

УДК 512 (07) + 911 (07)

Л.А. Павленко

Харківський національний економічний університет, Харків

КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕГРАЦІЇ OLAP І ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В МОДЕЛЯХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Наведено концепцію сумісного використання методів оперативного аналізу даних та інструментальних засобів геоінформаційних систем в розробці моделей підтримки прийняття рішень що до оптимізації параметрів функціонування об'єктів управління з територіально розподіленими ресурсами (фінансовими, матеріальними, трудовими, інформаційними, тощо). Оптимізація стосується або розміщення, або потоків переміщення ресурсів у просторі та часі. Моделі розглядаються як основа для розробки системи підтримки прийняття рішень з оптимізації параметрів або стану об'єктів управління.

Ключові слова: транзакційна база даних, багатомірне сховище, оперативна аналітична обробка даних, геомодельовання, система підтримки прийняття рішень.

Постановка проблеми і аналіз літератури

Оперативність аналізу інформації про діяльність підприємств будь-якої форми власності, виду і масштабу діяльності є потребою сучасного стилю управління та є основою прийняття, як оперативних, так і стратегічних управлінських рішень. OLAP обробка даних дозволяє кінцевим користувачам аналізувати інформацію за допомогою надшвидкого пошуку і розрахунків та використовувати цю технологію при моделюванні процедур прийняття рішень [1-3]. Сьогодні OLAP-аналіз підтримується безліччю типів сховищ даних: реляційних, багаторівневих, вбудованих в оперативну пам'ять. Вартість засобів OLAP-аналізу постійно знижується, і вони стають такими ж природними інструментами аналітика, менеджера і економіста, як електронні таблиці.

Моделі, орієнтовані на прийняття рішень, є невід'ємною частиною систем підтримки прийняття рішень (СППР), які сьогодні являють собою динамічні, інтерактивні системи інтелектуального аналізу та пошуку оптимальних рішень кінцевим користувачем [1].

З другого боку глобалізація бізнесу неминує викликає появу та поширення нових підприємств з територіально розподіленими ресурсами, зокрема корпоративних структур, так званих віртуальних підприємств, управління бізнес-процесами яких стає неможливим без врахування особливостей розташування їх численних ресурсів у просторі. Практично будь-яка управлінська інформація містить просторову або географічну складову. Технологія географічних інформаційних систем (ГІС) має широкі можливості по інтеграції і сумісному аналізу різномірних даних та є незамінним інструментом для вирішення задач управління. Геоінформаційні системи (ГІС) та технології застосовуються при автоматизації обробки інформації про об'єкти будь-якого похо-

дження: штучні чи природні, моніторинг, опис, аналіз, моделювання стану яких і ухвалення управлінських рішень щодо поліпшення їх характеристик є неповним без просторового аналізу [2,4]. Прикладами таких об'єктів управління є:

підприємства з територіально розподіленими ресурсами (фінансовими, матеріальними, трудовими, інформаційними, тощо) з необхідністю виконувати моніторинг та оптимізацію розміщення чи пересування ресурсів в просторі та часі;

підприємства, що надають Web-сервіси для широкого загалу користувачів, з необхідністю координувати використання сервісів в просторі та часі;

підприємства оператори мобільного зв'язку з необхідністю оптимального розміщення трансляційних станцій на певній території;

логістичні структури з необхідністю виконувати моніторинг матеріальних та фінансових потоків товарів чи вантажів в просторі та часі;

маркетингові фірми з необхідністю управляти процесом сегментації ринку, розповсюдження та просування товарів чи послуг в просторі та часі;

автотранспортні фірми з необхідністю оптимізувати управління рухом, забезпеченням паливом та іншими ресурсами;

заклади охорони здоров'я з необхідністю виконувати моніторинг стану здоров'я населення та роботи медичних працівників лікувальних закладів;

екологічні організації з необхідністю виконувати моніторинг та поліпшення стану оточення в просторі та часі;

