

# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 519.2

О.О. Білобородов

Національний університет оборони України, Київ

## ВПЛИВ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ НА ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Наведено результати дослідження впливу динамічних характеристик об'єктів на старіння геопросторових даних.*

**Ключові слова:** динамічні характеристики, ефективність геоінформаційного забезпечення, просторово-часові вимоги

### Постановка проблеми

Стрімкий розвиток геоінформаційних технологій, можливостей засобів отримання та обробки геопросторової інформації в останні роки привели до суттєвого підвищення ефективності виконання завдань, пов'язаних з аналізом просторових даних та відношень між ними. Останнім часом спостерігається перелом у поглядах на планування геоінформаційного забезпечення: якщо раніше головним завданням вважалося найбільш раціонально використовувати геопросторові дані, що отримуються доступними засобами, то в останні роки постає проблема вибору серед великої кількості засобів отримання геопросторових даних таких, що найбільш раціонально будуть відповідати меті конкретного завдання [1]. Суттєва залежність ефективності геоінформаційного забезпечення від якості плану розподілу засобів отримання геопросторових даних вимагають вирішення *актуального* завдання визначення характеру впливу динамічних характеристик об'єктів на просторово-часові вимоги до результатів контролю їх стану та положення.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз свідчить про спроможність сучасного спеціалізованого програмно-технічного забезпечення здійснювати моделювання природних, суспільних та природно-суспільних систем для виконання завдань наукового і практичного характеру [2; 3]. Багато прикладів успішного використання геоінформаційних технологій для вирішення завдань аналізу часових відношень

просторових даних [4]. В той же час недостатньо дослідженим залишається питання обґрунтування вимог до результатів геоінформаційного забезпечення відповідно до його завдань та характеристик об'єктів або систем, що досліджуються або контролюються.

**Мета статті** – це формалізація підходу до комплексування просторових та часових вимог до показників геоінформаційного забезпечення залежно від завдань та динамічних характеристик об'єктів спостереження.

### Викладення основного матеріалу

Основне завдання геоінформаційного забезпечення досягається шляхом встановлення та відстеження змін просторових даних про об'єкти контролю. Прийняття рішення за результатами геоінформаційного забезпечення має ґрунтуватись на оперативних даних – таких, що адекватно відображають поточний склад, стан, місцезнаходження та характер діяльності об'єктів контролю. Тільки оперативні дані дозволяють визначити правильний просторовий напрям впливу, який дозволить забезпечити необхідний рівень наслідків (необхідну ефективність керуючого впливу).

Позначимо через  $R_i$  осередок простору, в межах якого знаходиться  $i$ -й об'єкт контролю. Для точкового об'єкта  $R_i = \bar{\lambda}_i$  – його географічні координати. Площинний об'єкт можна представити

**ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ НА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Приведены результаты исследования влияния динамических характеристик объектов на старение геопространственных данных.

**EFFECT OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF OBJECTS IN CONTROL SPATIOTEMPORAL REQUIREMENTS FOR RESULTS INFORMATIONAL SUPPLYING**

The results of the study of the influence of dynamic characteristics of objects on aging geospatial data.

обмежуючим географічним полігоном  $R_i = \|\bar{\lambda}_{1i}, \bar{\lambda}_{2i}, \dots, \bar{\lambda}_{Ji}\|$  з  $J$  вершин. Район, в межах якого здійснюється контроль за об'єктами, позначимо через  $R$ , який також можна визначити через координати обмежуючого полігону:

$$R = \|\bar{\lambda}_1^R, \bar{\lambda}_2^R, \dots, \bar{\lambda}_K^R\|.$$

При апріорно невідомому положенні об'єктів контролю  $R_i$ , початковою фазою геоінформаційного забезпечення буде визначення їх положення в заданому районі  $R$ . Отже, початкова просторова вимога буде визначатись положенням нормативного району  $R$ :

$$\forall i: R \supset R_i^{\text{kontr}},$$

де  $R_i^{\text{kontr}}$  – область контролю  $i$ -го об'єкта.

Детерміновані динамічні характеристики об'єктів контролю дозволяють спрогнозувати їх положення в кожний наступний момент часу. Тобто вирішення завдання початкового етапу геоінформаційного забезпечення дозволяє зробити висновок про повне виконання завдань контролю положення об'єктів. Насправді ж необхідно розглядати імовірнісні характеристики напрямку та швидкості зміни положення об'єктів, тобто щільність розподілу вектора швидкості  $f_i(\vec{v})$ :

$$f_i(\vec{v}) = w_i(v) \cdot w_i(\varphi), \quad (1)$$

де  $w(v)$  – щільність імовірності розподілу величини швидкості;

$w(\varphi)$  – щільність імовірності розподілу напрямку руху.

