

ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС СЕМАНТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО МІСЦЕВІСТЬ

У статті розглянуто процес картографічного відображення просторових і змістовних (семантичних) характеристик об'єктів місцевості та відношень між ними. Проведено дослідження картографічних об'єктів як вихідних даних для розробки логіко-математичної моделі місцевості району бойових дій у вигляді математичних і логічних виразів. Розглянуто динамічну та статичну моделі місцевості, особливості їх створення та порядок використання.

Ключові слова: картографічний об'єкт, семантична інформація, змістовні ознаки, статична модель, динамічна модель.

Постановка проблеми. Створення електронних карт вимагає розробки нових методів картографічного відображення об'єктів. Ці методи повинні надавати можливість поряд з візуальним відображенням робити аналіз і побудову картографічного зображення. Вони повинні розроблятися з урахуванням теорії пізнання, інженерної психології, психофізіологічних законів зорового сприйняття, теорії інформації та знако-математичного моделювання змістовних і просторових ознак об'єктів.

Метою даної статті є викладення основних положень логіко-математичного опису семантичної інформації про місцевість.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо один з можливих підходів до формалізованого опису процесу картографічного відображення об'єктів [1, 2, 4] в умовах машинної картографії. Для цього ділянку місцевості, на якій ведуться бойові дії, представимо як складну систему S , що складається із сукупності просторово-логічно взаємозалежних між собою картографічних об'єктів W . Тоді з позицій системного підходу ця ділянка місцевості може бути представлена системою в наступному вигляді

$$S = w_1 \times \dots \times w_n \times \dots \times w_N, \quad (1)$$

де \times - операція декартового добутку, w_n - n -й картографічний об'єкт ділянки місцевості.

Вираз (1) характеризує об'єктовий склад ділянки місцевості, але не розкриває характеру зв'язків між окремими його картографічними об'єктами. Тому доцільно вираз (1) представити у вигляді

$$S = \langle \{ \times w_n \mid n = 1, N \}, R \rangle. \quad (2)$$

де R - відношення між картографічними об'єктами ділянки місцевості.

Однак вираз (2) також не дає повного уявлення про об'єкти місцевості і їхній внутрішній зміст, що не надає можливості досліджувати питання поводження моделі ділянки місцевості при накладенні додаткових умов завдань, що розв'язуються у районі бойових дій.

Розкриємо значеннєвий зміст картографічного об'єкта (рис. 1). При цьому під картографічним об'єктом будемо розуміти предмет, явище, процес реальної обстановки, що підлягає картографічному відображенню [1,5].



Рис. 1. Значеннєвий зміст картографічного об'єкта

Відобразимо картографічний об'єкт місцевості наступним чином

$$W = \bigcup_{i=1}^I \bigcup_{j=1}^{J_i} p_{i,j}, \quad (3)$$

де I - загальна кількість ознак в об'єкті, J_i - кількість можливих значень у межах i -ї ознаки, p - конкретне значення ознаки об'єкта. Вираз (3) описує картографічний об'єкт як логічне об'єднання всіх його ознак і їх значень.

При цьому під ознаками об'єкта і їх значеннями будемо розуміти його властивість, що при рішенні конкретного завдання може бути використана для ідентифікації даного об'єкта. Наприклад, картографічний об'єкт "Поросль лісу" як ознаки має: "відносну висоту", "назву" і "вид рослинності". Ознака "вид рослинності" як значення ознаки має: "хвойна рослинність" (ялина, сосна, кедр і т.д.), "широколиста рослинність" (береза, осика, ясен і т.д.). Для того, щоб провести оцінку об'єктів місцевості, будемо розглядати їх змістовні P^3 і просторові P^II ознаки, а також відношення між ними R , тобто

$$P_i = \langle \bigcup_{i=1}^k P_i^C, \bigcup_{i=1}^l P_i^{II}, \bigcup_{i=1}^{\sigma} R_i \rangle. \quad (4)$$

Функція P^C відображає n -мірний простір змістовних ознак за допомогою векторів $\{p\}$, що характеризують картографічний об'єкт

$$P^C = f(p_1, \dots, p_i, \dots, p_n). \quad (5)$$

Для оцінки змістовних ознак скористаємося підходом, викладеним в [4]. Відповідно до нього як мірило змістовної визначеності приймається питомий обсяг змісту m_s , що дорівнює кількості ознак і їх можливих значень із урахуванням їх ваги. У цьому випадку множину об'єктів можна представити у вигляді матриці ознак і їх значень:

$$M = \begin{pmatrix} M_1 \\ \dots \\ M_w \\ \dots \\ M_W \end{pmatrix}, \quad (6)$$

де $M_w = (P_{1J_1} \dots P_{iJ_i} \dots P_{mJ_m} \dots)$ - вектор m ознак (у P_{1J_1} -ї ознаки J_1 змістовних значень, у P_{iJ_i} - J_i змістовних значень, у P_{mJ_m} -ї ознаки J_m змістовних значень) i -го об'єкта.