будівельні фірми з необхідністю виконувати пошук оптимальних місць для будівництва;

навчальні заклади з дистанційною формою навчання та необхідністю відстежувати процес навчання в просторі та часі;

туристичні фірми з необхідністю обирати та відслідковувати маршрути туристів;

комунальні підприємства з необхідністю поліпшення управління всіма ресурсами побутового призначення, та багато інших.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з питань оперативного аналізу інформації підтверджує підвищений інтерес до питань використання геоінформаційних технологій у різних сферах науково-дослідницької та інженерної діяльності, зокрема подальшу популярність набуває напрям оперативного геомодельовання [4]. Нові підходи являють собою інструменти інтелектуального аналізу та є основою для розробки спеціалізованих СППР, сервіс-орієнтованих архітектур, тощо. Однак, мало з цих розробок реалізовані в діючих системах, а ті, що мають таке втілення, є вузькоспеціалізованими.

Тому **актуальною** є розробка концепції моделювання оперативного аналізу та прийняття рішень із застосуванням ГІС-технологій з метою підтримки організаційного управління підприємств з територіально розподіленими ресурсами.

Метою роботи є розробка нових технологічних рішень, а також в створенні на їх основі дворівневої схеми моделювання із застосуванням OLAP технологій та технологій геомодельовання для аналізу бізнес-процесів підприємств з територіально розподіленими ресурсами.

Основна частина

Моделювання процедур прийняття рішень нерозривно пов'язано з концепцією OLAP технології обробки даних, сформульованою Е. Коддом і пов'язаною з нею проблемою організації баз даних [2].

Сучасна база даних (БД) включає дві частини: транзакційну і аналітичну. Транзакційна частина БД є традиційною, невід'ємною частиною будь-якої інформаційної системи і використовується для розробки різноманітних модулів автоматизації обліку виконання тих або інших бізнес-процесів.

Характерними рисами транзакційної бази є:

- 1) реляційна структура (переважно);
- 2) накопичення значних об'ємів фактичних даних;
- 3) виконання операцій додавання, видалення, редагування записів;
- 4) відсутність агрегованих (обчислених) даних;
- 5) є основою для розробки аналітичної частини БД.

Аналітична частина БД використовується при виконанні оперативного аналізу інформації і розробці на її основі моделей для систем підтримки прийняття рішень.

Характерними рисами аналітичної БД є:

- 1) багатовимірна структура (підтримка моделей: MOLAP, ROLAP, HOLAP);
- 2) зберігання агрегованих даних;
- 3) відсутність операцій видалення і редагування агрегатів даних і накопичення їх, як правило, за хронологією;

4) є основою для моделей підтримки прийняття рішень.

Використання кубічної моделі даних та схем за моделлю «Зірка» або «Сніжинка» дозволяють виконувати оперативний аналіз агрегованих даних та приймати рішення що до характеристик об'єктів дослідження. Інструментальне середовище розробки багатовимірних моделей є невід'ємною частиною будь-якої могутньої СУБД [2], але існують ефективні інструменти побудови таких моделей, як пакет Deductor та інші [3].

Математична постановка задачі геомодельовання в середовищі пакета ArcGIS 9, пропонується у наступному вигляді. Засоби інструменту Spatial Analyst пакету ArcGIS 9 передбачають побудову двох типів моделей: представлення та процесів [4].

Модель представлення або модель даних (описова модель) складається з наборів даних, які визначають мету моделювання. Розробляється у вигляді шарів (шейпів) просторових растрових або векторних даних. Кожен шейп відображає просторові відношення між об'єктами ландшафту та передбачає наявність атрибутивних даних, які в реляційній таблиці надають фактичні дані про об'єкти.

