$ перехід до елементів Z_i : $\{z_{i(m+1)}, z_{i(m+2)}, \dots, z_{iq}(i)\}$ дає позитивний приріст \tilde{P}^+ ; негативний приріст \tilde{P}^- дістаємо в разі переходу до $\{z_{i(m-1)}, z_{i(m-2)}, \dots, z_{i1}\}$. У загальному випадку при переході від z_{im} до z_{il} фактор отримує приріст: $\tilde{P}^{sign(l-m)}$. Очевидно, що при $m < l$ приріст буде позитивним, а при $m > l$ — негативним. Для зручності обчислень

у процесі аналізу ситуацій визначимо відображення $E: Z_i \rightarrow [0, 1]$ дискретної лінгвістичної шкали $Z_i = \{z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{ir}\}$ на відрізок $[0, 1]$ у такий спосіб. Розіб'ємо відрізок $[0, 1]$ на r рівних відрізків, межі яких позначимо за зростанням $b_0 = 0, b_1, \dots, b_{r-1}, b_r = 1$. Покладемо $z_{ik} = (b_{k-1} b_k)/2$ (елемент z_{ik} відображається в центр k -го відрізка). Таке відображення дозволяє алгоритми нечіткої когнітивної моделі зробити числовими. Зворотне відображення $E^{-1}: [0, 1] \rightarrow Z_i$ є гомоморфізмом: усі точки, розміщені в інтервалі $(b_{k-1} b_k)$, відобразяться в одну точку z_{ik} . За допомогою прямого відображення стан ситуації подається в числовому вигляді, і подальші обчислення виконуються з числовим поданням стану ситуації $X(t)$. Зворотне відображення використовується тільки для якісних інтерпретацій результатів аналізу.

Отримання прогнозу розвитку ситуації (пряма задача)

Дане завдання формулюється в такий спосіб [3]. Задано:

- когнітивна карта $G(V, W)$, де V — безліч вершин (факторів ситуації); W — матриця суміжності;
- безліч $\{Z_1, \dots, Z_n\}$ шкал усіх факторів ситуації;
- початковий стан ситуації $X(0) = (x_1(0), \dots, x_n(0))$;
- початковий вектор приростів факторів ситуації $P(0) = (p_1(0), \dots, p_n(0))$.

Необхідно знайти стан ситуації $X(1), \dots, X(n)$ і вектори приростів $P(1), \dots, P(n)$ в послідовні дискретні моменти часу $\{1, \dots, n\}$, де $n = \|V\|$ для того, щоб вплив вихідного збурення міг досягти всіх вершин. Прогноз розвитку ситуації визначається за допомогою матричного співвідношення: $P(t+1) = P(t) \circ W(t)$, де \circ — правило max-product: $p_i(t+1) = \max_j (p_j(t) \cdot w_{ji})$.

Таким чином, приріст $p_i(t+1)$ — це максимальна за модулем величина з $p_j(t)w_{ji}$, де максимум береться за всіма чинниками, вхідними для фактора v_i (для інших факторів $w_{ji} = 0$). Схему роботи з моделлю можна подати так. Експерт задає в лінгвістичних значеннях початковий стан ситуації $X(0)$ і наступний стан $X(1)$, що виникає після впливу на концепти когнітивної карти. За цими даними після подання стану ситуації в числовому вигляді обчислюється числове значення початкового приросту: $P(0) = X(1) - X(0) = (Y(1)) - (Y(0))$. Подальші обчислення є числовими: за допомогою операції max-product розраховуються прирости в послідовні моменти $t = 1, \dots, n$, а стан ситуації визначається за співвідношенням $X(t+1) = X(t) + P(t)$.

Для інтерпретації прогнозів і видачі результатів ОПР виробляється зворотне відображення E^{-1} числових величин в лінгвістичні. Із отриманням прогнозу поряд з обчисленням вектора $P(t+1)$ обчислюється вектор $C = \{c_1(t+1), \dots, c_n(t+1)\}$. Величина $c_i(t+1)$ — це консонанс фактора v_i . Він має таке саме значення, що було розраховано раніше, але змінюється з часом і визначається в такий спосіб.

