

УДК 528

Розробка моделі геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системі управління територіями

В.Г. Бурачек¹, В.І. Зацерковний², І.В. Стеценко³
¹Університет новітніх технологій

²Національний авіаційний університет

³Черкаський державний технологічний університет

Виконано аналіз загальних потреб управління територіями на рівні регіону (області), які вимагають методів та управлінських процедур, здатних функціонувати в умовах певної невизначеності. Сформульовано особливості моделей прийняття рішень у складних системах, якими є геоінформаційні системи у системі управління територіями. Здійснено оцінку рівня невизначеності об'єкта дослідження, на підставі якої зроблений висновок, що моделі прийняття рішень повинні будуватись на підставі використання методів декомпозиції і координації.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ, Бурачек В.Г., Зацерковный В.И., Стеценко И.В. — Выполнен анализ спешных потребностей управления территориями на уровне региона (области), которые требуют методов и управленческих процедур, способных функционировать в условиях некоторой неопределенности. Сформулированы особенности моделей принятия решений в сложных системах, которыми являются геоинформационные системы в системе управления территориями. Осуществлена оценка уровня неопределенности объекта исследования, на основании которой сделан вывод, что модели принятия решений должны строиться на основании использования методов декомпозиции и координации.

DEVELOPMENT OF MODEL OF GEO-INFORMATION SUPPORT FOR DECISION MAKING IN A SYSTEM OF TERRITORY MANAGEMENT, by Burachek V.G., Zatserkovniy V.I., Stetsenko I.V. — The following analysis was carried out: the analysis of vital needs of territory management on region (oblast) level which require methods and managerial procedures that would be able to function in conditions of definite uncertainty. The following peculiarities were formulated: the peculiarities of models of decision making in complicated systems such as geo-information systems in system of territory management. The evaluation of uncertainty level of matter of investigation was done, on the basis of it a conclusion was made that models of decision making have to be grounded on the basis of use of decomposition and coordination methods.

Ключевые слова: геоинформатика; оптимизация управленческих решений.

Key words: geoinformatics; optimization of managerial decision.

Сучасні геоінформаційні системи (ГІС) являють собою новий тип інтегрованих інформаційних систем, які оперують координатно-прив'язаною інформацією і, в силу цього, володіють певною специфікою в організації і обробці даних, проте включають методи обробки даних багатьох своїх попередників (раніше існуючих автоматизованих систем) [1].

При цьому власне картографічна інформація в цих ГІС є допоміжною і слугує лише для координатної прив'язки тих додаткових даних про об'єкт управління, відображення і аналіз яких є головними функціями даних ГІС.

Однак чим більше застосовується ГІС, тим більш явно проявляється “однобокість” існуючих програмних інструментальних засобів ГІС. Хоча сьогодні на ринку є значна кількість програмних пакетів ГІС, наприклад ArcView Dialog Designer, TNTLite, ИСТГН, AGENT, ArcCAD, ArcGIS, ArcGIS ArcEditor, ArcGIS ArcInfo, ArcGIS ArcView, ArcGIS Server, ArcView GIS, ATLAS 2000 GEOCODER, Atlas GIS, Autodesk Map 3D, Autodesk Map Series, Autodesk World, Delta, Digitals, ERDAS IMAGINE, FRAMME, GeoBuilder, GeoLink ГІС, GeoMedia, GIS Office, GK, GK32, GSRMS, Idrisi32, IMAGINE Virtual GIS, Leica Virtual Explorer, Manifold System Professional, MapInfo Professional, MapInfo Professional SQL, MGE, MicroStation & PlantSpace & InRoads, Microstation Geographics, OAZIS, ObjectLand, PC ARC/INFO, PolyGIS, Pythagoras, RADAR Mapping Suite, ScanEx IMAGE Processor, ScanEx-NeRIS, ScanMagic, SMART, Spotlight Pro, Spotlight, Stereo Analyst, Tele Atlas Multinet, TNTmips, TRANSFORM, Universal GIS, VESTRA GeoMedia, WinGIS, WinPlan, Zulu 5.2, ZuluArcHydro, ZuluThermo, ZuluXTools, АвтоГІС, ВИЗИКОМ-КИЕВ, ГЕО МОДУЛЬ, ГеоГраф, ГІС-компонент MAPPL, ГІС-компонент MAPPL, Гран-ГІС, ГрафИн 4.0, ИнГео, ИНТЕГРО, ИСТОК, Карта 2005, КіберГІС, Конструктор “Геокалькулятор”, МАГІС, МосГІС, Нева, Недра-ГЕО, ПалмГІС, ПАРК, Сканер-карта, СОТО, СУБГРАФ, ТрансГІС

тощо, але усі вони за незначним виключенням практично є симбіозом чисто картографічних систем з графічними засобами і методами моделювання САПР.

