

КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

АНОТАЦІЯ. У статті вказано на відсутність комплексних системних підходів й адекватного інструментарію аналізу і моделювання процесів функціонування та управління економікою туристично-рекреаційного комплексу. Обґрунтовано концептуальні засади системного дослідження функціонування туристично-рекреаційного комплексу. Запропоновано шляхи поєднання апарату системного аналізу і когнітивного моделювання при дослідженні процесів функціонування та розвитку економіки туристично-рекреаційного комплексу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: туристично-рекреаційний комплекс, когнітивний підхід, когнітивне моделювання, когнітивна карта.

АННОТАЦИЯ. В статье указано на отсутствие комплексных системных подходов и адекватного инструментария анализа и моделирования процессов функционирования и управления экономикой туристическо-рекреационного комплекса. Обоснованы концептуальные основы системного исследования функционирования туристическо-рекреационного комплекса. Предложены пути сочетание аппарата системного анализа и когнитивного моделирования при исследовании процессов функционирования и развития экономики туристическо-рекреационного комплекса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: туристическо-рекреационный комплекс, когнитивный подход, когнитивное моделирование, когнитивная карта.

ANNOTATION. The article indicated the absence of complex systems approaches and adequate tools of analysis and simulation of the operation and management of the economy of the tourism industry. The conceptual framework of systems research operation of the tourism industry. The ways of combining machine systems analysis and modeling in the study of cognitive processes functioning and economic development of the tourism industry.

KEYWORDS: tourist and recreational complex, cognitive approach, cognitive modeling, cognitive map.

Постановка проблеми. Когнітивний підхід у прийнятті управлінських рішень у контексті стратегічного розвитку туризму дає можливість доповнити методики підтримки та прийняття управлінських рішень слабоструктурованих проблем управління розвитком туристично-рекреаційного комплексу (ТРК). Когнітивне моделювання сценаріїв розвитку в сукупності зі стратегічним підходом управління відіграє вагомий роль у науково обґрунтованому процесі управління, оскільки уможливорює одночасне врахування зовнішніх і внутрішніх факторів.

Метою статті є розробка методології когнітивного моделювання як інструмента дослідження туристично-рекреаційного комплексу.

Виклад основного матеріалу. Складність аналізу процесів і прийняття управлінських рішень у рекреаційних системах зумовлена такими факторами:

- 1) багатоаспектністю процесів (економічних, соціальних тощо);
- 2) взаємозалежністю процесів (неможливо виділити та детально дослідити окремі явища, процеси, які мають розглядатись у взаємозв'язку та взаємозалежності);
- 3) недостатнім обсягом кількісної інформації про динаміку процесів, що змушує переходити до їх якісного аналізу;

4) мінливістю характеру процесів у часі тощо.

Когнітивний аналіз є сукупністю послідовних ітерацій, які наведено на рис. 1.

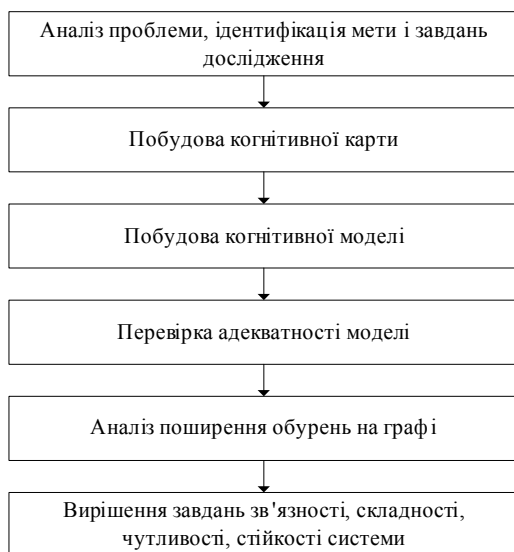


Рис. 1. Ідентифікація послідовних ітерацій когнітивного моделювання

Когнітивний підхід є універсальним науковим інструментарієм дослідження поведінки складних систем; за його допомогою можна структурувати знання про досліджуваний об'єкт і його зовнішнє середовище, до того ж об'єкт і зовнішнє середовище розмежовуються «нечітко». Метою такої структуризації є [1]:

- формування та уточнення гіпотези про функціонування досліджуваного об'єкта як складної системи. Ця система складається з окремих, але взаємозв'язаних між собою елементів і підсистем;

- виявлення найістотніших (базисних) факторів, які характеризують «прикордонний» шар взаємодії об'єкта і зовнішнього середовища;

- установлення якісних (причинно-наслідкових) зв'язків між ними, тобто визначення взаємозв'язку між факторами в ході їх зміни.