Тоді кожний рядок такої матриці буде відповідати одному картографічному об'єкту, а кожний стовпець - певній змістовній ознаці. По сукупності значень змістовних ознак об'єктів відбувається їх змістовний опис. Кожній i -й ознаці у свою чергу надається набір її значень, що впливають із конкретного завдання, в інтересах якого моделюється семантична інформація. При такому описі завдання узагальнення характеру місцевості в загальному випадку зводиться до мінімізації кількості ознак або мінімізації набору їх значень, тобто

$$P = \prod_{J_i=1}^J p_{J_i}, \quad (7)$$

де p_{J_i} - кількість змістовних значень по i -й ознаці об'єкта.

Просторові ознаки відображають тривимірний простір за допомогою векторів координат B, L, H , що характеризують геодезичну метрику земної поверхні

$$P^H = f(B, L, H). \quad (8)$$

Функція R відображає n -мірний простір відношень між об'єктами за допомогою множини векторів відношень $\{p\}$, що характеризують змістовні й просторові відношення між об'єктами

$$R = f(r^C, r^H). \quad (9)$$

У свою чергу, функція r^C , що відображає відношення між змістовними ознаками об'єкта, може бути представлена за допомогою множини векторів, що характеризують змістовні відношення $\{r^C\}$:

$$r^C = f(r^K, r^3), \quad (10)$$

де r^K - відносини, що відображають місце об'єкта в класифікаційному ряді; r^3 - відносини між змістовними ознаками і їхніми змістовними значеннями.

Визначення r^K засноване на прив'язці конкретних картографічних об'єктів місцевості до класифікатора картографічної інформації [3, 5], в основу якого покладені змістовні ознаки і їхні змістовні значення, що використовуються як критерії відбору при складанні карт різних масштабів. При цьому кожному з множини об'єктів властиві свої ознаки й змістовні значення, а отже, і їхні класифікаційні ознаки.

Оцінка відносин між змістовними ознаками і їхніми змістовними значеннями сукупності картографічних об'єктів повинна проводитися з урахуванням тих завдань, які вирішуються з використанням цифрової моделі місцевості. Відповідно до цього встановлюються вагові значення для кожної ознаки та їхні критерії значимості. Тоді відношення r^3 буде функцією від значимості картографічного об'єкта A для даної задачі

$$r_A^3 = f(Z_A^P), \quad (11)$$

де $Z_A^P = \sum_{i=1}^l k_i c_{P_i}$, - значимість картографічного об'єкта A для задачі, що розв'язується, за всіма його змістовними ознаками, k_i - критерій значимості ознаки об'єкта A , c_{P_i} вагове значення ознаки P_i .

Тоді відносини між L картографічними об'єктами будуть визначатися в такий спосіб:

$$r_L^c = \bigcup_{l=1}^L r_l^c, \quad (12)$$

При розгляді просторових відносин будемо розглядати топологічні взаємозв'язки, абстрагуючись від змістовних властивостей об'єктів. При цьому в основу топологічних взаємозв'язків покладемо контури об'єктів K (лінійних і площинних) і їхню геодезичну метрику.

У якості основних бінарних просторових відносин, які утворюються між двома об'єктами A і B , розглянемо наступні:

1. Два об'єкти місцевості суміжні (два дотичні будинки, межа по дорозі), якщо виконується наступна умова:

$$K_A \cap K_B = 0. \quad (13)$$

2. Два об'єкти місцевості сусідять один з одним (будинок і ліс, дорога й річка), якщо виконується наступна умова:

$$\exists T_1 \exists T_2 \delta(T_1, T_2) \leq \eta, \quad (14)$$

де T_1 , і T_2 точки об'єктів, $\delta(T_1, T_2)$ відстань між точками, η - ценз сусідства.

3. Площинний об'єкт A вкладений в інший площинний об'єкт B (острів в озері), якщо виконується наступна умова:

$$K_A \subset K_B. \quad (15)$$

4. Лінійний об'єкт A перетинає лінійний об'єкт B (перетин двох доріг), якщо виконується наступна умова:

$$K_A \cap K_B \leq \eta, \quad (16)$$

де η - ценз перетину.