Маючи достатньо розвинені засоби уніфікації, перетворення і збереження вхідної інформації, графічного моделювання і візуалізації, усі вони характеризуються явно недостатніми засобами аналізу наявної інформації і підтримки прийняття рішень.

Таким чином, для ефективного використання геоінформаційних технологій (ГІТ) в системах підтримки прийняття рішень в процесі управління територіями інтелектуальність сучасних ГІС є явно недостатньою.

Фактично вони здатні лише відображати закладену в них координатно-прив'язану інформацію в зручній і наочній формі і виконувати розрахунки деяких кількісних характеристик відображуваних об'єктів, чого явно недостатньо для підтримки прийняття управлінських рішень.

Метою даної статті є розроблення моделі геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системі управління територіями.

Впровадження ГІС в СУТ дозволяє створити єдиний оптимально-організований інформаційний простір певної території, дає можливість здійснювати ефективний обмін інформацією між її власниками, оперативне інтегрування інформації в наукових і практичних цілях соціально-економічного розвитку за ієрархією адміністративних одиниць території.

При обробці даних виконуються різноманітні підходи для їх перетворення в корисну для управління інформацію (рис. 1).

Можна виділити чотири типи ГІС у СУТ: за технологією зв'язування інформації (що визначається категоріями: об'єкти, дані) і за системою управління (що визначається ланцюжком дій: виведення припущень з даних — оцінка висновків і вибір альтернативи дії — трансформація альтернативи в дію):

1. ГІС в СУТ — геоінформаційно-довідкова система. Категорії ГІС: об'єкти, дані. Категорії системи управління: припущення, вибір, дія. Тип інтерфейсу: питання "що", які дозволяють керівникам отримувати записані факти у стандартній формі. Типові інструментальні засоби: бази даних, СУБД, засоби графічної візуалізації.