Функція (1) наочно представляє розподіл вектора швидкості. Для подальших перетворень представимо її у вигляді проєкцій  $w_x(v)$  та  $w_y(v)$  на координатні осі  $f_i(\vec{v}) = w_x(v_i) \cdot w_y(v_i)$ .

Імовірнісний характер розподілу вектора швидкості об'єкта вимагає розширення області контролю до певної ділянки простору, розміри і форма якої визначаються характеристиками розподілу  $v_i$ ,  $\varphi_i$ , а також необхідним рівнем достовірності. Визначимо за початок координат положення  $i$ -го об'єкта та представимо розподіл імовірного положення об'єкта у вигляді щільності розподілу імовірного положення об'єкта контролю через час  $t$ :

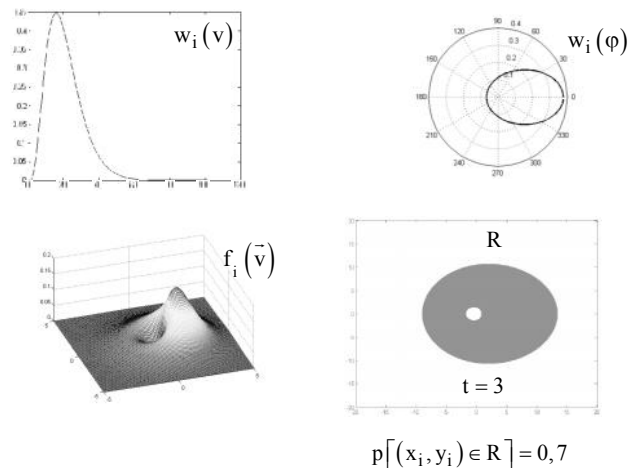
$$g(x, y, t) = p(\{X(t) < x\} \cdot \{Y(t) < y\}). \quad (2)$$

При наявних оцінках розподілу вектора швидкості, враховуючи, що  $X = \vec{v} \cdot t$ , вираз (2) можна знайти відповідно до правил визначення функції випадкових аргументів [5]:

$$g_i(x, t) = \frac{d}{dx} [p(X < x)] = \frac{1}{t} \cdot w_x\left(\frac{x}{t}\right);$$

$$g_i(y, t) = \frac{d}{dy} [p(Y < y)] = \frac{1}{t} \cdot w_y\left(\frac{y}{t}\right), \quad (3)$$

що графічно зображено на рис. 1. Область імовірного перебування об'єкта визначається шляхом знаходження квантилів заданої імовірності для заданого часу після встановлення аналітичного вигляду або табульованих значень (3).



$$p[(x_i, y_i) \in R] = 0,7$$

Рис. 1. Графічне представлення залежності щільності розподілу імовірної відстані від розподілу швидкості

За відомими оцінками динамічних характеристик об'єктів можна оцінити просторові вимоги – інтервальні оцінки простору, в межах якого на заданий час буде знаходитись об'єкт із заданою імовірністю (рис. 2).

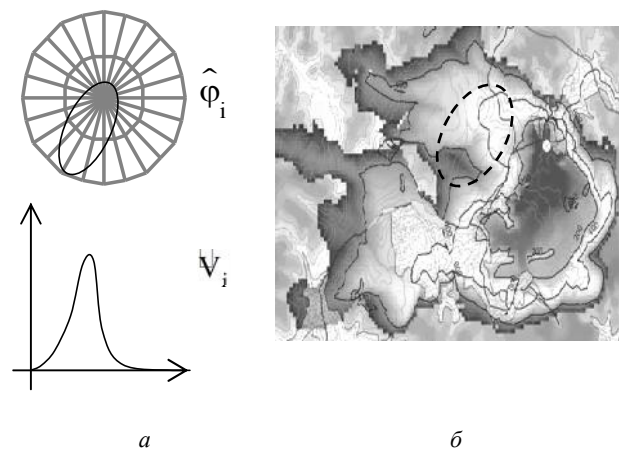


Рис. 2. Поширення лісової пожежі (США, шт. Колорадо, 12.06.2002 р.) [6; 7]:  
 а – оцінка індикатриси та швидкості поширення фронту пожежі; б – результати моделювання за рівнем імовірності 0,8 та реальна площа пожежі через 36 год

Визначення часових вимог можна здійснити на основі формалізації мети геоінформаційного забезпечення. Так, контроль досягнення об'єктом певних рубежів (пунктів, точок в просторі) можна здійснити шляхом визначення часу, протягом якого об'єкт досягає заданих рубежів із заданою імовірністю за виразом:

$$p(X < x_3) = \frac{1}{t} \int_0^{x_3} w_x \left( \frac{x}{t} \right) dx,$$

з якого після представлення інтегралу через первісні числовими методами розв'язують рівняння за  $t$  для заданої  $p(x_3)$ . За наявності статистичних оцінок закону розподілу рішення знаходиться числовими методами.