Результатом структуризації знань експертів є побудова когнітивної карти. Когнітивна карта — це функціонально орієнтований граф, у якому концепти (вершини) є базисними факторами ситуації, а дуги є деякою функціональною залежністю між ними:

$$G = \langle V_i, E_i \rangle, \quad (1)$$

де $V_i, i = 1, 2, \dots, k$ — вершини (концепти) — елементи досліджуваної системи, які взаємооднозначно відповідають базисним факторам ситуації в термінах реального процесу (ситуації);

$E_i, i = 1, 2, \dots, k$ — дуги, що відображають взаємозв'язок між концептами (V_i), які визначаються через ідентифікацію причинно-наслідкових ланцюгів і характеризують вплив будь-якого фактора на ін.

Вплив факторів (V_i) у досліджуваній ситуації може бути позитивним, коли збільшення (зменшення) одного фактора приводить до збільшення (зменшення) іншого, або негативним — коли збільшення (зменшення) одного фактора приводить до зменшення (збільшення) іншого, або його немає (0).

Когнітивну карту крім графічного зображення у вигляді графа можна подати матрицею інцидентцій A_G . Відношення a_{ij} може мати знак «+1» або «-1»:

$$A_G = \left| a_{ij} \right|_{k \times k}, a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } V_i \text{ впливає на } V_j, \\ 0, \text{ якщо } V_i \text{ не впливає на } V_j. \end{cases} \quad (2)$$

Когнітивна карта характеризує наявність взаємного впливу факторів. Вона не дає детальної оцінки ані характеру впливу, ані динаміці зміни впливу залежно від зміни ситуації, ані часових змін самих факторів [2].

На етапі побудови когнітивної моделі кожен зв'язок між факторами когнітивної карти розкривається через відповідні рівняння, які можуть містити як кількісні, так і якісні змінні. При цьому кількісні значення змінних у моделі відображаються в абсолютних чисельних значеннях. Кожній якісній змінній ставиться у відповідність сукупність лінгвістичних змінних, які відображають різні стани цієї змінної; а кожній лінгвістичній змінній відповідає певний чисельний еквівалент за шкалою від -1 до 1. Нагромадження знань про процеси, що відбуваються в досліджуваній системі, дає підставу для детальнішого розкриття характеру зв'язків між факторами.

З формально-математичного погляду когнітивна модель (векторний функціональний граф) — це коротез:

$$\Phi = \langle G, X, F \rangle, \quad (3)$$

де $G = \langle V, E \rangle$, — оргграф;

X — множина параметрів вершин V :

$$X = \{X^{(V_i)}\}_{i=1,2,\dots,k}, X^{(V_i)} = \{x^{(i)}_g\}_{g=1,2,\dots,n_i},$$

кожній вершині ставиться у відповідність вектор незалежних параметрів $X^{(V_i)}$, (або $x^{(i)}_g = x_i$, якщо $g = 1$);

$X: V \rightarrow R, R$ — множина дійсних чисел;

$F = F(X, E) = F(x_i x_j e_{ij})$ — функціонал перетворення дуг, які ставлять у відповідність кожній дузі або знак («+», «-»), або ваговий коефіцієнт ω_{ij} , або функцію $f(x_i x_j e_{ij}) = f_{ij}$.

Залежно від $F(X, E)$ вводиться розширене поняття оргграфа:

Знаковий оргграф (когнітивна карта) — це Φ -граф, у якому:

$$F(X, E) = \begin{cases} +1, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \\ -1, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \end{cases}, \quad ij = 1, 2, \dots, k \quad (4)$$

Зважений знаковий оргграф — це Φ -граф, в якому:

$$F(X, E) = \begin{cases} +\omega_{ij}, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \\ -\omega_{ij}, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \end{cases}, \quad ij = 1, 2, \dots, k \quad (5)$$

Тут ω_{ij} — ваговий коефіцієнт;

$\omega_{ij} \in W, W$ — множина всіх дуг, $W: E \times X \rightarrow R, R$ — множина дійсних чисел. Оцінка ω_{ij} може бути як дискретна, так і інтервальна.

Простий функціональний граф — це Φ -граф, у якому:

$$F = F(X, E) = F(x_i x_j e_{ij}) = f_{ij},$$

$$F(X, E) = \begin{cases} +f_{ij}, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \\ -f_{ij}, & \text{якщо зростання (зниження) } x_i, \\ & \text{спричиняє зростання (зниження) } x_j; \end{cases}, \quad (6)$$

f_{ij} — функціональна залежність параметрів вершин, яка ставиться у відповідність кожній дузі. Залежність f_{ij} може бути не тільки функціональною, але й стохастичною η_{ij} .