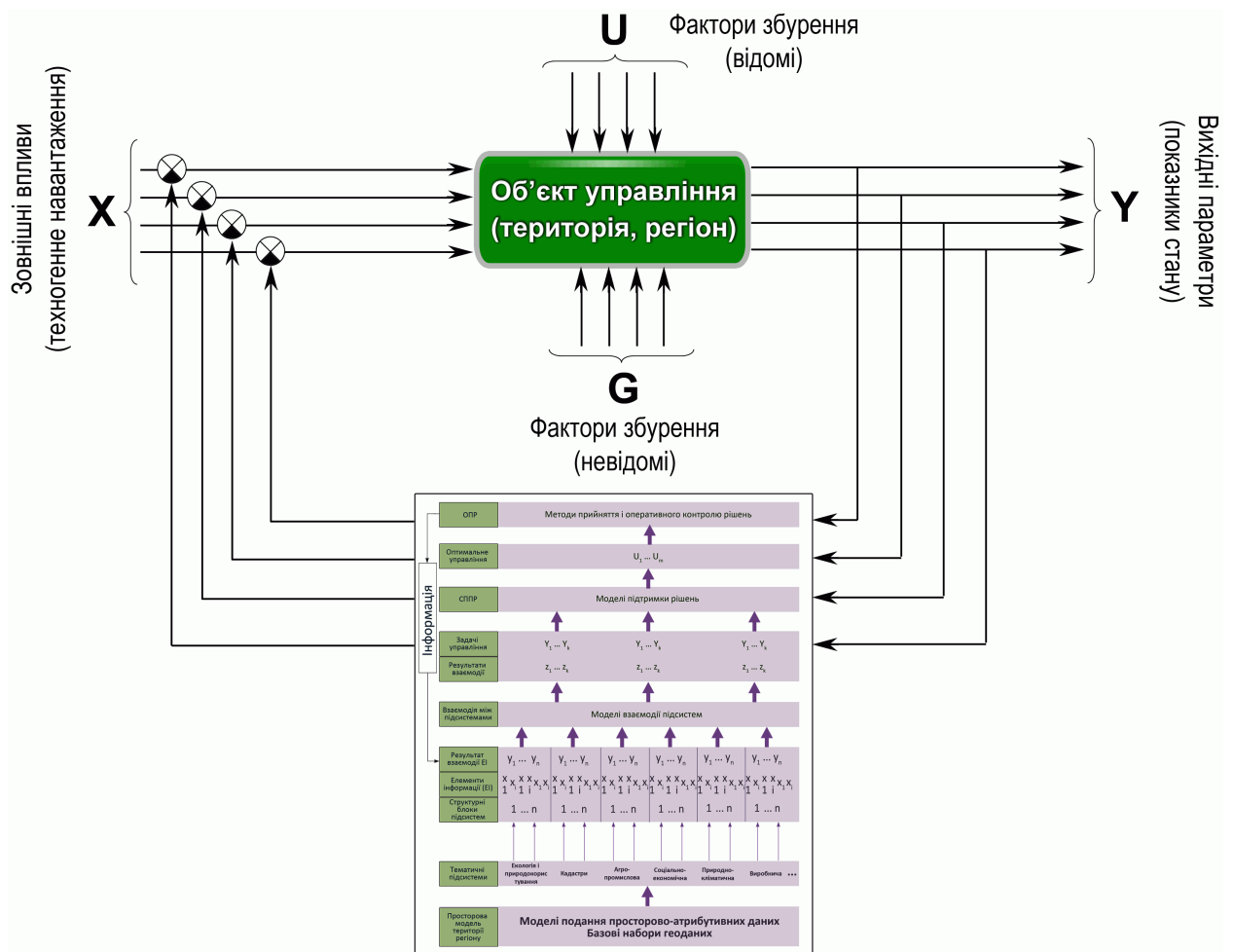


Рис. 1. Перетворення даних у управлінську інформацію

2. ГІС в СУТ — діагностична система. Категорії ГІС: об'єкти, дані, припущення. Категорії системи управління: вибір, дія. Тип інтерфейсу: відповіді на питання “що, якщо” з подальшою обробкою керівниками наявних даних вручну. Типові інструментальні засоби: статистичний аналіз даних, моделювання, регресія, експертні засоби, діалогова техніка для створення орієнтованого на користувача інтерфейсу.

3. ГІС в СУТ — система прийняття рішень. Категорії ГІС: об'єкти, дані, припущення, вибір. Категорії системи управління: дія. Тип інтерфейсу: рекомендація “що найкраще”. Типові інструментальні засоби: лінійне і нелінійне програмування, інша техніка оптимізації.

4. ГІС в СУТ — автоматична ІС. Категорії ГІС: об'єкти, дані, припущення, вибір, дія. Категоріями системи управління не є жодна з перерахованих вище, але це не означає, що керівництво перебуває “поза грою”. Тип інтерфейсу: система здійснює прогін автоматично, але регулярно переглядається, оцінюється і перевіряється. Типові інструментальні засоби: гнучкі виробничі системи, що працюють в автоматичному режимі.

Типи ГІС в СУТ і організаційні рівні управління взаємозалежні: більш висока категорія ІС відповідає більш низькому рівню управління.

Наприклад, АІС не підходять для керівників вищого рівня і більш придатні на оперативному рівні. Керівники середньої ланки (департаментів, управлінь), яким потрібно вибирати альтернативу у процесі ухвалення рішень, потребують ІС, здатні відповідати на питання “що, якщо” і “що є найкращим”.

Керівникам вищого рівня управління, які потребують більш узагальнену агреговану інформацію для встановлення цілей і формування програм розвитку, потрібні ІС для відповідей на питання типу “що” і “що, якщо”. На практиці для них зазвичай достатньо встановлення системи категорії ГІС в управлінні територіями з прийнятними інтерфейсними можливостями.

Для осіб, що приймають рішення, важливо знати використовувану ними категорію ІС для запобігання одержання відмов від системи на необроблювані запити, що зазвичай приводить до конфліктів з розробниками ГІС.

Пропонований підхід до класифікації ГІС в управлінні територіями відбиває принцип ієрархічної декомпозиції при проектуванні великих систем і пов'язаний з ним принцип стратифікації.

Це відображає необхідність дослідження об'єкта і проектування системи на різних рівнях абстракції (стратах): системному (побудова моделі об'єкта), кібернетичному (проектування механізмів управління), операційному (опис системи на рівні технологічних процесів і моделей на формалізованій або вербальній мові), алгоритмічному (розробка алгоритмів розв'язку задач), інформаційному (проектування інформаційної моделі об'єкта), програмному (реалізація проекту).

Принцип “повної системи” з одного боку, дає низку правил дослідження і проектування, що відповідають системному підходу: проведення границь системи, дослідження елементів системи і її підсистем, побудови опису системи до певних деталей, не втрачаючи уявлення про ціле а з іншого, застерігає від “надмірної системності”, здатної привести до нерозв'язних протиріч, і вказує прийнятний для практики шлях компромісної реалізації ідеї “повної системи”.