Позначимо через $P_i^+(t+1)$ максимум позитивних приростів, що надходять на вхід фактора v_i : $P_i^+(t+1) = \{p_j(t)w_{ji} \mid p_j(t)w_{ji} > 0\}$. Аналогічно, $P_i^-(t+1)$ — максимум абсолютних величин негативних приростів, що надходять на вхід фактора v_i : $P_i^-(t+1) = \{p_j(t)w_{ji} \mid p_j(t)w_{ji} < 0\}$. Тоді $c_i = P_i^+(t+1) - P_i^-(t+1) / (P_i^+(t+1) + P_i^-(t+1))$; консонанс $c_i(t+1)$ характеризує ступінь упевненості в прогнозі на момент $t+1$. При $c_i(t+1) \Rightarrow 1$, тобто $P_i^+(t+1) \gg P_i^-(t+1)$ або $P_i^-(t+1) \gg P_i^+(t+1)$. Упевненість суб'єкта у значенні приросту i -го фактора $P_i(t+1)$ максимальна, а при $c_i(t+1) \Rightarrow 0$, тобто при $P_i^+(t+1) \Rightarrow P_i^-(t+1)$, мінімальна. Інтервали значень консонанса можуть мати лінгвістичну інтерпретацію типу «Неможливо», «Можливо», «Достовірно» і т. д. Таким чином, правдоподібний прогноз розвитку ситуації до моменту $t+1$ визначається парою: $X(t+1), C(t+1)$, де $X(t+1)$ — вектор значень факторів ситуації в момент $t+1$, $C(t+1)$ — вектор консонанса в момент $t+1$.

Розв'язок прямої задачі має враховувати два істотних моменти:

1. У процесі аналізу нечітких ситуацій нечіткими є і інтервали часу, оскільки час реалізації впливу одних факторів на інші точно невідомо і оцінюється досить грубо. Моменти часу $(t+i)$ мають розумітися не як точки на абсолютній часовій шкалі, а як лінійно впорядковані в часі проміжні кроки прогнозу. Цільовий стан $X(t+n)$ не обчислюється ітеративно за формулою $X(t+i) = X(t+i-1) + P(t+i)$, $i = 1, \dots, n$, а є результатом узагальненої якісної оцінки всього прогнозованого розвитку ситуації від t до $t+n$. В алгоритмах використовуються нечіткі матричні операції, названі в нечіткій математиці композиціями [5; 6]: max-product (роль добутку складання відіграє взяття максимуму, множення — звичайне) або max-min (роль множення відіграє взяття мінімуму).

2. Під час обчислення приростів і станів ситуації в послідовні моменти часу $\{t, t+1, \dots, t+n\}$ доводиться розраховувати не тільки наступне значення приросту, а й ступінь впевненості щодо вибору (консонанс). Тому у разі вибору позитивного (чи негативного) приросту необхідно зберігати і відкинутий негативний (або позитивний) приріст.

Завдання знаходження керуючих впливів (зворотна задача)

Потрібно знайти керуючі впливи, які дають необхідний приріст значень факторів ситуації. На відміну від прямої, у формулюванні зворотної задачі моменти часу не беруть участі. Це пояснюється тим, що неважливо, на якому етапі необхідний приріст буде досягнуто. Під час пошуку вирішення проглядаються шляхи поширення впливів, що мають різну довжину. Для цього використовується нечітке транзитивне замикання матриці суміжності $W: = \{W_{ij}^k = (W_{ij}^1, W_{ij}^2, \dots, W_{ij}^n)\}$, де елемент (w_{ij}^k) k матриці ($k = 1, 2, \dots, n$) визначається зі співвідношення $(w_{ij}^k)^k = w_{ij}^k (w_{ij}^k)^{k-1}$. Очевидний сенс транзитивного замикання полягає в описі впливу чинників один на одного не тільки безпосередньо, а й через проміжні фактори. Наприклад, фактор v_j може впливати на фактор v_i не тільки безпосередньо, а й за допомогою впливу на фактор v_l .