Дослідження динаміки об'єкта когнітивними моделями вимагає побудови сценарію його поведінки. Уведемо формалізоване поняття сценарію.

Сценарієм $\mathfrak{R}$ поведінки об'єкта з погляду ОПР назовемо послідовність пар $(I(t_n), t_n)$, сформовану відповідно до правила вибору A .

$\mathfrak{R} = \mathfrak{R}\{(I(t_n), t_n) | t_n \in A\}$ при $n = 0, 1, \dots, N$; $t_0 = 0$, N — глибина сценарію, $T = t_N$ — горизонт сценарію.

Основним у даному підході є поняття «ситуація». Ситуація характеризується насамперед набором кількісних і якісних характеристик системи (керівний вплив факторів), за допомогою яких описуються процеси зміни етапів у сценарії.

Послідовність ситуацій, що виникають за наявності імпульсів (керівного впливу) у вершинах когнітивної карти називають імпульсним процесом, або сценарієм розвитку ситуацій.

На підставі розробленого сценарію визначаються даліші події, вибирається сценарій безпечного розвитку та сценарій стійкого розвитку.

Структура когнітивного підходу відповідає всім загальним вимогам аналізу: зручно «вбудовувати» специфічні та нові методи когнітивного аналізу; методи аналізу зв'язності, складності, стійкості систем, поданих когнітивними картами, моделями, а також сценарний аналіз динаміки поведінки об'єкта, яка породжується особливостями рекреаційної системи.

Когнітивне моделювання процесів управління ситуацією можна подати у вигляді циклічної процедури (рис. 2) [3].

Когнітивне моделювання базується на сценарному підході [4] — знання про досліджувану проблему розширюються та уточнюються, вихідна модель постійно вдосконалюється. Зупинимось докладніше на сценарному аналізі (визначення мети; перевірка мети на несуперечливість; сценарні дослідження; перевірка керівних факторів на їх узгодженість з метою; порівняння сценаріїв). У рамках когнітивного моделювання під сценарієм розуміють сукупність тенденцій, які характеризують ситуацію у даний момент часу: бажані напрямки розвитку; комплекс заходів, що впливають на розвиток ситуації; система спостереження за параметрами (факторами), які ілюструють поведінку процесів за встановлених початкових тенденцій [5].

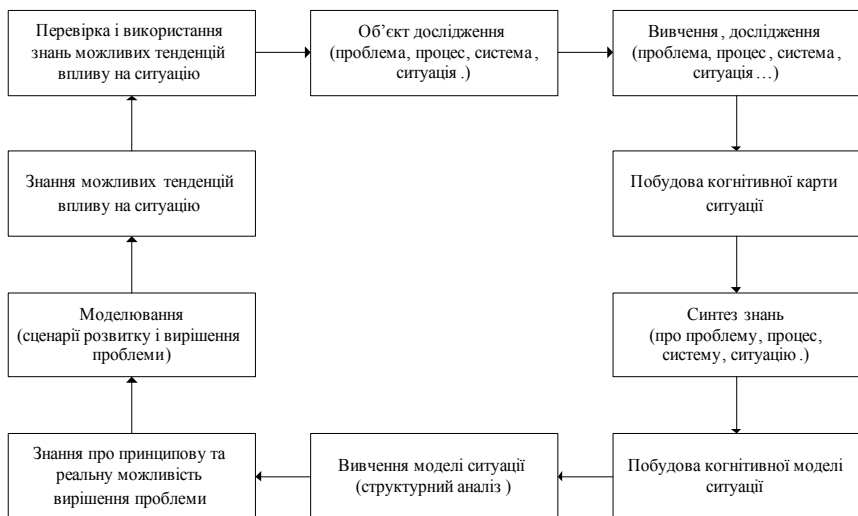


Рис. 2. Процедури когнітивного моделювання

У ситуації необхідно визначити мету управління та його вплив на досягнення встановленої мети. Залежно від вихідної ситуації можлива різна постановка завдань щодо досягнення мети за допомогою вибору тих чи тих управлінських впливів.

Управлінський вплив може бути короткостроковим (імпульсним) або довгостроковим (неперервним), а також можливе й одночасне використання імпульсного та неперервного управлінського впливу. Вектор управлінського впливу є сукупністю факторів, на кожен з яких подається імпульс заданої величини.