Модель системи вважається “практично повною”, якщо вона дозволяє розв'язати задачу, що стоїть перед дослідником, з точністю не нижче заданої.

У відповідності з особливостями складних систем, якою є ГІС в СУТ і тими ознаками, які характеризують систему як складну, можна сформулювати особливості моделей прийняття рішень у складних системах:

1. Прийняття рішень в складних системах є багатомодельне дослідження.
2. Моделі прийняття рішень повинні будуватись з урахуванням чинників невизначеності впливів зовнішнього середовища.
3. Моделі прийняття рішень повинні враховувати різноманітні суперечливі вимоги, що висувуються до системи.
4. ГІС в СУТ має розгалужену ієрархічну систему. У такій системі здійснюється взаємопов'язане прийняття рішень підсистемами різних ієрархічних рівнів.

Враховуючи наведене, можна зробити висновок, що моделі прийняття рішень повинні будуватись на основі використання методів декомпозиції і координації. Формально, з теоретико-множинних позицій модель M подається відношенням (сукупністю відношень) X , заданих на сімействі m утворюючих множин, тобто

$$M = (X_1, X_2, \dots, X_m, R),$$

де $R \in X_1 \times X_2 \times \dots \times X_m$ — графік відношення.

В умовах невизначеності впливу зовнішнього середовища математична модель прийняття рішень може бути записана у вигляді

$$M = (\Delta \times \Omega, f), \text{ або } M = (\Delta(\omega), \omega) \in \Omega,$$

де $\Delta(\omega)$ — множина припустимих альтернативних рішень; Δ — множина рішень; Ω — множина ста-

нів середовища; f — цільова функція, яка характеризує якість рішень в умовах впливу середовища $f: \Delta \times \Omega \rightarrow R_1$, тоді $f = f(x, \omega)$, $x \in \Delta$, $\omega \in \Omega$.

Прийняття рішень полягає у виборі альтернативи $x \in \Delta$ у припущеннях про те, який стан $\omega \in \Omega$ може прийняти середовище.

Дослідження процесів прийняття рішень за допомогою ГІС свідчать, що інформація про стан зазначеної системи, яка опрацьовується і аналізується в умовах складної СЕС, якою є певне територіальне утворення, подається у більшості випадків у вигляді понять і відношень, що задаються природною або професійно-орієнтованою мовою.

Одним з конструктивних способів формального опису ситуацій, пов'язаних з невизначеністю прийняття рішень, є спосіб формалізованого подання, який ґрунтується на нечіткому описі основних елементів формалізованого подання ситуації прийняття рішень. Реалізація підходу ухвалення рішень в умовах невизначеності складається з трьох етапів [1]:

- 1) фазифікація — перехід від точних даних вирішуваної задачі до нечітких на основі вхідних функцій приналежності;
- 2) розв'язок задачі з використанням нечіткої логіки;
- 3) дефазифікація — перехід від нечітких інструкцій до чітких на основі вихідних функцій приналежності.

Загальна модель ухвалення рішень використовує нечіткі моделі, які хоч і мають меншу ефективність для параметрів, що розраховуються, але зберігають її майже постійною у широкому діапазоні зміни значень параметрів.

Отже, до цільової функції, крім дискретних і кількісних факторів, необхідно ввести й лінгвістичні. Тоді в рамках лінгвістичного підходу ситуація ухвалення рішень, під якою розуміють умови і цілі, що описуються фразами, відповідає термам з терм-множин лінгвістичних змінних, введених для формалізованого опису ситуації [2].

Основою для розв'язання задачі з використанням нечіткої логіки є база правил, що містить нечіткі вислови у формі “якщо-то” і функції приналежності для відповідних лінгвістичних термів.

Відомим методом декомпозиції, який реалізує даний підхід, є метод дерева рішень, у результаті застосування якого для навчальної вибірки даних створюється ієрархічна структура правил класифікації типу “якщо...тоді...” [3]. Для того, щоб вирішити, до якого класу віднести певний об'єкт або ситуацію, потрібно відповісти на питання, що стоїть у вузлах цього дерева, починаючи з його кореня. Питання можуть мати вигляд “значення параметра A більше X ?” або вигляду “значення змінної B належить підмножині ознак C ?”. Якщо відповідь позитивна, то здійснюється перехід до правого вузла наступного рівня, якщо негативна — то до лівого вузла; потім знову відповідь на питання, пов'язане з відповідним вузлом. Врешті-решт можна дійти до одного з кінцевих вузлів, де буде визначений клас об'єктів [3].