Постановка зворотної задачі. Задано причинно-наслідкові зв'язки між факторами у вигляді матриці транзитивного замикання W і цільового вектора необхідних приростів значень факторів ситуації $\bar{P} = (\bar{P}_1, \bar{P}_2, \dots, \bar{P}_n)$. Знайти безліч векторів вхідних впливів $\{U\}$, таких, що для всіх U виконується рівність $U \cdot W = \bar{P}$. Методи розв'язання даного нечіткого реляційного рівняння описано в роботах [7; 8]. У [9; 10] показано, що зворотне завдання для нечітких реляційних рівнянь типу max-product еквівалентно задачі покриття і тому є NP-важкою задачею. Там же наведено методи, що дають змогу зменшувати кількість змінних у рівнянні без втрати безлічі розв'язків, уможливаючи зниження трудомісткості вирішення конкретних завдань. Специфіка когнітивного моделювання полягає в тому, що формальні математичні методи аналізу застосовуються до моделей, що описують суб'єктивне бачення ситуації. На кожному етапі формування моделі доводиться приймати рішення, від сукупності яких, врешті-решт, залежить адекватність побудованої моделі. Пропонований у літературі набір моделей і методів аналізу впливів у слабоструктурованих ситуаціях сам по собі не гарантує побудови адекватної моделі. Адекватність остаточно з'ясовується тільки в процесі реальної роботи з моделлю. Звідси, зокрема, впливає, що інформаційні технології підтримання прийняття рішень, що базуються на апараті когнітивних карт, має бути максимально відкритими для модифікацій. Потрібно зауважити, що вже сам процес побудови моделі є корисним для аналітиків ще до початку розрахунків, оскільки він змушує структурувати проблемну область. У разі формального виокремлення факторів і зв'язків між ними неминуче виявляються раніше невраховані аспекти ситуації, зв'язку, що здавалися несуттєвими, і формується система понять, в термінах якої навіть неформальне обговорення проблеми стає більш чітким і обґрунтованим. Головною ознакою апарату когнітивних карт є можливість систематичного якісного (у сенсі — не кількісного) обліку віддалених наслідків прийнятих рішень і виявлення додаткових ефектів, які можуть перешкодити реалізації, здавалося б, очевидних рішень і які важко оцінити інтуїтивно за великої кількості факторів і різноманіття численних шляхів взаємодії між ними. Можна стверджувати, що такий підхід є математичною основою для інтелектуальних інформаційних технологій підтримання прийняття рішень у слабоструктурованих предметних областях [3]. Останніми роками спостерігається активний попит на інформаційні технології, що використовують цей підхід, з боку керівників органів різного рівня. Тому роботи в цьому напрямку є перспективними як в теоретичному, так і в прикладному плані.

Висновки

Найбільш зручним математичним апаратом для опису і дослідження систем соціотехнічного типу, до яких належить система комплексного забезпечення інформаційної безпеки, є когнітивне моделювання, як один із напрямків сучасної теорії підтримання прийняття рішень у процесі керування слабоструктурованими і важкоформалізованими системами і ситуаціями. Когнітивний підхід до моделювання та керування слабоструктурованими системами спрямований на розробку формальних моделей і методів, що підтримують інтелектуальний процес вирішення проблем завдяки врахуванню в зазначених моделях і методах когнітивних можливостей (сприйняття, уявлення, пізнання, розуміння, пояснення) суб'єктів керування під час вирішення управлінських завдань.

Список використаної літератури

1. Kosko B. *Fuzzy cognitive maps* // *International Journal of Man-Machine Studies*, 1986. Vol. 1. P. 65–75.
2. Maruyama M. *The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes* // *Amer. Scientist*. 1963. Vol. 51. P. 164–179.
3. URL: <http://posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html>.
4. Liu Z.-Q., Zhang J. Y. *Interrogating the structure of fuzzy cognitive maps* // *Soft Computing*, 2003. V. 7. P. 148–153.