Множинні просторові відносини між об'єктами визначають деякі утворення, які в [4] названі топологічними структурами й ареалом, лінійною послідовністю й мережі. Ці утворення важливі не тільки при обробці картографічної інформації (наприклад, генералізації, оцінки місцевості), але й при оцінці обстановки в цілому.

Таким чином, розглянуті вище аспекти дослідження картографічного об'єкта, являють собою вихідні дані для розробки логіко-математичної моделі місцевості району бойових дій, тому що її елементи - картографічні об'єкти й відносини між ними - представлені у вигляді математичних і логічних виразів. Всі ці описи картографічного об'єкта представлені через його ознаки, які дозволяють досліджувати стан місцевості за допомогою логіко-математичних операцій над їхнім описом.

Тоді логіко-математичну модель місцевості можна представити у термінах теоретико-множинного підходу у вигляді функціонала F , тобто у вигляді функції, визначеної на деякій множині функцій

$$M = F(W, R), \quad (17)$$

де M - логіко-математична модель місцевості, $\{w\}$ - множина картографічних об'єктів місцевості, $\{R\}$ - множина відносин між об'єктами. Всі компоненти цієї моделі описані виразами (3-16).

Так як об'єктом дослідження є місцевість, на якій ведуться бойові дії, то її стан у ході бою (операції) буде змінюватися в тому чи іншому ступені в часі. Тому важливо знати поведження цієї моделі, що дасть можливість підвищити ефективність і оперативність прийняття рішень. Поведження моделі місцевості можна виразити в наступному формалізованому виді:

$$G: M \rightarrow M' \quad (18)$$

де G - оператор логіко-математичного перетворення, M - стан моделі місцевості перед початком бойових дій, M' - кінцевий стан моделі місцевості після бойових дій (або їхнього чергового етапу).

Розглядаючи карту, як візуально спостережувану модель місцевості, можна зробити висновок, що ця модель є статичною. Це пояснюється тим, що вона відображає картографічні об'єкти на певний проміжок часу. Зміна положення об'єктів на ній можна тільки уявити, а не побачити. Для відображення динаміки розвитку бою (операції) явища необхідно в картографічну модель внести елементи інформації (інтегрувати) про фактори обстановки, що змінюються в часі й у просторі [2, 4].

Висновки. Проведені дослідження значеннєвого змісту картографічного об'єкта й місцевості показують, що вивчення змісту моделі і її поводження служить засобом для одержання нової інформації, виявленої в результаті візуально-умовного, картометричного, графічного, математико-статистичного аналізу. Нова інформація здобувається в результаті синтезу зображення, логіко-математичного моделювання, а також через оцінку семантичних і просторових відносин між картографічними об'єктами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Васмут А.С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ. – М.: Недра, 1983. – 185 с.
2. Жуков В.Т., Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. Математико-картографическое моделирование в географии. – М.: Мысль, 1980. – 224 с.
3. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1000 000. – ВТУ ГШ ЗСУ, - 1998. – 53 с.
4. Основы геоинформатики. :Заварзин А.В., Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Лурье И.К., Рьльский И.А., Тикунов В.С., Трофимов А.М., Флейс М.Э., Яровых В.Б. - М.: Издательский центр «Академия», - 2004. - 352 с.
5. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие. Аверченков В.И., Фёдоров В.П., Хейфец М.Л. - М.: ФЛИНТА, - 2011. - 271 с.
6. Тикунов В.С. Классификация в географии. – Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. – 367 с.

Рецензент: к.т.н. Литвиненко Н.І., Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н., доц. Савков П.А., Писаренко Р.В., Валиев Д.О., Сидоров А.А.
**ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ О МЕСТНОСТИ**

В статье рассмотрен процесс картографического отображения пространственных и содержательных (семантических) характеристик объектов местности и отношений между ними. Проведено исследование картографических объектов как исходных данных для разработки логико-математической модели местности района боевых действий в виде математических и логических выражений. Рассмотрена динамическая и статическая модели местности, особенности их создания и порядок использования.

Ключевые слова: картографический объект, семантическая информация, содержательные признаки, статическая модель, динамическая модель.

P. Savkov, R. Pysarenko, D. Valiev, O. Sidorov

**LOGICAL AND MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE SEMANTIC INFORMATION ON
THE TERRAIN**

The author describes the cartographic displaying of spatial and content-rich (semantic) characteristics of terrain objects and relations between them. The research of cartographic objects as an input data for the development of logical and mathematical model of the area of operations was conducted in the form of mathematical and logical expressions. Dynamic and static models of the area, peculiarities of their creation and operating procedures were considered.

Keywords: cartographic object, semantic information, informative characteristics, static model, dynamic model.