Для побудови дерева рішень на етапі підготовки визначаються елементи: фактори X_1, X_2, \dots, X_k ; тип факторів (дискретний, лінгвістичний, кількісний); можливі значення кожного фактора O_1, O_2, \dots, O_n ; класи об'єкта. Побудова моделі зводиться до розв'язання задачі автоматичної класифікації, оскільки результат має дискретні значення.

Нехай через $\{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ позначені класи (значення мітки класу). У даному випадку можливі 3 ситуації:

1. Множина T містить один або більше прикладів, що відносяться до одного класу C_k . Тоді дерево рішень для T — це лист, який визначає клас C_k .

2. Множина T не містить жодного прикладу, тобто є пустою множиною. Тоді це знову лист, і клас, асоційований з листом, обирається з іншої множини, відмінної від T , наприклад, з множини, асоційованої з батьком.

3. Множина T містить приклади, що відносяться до різних класів. У даному випадку необхідно множину T розбити на певні підмножини. Для цього обирається одна з ознак, що має два або більше відмінних значень O_1, O_2, \dots, O_n . Множина T розбивається на підмножини T_1, T_2, \dots, T_n , кожна підмножина T_i містить усі приклади, які мають значення O_i для обраної ознаки. Ця процедура буде рекурсивно тривати, доки кінцева множина не буде складатись із прикладів, що відносяться до одного класу.

Таким чином, модель у загальному вигляді має вигляд: $M = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$, де X_k — фактор, що описується вектором можливих значень $X_k = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$; M — результат ухвалення рішень, $M = \begin{Bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_k \end{Bmatrix}$.

Розглянемо підхід до ухвалення рішень на основі дерева цілей.

Етап 1. Вибір факторів, за якими буде прийматися рішення, і визначення для кожного вектора можливих значень $X_k = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$.

Етап 2. Визначення класів $\{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ — альтернативних рішень.

Етап 3. Завдання вихідної вибірки — множини T , у якій відображена історія поведінки користувача.

Етап 4. Побудова дерева рішень. Необхідно розбити множину T на підмножини T_1, T_2, \dots, T_n , для обраної ознаки O_i . Процедура буде рекурсивно тривати до тих пір, поки кінцева множина не буде складатись із прикладів, які відносяться до одного й того ж класу. Якщо в процесі роботи був отриманий вузол, асоційований з пустою множиною (тобто жоден приклад не потрапив у даний вузол), то він позначається як лист, і рішенням цього листа обирається клас, який найчастіше зустрічається у безпосереднього прабатька даного листа.

Етап 5. Ухвалення рішень, які відповідають класу C_k .

Даний підхід дозволяє реалізувати ухвалення рішень в умовах невизначеності у складних системах, до яких відносяться системи управління територіями. Дерева рішень є ефективним інструментом у системах геоінформаційної підтримки ухвалення рішень і інтелектуального аналізу даних. В галузях, де є високою ціна похибки, вони можуть слугувати відмінним засобом підвищення якості розпізнавання, класифікації і прогнозування при використанні мінімальної кількості діагностичних прецедентів.

Управлінські дії завжди пов'язані з процесами виявлення, розпізнавання територіальних об'єктів (процесів, явищ). Тому наявність вбудованої в ГІС СППР дозволить аналізувати інформацію, яка надходить до ГІС в режимі реального часу і видавати ОПР цілісне уявлення (виражене у графіках, моделях, цифрах) про ситуацію на певній території. Такі системи можуть ефективно використовуватись при різноманітних управлінських і моніторингових операціях, діях і заходах різного виду і масштабів, моделюванні заходів щодо попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій тощо.

Запропонований підхід до ухвалення рішень в умовах невизначеності на основі дерева цілей, що ґрунтується на математичній моделі, в якій використовуються лінгвістичні змінні, надає можливість спростити процес прийняття рішень і наблизити його до розуміння ОПР. Внаслідок цього можуть істотно розширюватись функціональні можливості технології прийняття рішень за рахунок впровадження геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системах управління територіями.

1. Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І. Геоінформаційний аналіз просторових даних. — Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. — 440 с.
2. Бочарников В.П. Fuzzy-Технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. — СПб.: Наука РАН, 2001. — 328 с.
3. Балашов О.В., Грубник Е.М., Круглов В.В. Система поддержки принятия решений с адаптацией алгоритма вывода // Электронный математический и медико-биологический журнал «Математическая морфология». — 2006. — № 1. — С. 12–18.

Надійшла до редакції 23.10.2013