Повторний контроль у визначений час дозволяє зробити висновки про ступень достовірності оцінок динамічних характеристик, уточнити прогноз подальшого розвитку та більш ефективно спланувати керуючий вплив.

Моделювання результатів керуючого впливу дозволяє визначити необхідний склад сил і засобів, а також їх просторовий розподіл для досягнення необхідного результату (рис. 3).

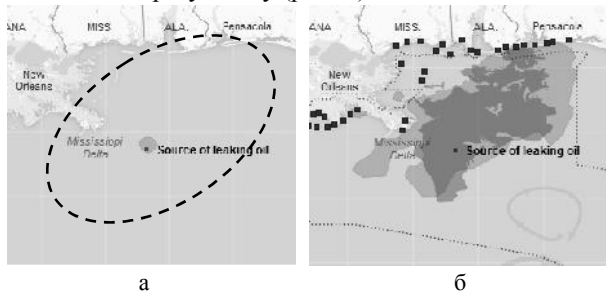


Рис. 3. Поширення нафтової плями (Мексиканська затока, 2010 р.) [8]:

*a* – пляма станом на 22.04.2010 р. та прогноз поширення на 50 днів з імовірністю 0,8 для планування превентивних заходів у прибережній зоні;

*б* – пляма станом на 14.06.2010 р. та населені пункти, що зазнали негативного впливу від наслідків витоків

Часові вимоги до результатів геоінформаційного забезпечення мають враховувати складову часу на реагування, оскільки зміна просторових показників протягом часу може призвести до недостатності сил і засобів на реагування (рис. 4).

Таким чином, запропонований підхід дозволяє формалізувати вплив динамічних характеристик об'єктів контролю на просторово-часові вимоги до результатів геоінформаційного забезпечення. Подальшим напрямом можна визначити дослідження впливу динамічних характеристик на ефективність геоінформаційного забезпечення при різних можливостях засобів отримання даних та обґрунтування їх раціонального складу відповідно до покладених на систему завдань.

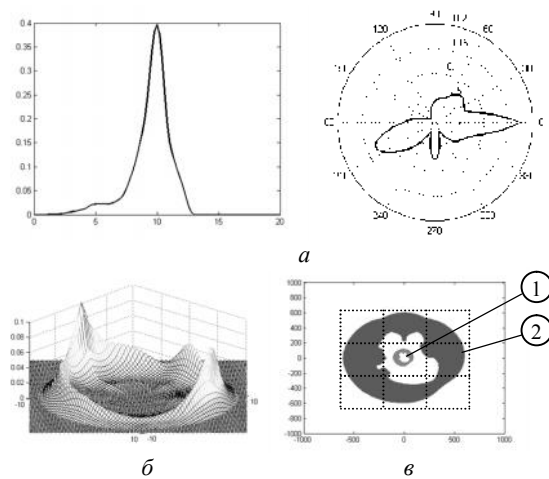


Рис. 4. Моделювання руху косяку сардини (Японське море, осінь 1983 р.) [9]:

*a* – статистичний розподіл швидкості (вузлів) та напрямку руху; *б* – апроксимація щільності розподілу; *в* – через 12 год після втрати контакту для пошуку в районі промислу достатньо однієї умовної групи (1); через 2 доби для пошуку необхідно 8 умовних груп (2)

## Список літератури

1. Географічні інформаційні системи: підручник / С.П. Мосов, В.М. Тарасов, О.А. Чорнокнижний та ін. – К.: НАОУ, 2006. – 240 с.
2. Лайкин В.И. Геоинформатика: учебное пособие / Лайкин В.И., Упоров Г.А. // Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПУ, 2010. – 162 с.
3. Forest Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques (Techniques in Ecology & Conservation) by Adrian Newton. Oxford University Press, USA; 1 edition (July 12, 2007): 480 pages.
4. Владимиров В.Н. Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях: монография / В.Н. Владимиров // Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2005. – 192 с.
5. Венцель Е.С. Теория вероятностей: учеб. для вузов. – 7-е изд. стер. // Е.С. Венцель – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.
6. Доррер Г.А. Математические модели динамики лесных пожаров / Г.А. Доррер – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 161 с.
7. Колорадо в огне: космоснимки и ArcGIS. ArcReview № 3 (26). 2003. Режим дост.: <http://esri-cis.ru/>
8. Tracking the Oil Spill in the Gulf. Режим дост.: <http://www.nytimes.com/interactive/2010/05/01/us/20100501-oil-spill-tracker.html>
9. Вологдин В.Н. Совершенствование гидроакустических методик и систем оценки количественных характеристик рыбных скоплений: автореф. Дис. к.т.н. / В.Н. Вологдин. – Владивосток: ДГТУ РПХ, 1998. – 26 с.

Стаття надійшла до редколегії 10.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Інститут інформаційних технологій Національного університету оборони України, Київ.