Керований розвиток є варіантом розвитку об'єкта управління з урахуванням управлінського впливу в напрямі заданої мети [6].

Аналізуючи конкретну ситуацію, ми зазвичай знаємо або передбачаємо, які зміни базисних факторів є для нас бажаними.

Фактори, які мають найбільший пріоритет, — це цільові (вихідні) фактори когнітивної моделі. Завдання прийняття рішень з управління процесами в ситуації полягає в тому, щоб забезпечити бажані зміни цільових факторів, які визначають мету управління.

Мета вважається заданою коректно, якщо бажані зміни одних цільових факторів не призводять до небажаних змін інших цільових факторів. У вихідній множині базисних факторів виділяється сукупність так званих вхідних керівних факторів, які здійснюють керівний вплив на модель. Вхідними даними, одержаними під час

збору та обробки інформації, для когнітивної моделі є: базисні фактори, тенденції їх зміни і сили взаємного впливу одного фактора на інший.

Когнітивне моделювання є одним з варіантів використання системного підходу до вирішення завдань управління розвитком рекреаційної системи в нестабільному середовищі, оскільки даний метод передбачає використання інструментів, які дають змогу:

- досліджувати проблеми рекреаційної системи, які описуються нечіткими факторами та взаємозв'язками;

- виявити невідомі, неявно виражені взаємозв'язки між процесами в рекреаційній системі і, відповідно, між виділеними на попередньому етапі ключовими проблемами в її розвитку;

- структурувати і формалізувати знання про явища та процеси, що відбуваються в рекреаційній системі, здобути нові знання про можливі зміни в майбутньому;

- досліджувати тенденції розвитку рекреаційної системи;

- виявити сприятливі та несприятливі тенденції в зовнішньому середовищі рекреаційної системи;

- прогнозувати перспективні напрями розвитку рекреаційної системи з урахуванням виявлених тенденцій у зовнішньому середовищі;

- досліджувати напрями розвитку рекреаційної системи і формувати на цій основі систему підтримки та прийняття управлінських рішень.

Отже, метод когнітивних карт є не тільки засобом установлення структури досліджуваного завдання [визначення концептів (факторів), зв'язків між ними та характеру цих зв'язків], а й методом підтримки та прийняття рішень. Цей метод є одним з ефективних засобів дослідження поведінки рекреаційної системи, в основі якого лежить дослідження когнітивної моделі ситуації.

Послідовність моментів часу $\{t_n\}$ — моменти, виділені в просторі T за певними правилами, для яких задані певні впливи на систему та правила зміни її станів, при цьому вважається, що зміни станів системи відбуваються миттєво.

Імпульс (Ім p) (збурення) $P_v(t)$ у вершині $v \in V$ у момент часу $t \in T$ — це зміна параметра в цій вершині в момент часу t :

$$P_v(t) = X_v(t_+) - X_v(t_-). \quad (7)$$

Зовнішній імпульс у момент t — сукупність

$$Q(t) = \{Q_v(t), v \in V\}.$$

Модель імпульсного процесу — це кортеж:

$$\langle \Phi, Q, A \rangle, \quad (8)$$

де Φ — Φ -граф, $\Phi = \langle (V, E), X, W \rangle$;

$Q = Q(t_n)$ — послідовність збурюючих дій;

A — правило зміни параметрів.

Розглянемо різні правила зміни параметрів у вершинах графа.

Правило (A) зміни параметрів у вершинах у момент t_{n+1} без зовнішніх імпульсів. Нехай параметр x_i залежить від часу, тобто

$x_i(t), t = 1, 2, \dots$. Тоді можна визначити процес поширення збурення по графу. У загальному випадку, якщо є кілька вершин V_j суміжних з V_i , процес поширення збурення визначається за правилом

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j=1}^{k-1} f(x_i, x_j, e_{ij}) p_j(t) \quad (9)$$

за відомих початкових значень $X(0)$ усіх вершин і початкового вектора збурень $P(0)$. Моделювання можна провадити ітераціями або імпульсами. Одній з вершин графа задається деяка змінна. Ця вершина певною мірою активізує всю систему показників, тобто пов'язаних з нею вершин. Таких вершин може бути кілька.