5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. Москва: Радио и связь, 1982.
6. Поспелов Д. А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. Москва: Наука, 1986.
7. Pappis C. P., Adamopoulos G. I. A computer algorithm for the solution of the inverse problem of fuzzy systems // *Fuzzy Sets and Systems*, 1991. V. 39. P. 279–290.
8. Bourke M. M., Fisher D. G. Solution algorithms for fuzzy relation equations with max-product composition. // *Fuzzy Sets and Systems* 1998. V. 94. P. 61–69.
9. Марковский А. В. О решении нечетких уравнений типа «max-product» в обратных задачах управления и принятия решений // *Автоматика и телемеханика*, 2004. №9. С. 149–159.
10. Markovskii A. V. On the relation between equations with max-product composition and the covering problem // *Fuzzy Sets and Systems*, V. 153. Issue 2, 16 July 2005, P. 261–273.

Рецензент: доктор техн. наук, доцент Г. І. Гайдур, Державний університет телекомунікацій, Київ.

В. Н. Ахрамович

МОДЕЛЬ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ СВЯЗЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Построена модель сильных и слабых связей пользователей в социальных сетях при следующих допущениях:

1. Сила влияния одного фактора на другой по данному пути зависит от длины этого пути (т. е. числа ребер в нем).
2. Чем больше параллельных действий (по разным путям) существует между факторами, тем сильнее влияние между ними.

Метод анализа воздействий основывается на следующих допущениях:

1. Сила влияния одного фактора на другой по данному пути зависит от длины этого пути (т. е. числа ребер в нем).
2. Чем больше параллельных действий (по разным путям) существует между факторами, тем сильнее влияние между ними.

Для сравнения различных стратегий определения воздействий пользователей рассматриваются различные варианты оценочной функции. Более подробные характеристики взаимодействия факторов выявлены при использовании нечетких когнитивных карт.

Рассмотрена модель нечеткого когнитивного графа воздействий и веса ребер. Решены задачи: получение прогноза развития ситуации (прямая задача) и нахождения управляющих воздействий (обратная задача).

Ключевые слова: модель; метод; анализ; граф; стратегия; характеристики; влияние; нечеткое взаимодействие; вычисления; путь; вершина; ребро; функция; результат; консонанс; переменная; предположение; монотонно; оценочно; суммарный; динамичный; когнитивные карты; множество; прирост; задача; модуль; фактор; транзитивно.

V. N. Akhramovych

MODEL OF STRONG AND WEAK CONNECTIONS OF USERS IN SOCIAL NETWORKS

The constructed model of strong and weak user connections in social networks, with the following assumptions:

1. The strength of the influence of one factor on another along a given path depends on the length of this path (that is, the number of edges in it).

2. The more parallel actions (in different ways) between the factors exist, the stronger the influence between them.

The impact analysis method is based on the following assumptions:

1. The strength of the influence of one factor on another along a given path depends on the length of this path (that is, the number of edges in it).

2. The more parallel actions (in different ways) between the factors exist, the stronger the influence between them.

To compare different strategies for determining user impacts, various options for the evaluation function are considered. More detailed characteristics of the interaction of factors were revealed using fuzzy cognitive maps.

In problems of dynamic analysis, fuzzy values are attributed not only to relationships, but also to factors. Moreover, unlike bond weights, which are considered constant during the analysis, the quantity, factor is the value of some function, which depends on the weights of the incoming edges and the values of factors that change with time. The vector of values of all factors of the situation at a certain time forms the state of the situation. The set of edge weights is given by the adjacency matrix of the graph. The presence of a factor in a factor makes it possible not only to evaluate the power of influence on the factor, but also to express the result of the total effects in the form of a specific value. The concept of the state of the situation allows us to talk about the development of the situation in time under the influence of various external influences, expressed in a change in the values of factors, that is, to set forecast tasks (direct task), and also to explore the possibilities of managing the situation, that is, to look for influences leading to the desired (target) state (inverse problem).

A model of a fuzzy cognitive graph of impacts and edge weights is considered. The solved tasks: obtaining a forecast of the situation (direct task) and finding control actions (inverse problem).

Keywords: model; method; analysis; graph; strategy; characteristics; influence; fuzzy; interaction; computation; path; vertex; edge; function; result; consonance; variable; assumption; monotonous; estimated; total; dynamic; cognitive maps; set; gain; task; module, factor; transitive.