Функцію $p_j(t)$ впливу зміни на суміжну з V_j вершину V_i замінимо імпульсом $p(x) = x(n+1) - x(n)$, де $x(n), x(n+1)$ — величина показника вершини V на кожній ітерації в момент $t = n$ і наступний за ним $t = n + 1$. При цьому формула (9) набере вигляду:

$$x_i(n+1) = x_i(n) + \sum_{j=1}^{k-1} \lambda_{ij} \varpi_{ji} [x_j(n+1) - x_j(n)]. \quad (10)$$

У цих моделях коефіцієнти ω_{ji} (вплив суміжних вершин) визначаються статистичними методами; λ_{ji} характеризується знаком «+» або «-».

Правило (A) зміни параметрів вершин у момент t_{n+1} , якщо в момент часу t_n до вершини надійшли імпульси Q_i :

Імпульс, породжений зміною параметра у вершині:

$$P_{v_i}(t_{n+1}) = \sum_{v_j: e=e_{ij} \in E}^{k-1} f(x_i, x_j, e_{ij}) P_j(t_n) + Q_i(t_{n+1}). \quad (11)$$

Оскільки, в Φ -графі збурення в імпульсному процесі відображаються впорядкованою послідовністю без прив'язки до часу, то можна використовувати запис формул «в n -й момент часу». Тоді:

$$\begin{aligned} x_{v_i}(n+1) &= x_{v_i}(n) + \sum_{v_j: e=e_{ij} \in E}^{k-1} f(x_i, x_j, e_{ij})P_j(n) + Q_i(n+1); \\ P_{v_i}(n+1) &= \sum_{v_j: e=e_{ij} \in E}^{k-1} f(x_i, x_j, e_{ij})P_j(n) + Q_i(n+1) \end{aligned} \quad (12)$$

Модель імпульсних процесів може бути подана в матричному вигляді (на знакових графах).

Нехай $Q_t = \{q_{it}\}_{i=1}^t, t = 0, 1, 2, \dots, n$ — вектор зовнішніх імпульсів q_{it} , які надходять на вершини V_i в момент часу t ; $X_t = \{x_{it}\}_{i=1}^t, t = 0, 1, 2, \dots, n$ — вектор значень параметрів x_{it} вершин V_i у момент часу t ; $R_t = \{\Delta_{it}\}_{i=1}^k$ — вектор параметрів вершин у момент часу t , який задається рівнянням

$$R_t = X_t - X_{t-1}, t = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Зміни параметрів вершин задаються наступним рівнянням:

$$X_t = X_{t-1} + AR_{t-1} + Q_{t-1}. \quad (13)$$

Вектор R_t визначається як

$$R_t = A_{t-1}Q_0 + A_{t-2}Q_1 + \dots + AQ_{t-2} + IQ_{t-1}, \quad (14)$$

де I — одинична матриця.

Для автономних імпульсних процесів зовнішні імпульси вносяться лише один раз на початку моделювання ($P(0)$ має лише один ненульовий вхід), тобто імпульс надходить лише на одну вершину V_j . Такі процеси називають простими процесами поширення збурень.

Висновки. У процесі дослідження встановлено, що, незважаючи на численні теоретичні та емпіричні дослідження економіки ТРК, і досі немає комплексних системних підходів і адекватного інструментарію аналізу та моделювання процесів функціонування та управління економікою ТРК. Обґрунтовано концептуальні засади системного дослідження функціонування ТРК, які містять сукупність положень про сутність і дослідження процесу розвитку слабоструктурованих систем і ґрунтуються на поєднанні апарату системного аналізу та когнітивного моделювання.

Доведено, що застосування когнітивних карт і когнітивних моделей у дослідженні ТРК дає можливість розв'язувати завдання, які здебільшого складно піддаються формалізації за допомогою інших підходів.

Література

1. *Грабарев А. В.* Когнітивні карти та їх застосування до моделювання туристично-рекреаційної системи Кримського регіону / В. Д. Дербенцев, А. В. Грабарев // Економіка та підприємництво : зб. наук. пр. молодих учених та аспірантів. — Вип. 23. — К. : КНЕУ, 2009. — С. 386—395.
2. *Самаль С.А., Щербина О.А.* Моделирование рекреационных систем (зон туризма и отдыха). — Минск: БелНИИИТИ, 1988. — 57 с.
3. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites / R. Axelrod // Princeton University Press. — 1976.
4. *Yaman D.* A fuzzy cognitive map approach for effect-based operations: An illustrative case / D. Yaman, S. Polat // Information Sciences. — 2009. — № 179. — P. 382—403.
5. *Kosko B.* Fuzzy Cognitive Maps / B. Kosko // International Journal of Man-Machine Studies. — 1986. — № 24. — P. 65—75.

Стаття надійшла до редакції 17.11.2012