Модель процесів є описом взаємовідносин між об'єктами, які були отримані в моделях даних та дозволяє оцінити що буде, якщо буде виконана якась дія. Цей вид моделювання виконується засобами інструментів просторового аналізу. Кожна операція та функція Spatial Analyst є моделлю процесу. Розрізняють наступні головні типи моделей процесів. Моделі придатності (пошук оптимального місцезнаходження чи оптимального пересування матеріальних, трудових, фінансових, інформаційних ресурсів). Моделі відстаней (обчислення відстані між територіально віддаленими точками з врахуванням рельєфу місцевості, різницею у обліку часу, точками зупинки тощо). Моделі гідрології (визначення куди буде направлена гірська лавина чи водоток). Моделі поверхонь (визначення: кадастрових особливостей, рівня забруднення різних регіонів тощо).

Повна геомодель складається з послідовності локальних задач, моделей процесів, наборів даних для виконання дій процесів у кожній локальній задачі та дозволяє скласти очікувану карту з локальних наборів, яка надає уявлення про стан предметної області для прийняття управлінських рішень.

Модель геомодельовання може бути подана у вигляді кортежу:

$$\langle F, f_i, R_r, Sh_i, A_{ik}, S_{ik}, P_m, C_l, W_i, \\ \langle \text{допоміжні дані} \rangle \rangle,$$

де F – мета (або постановка задачі) геомодельовання,
 f_i – локальні задачі – складові загальної задачі моделювання,

R_r – відношення між об'єктами на карті,

Sh_t – шейп з об'єктами ландшафту (відповідає локальній задачі f_t),

A_{ik} – атрибутивна таблиця k -го об'єкту i -го шейпу,

S_{ik} – шкала вимірів для атрибутів відповідних наборів даних,

P_m – процеси, які потребують моделювання,

C_l – критерії прийняття оптимального рішення,

W_i – вага набору даних i .

Параметри, наведені у квадратних дужках, вказуються в разі їх наявності та необхідності використання в обчисленнях або для забезпечення наглядності карти.

Далі, в узагальненому вигляді, наведено концепцію інтеграції двох підходів OLAP-аналізу та ГІС-аналізу до оперативної обробки даних на прикладі обліку та аналізу успішності роботи фірми-оператора мобільного зв'язку та прийняття рішення про місце розміщення нової базової станції.

Моделювання аналізу успішності роботи фірми-оператора мобільного зв'язку природно зосередити на OLAP-аналізі динаміки кількості абонентів, що обслуговуються. Транзакційна база даних фірми містить наступні сутності та їх головні атрибути: «Робочі зони», «Базові станції», «Район обслуговування» з атрибутом «Загальна кількість населення в зоні обслуговування», «Послуги» з атрибутом «Тариф», «Обслуговування» з атрибутом: «Кількість населення, охоплена мобільним зв'язком», який залежить від складного альтернативного ключа: «Код робочої зони», «Код району обслуговування», «Код послуги», «Дата обслуговування». Дані актуалізуються щомісячно.

Ця частина БД дозволяє побудувати багатовимірну модель з вимірюваннями: «Робочі зони», «Послуги», «Район обслуговування», «Час». В осередках гіперкубу знаходиться різниця між кількістю населення, що проживає в робочій зоні і кількістю населення, що є абонентами мережі та охоплена певними послугами. Зменшення з часом цього показника свідчить про необхідність вживати певних заходів: знижувати тарифи, розширювати мережу зв'язку, оновлювати та розширювати послуги, впроваджувати нові технології (що найчастіше пов'язано із установкою нових базових станцій).

Наступний крок моделювання неминуче пов'язаний з ГІС-технологією, що пояснюється наступним. При проектуванні мережі мобільного зв'язку для кожної робочої зони (соти) виконується комплекс спеціальних заходів, у тому числі частотне планування, яке враховує умови розповсюдження радіохвиль і загальну частотну обстановку (середній рівень промислових перешкод, сигнали від суміжних базових станцій, і таке інше). При цьому враховуються такі параметри як: кількість каналів у виділеному частотному діапазоні, розрахункове наван-

таження на одного абонента, середній рівень промислових перешкод, сигнали від суміжних базових станцій, допустима інтенсивність втрат, мінімальна прийнятна напруженість поля і топографічна прив'язка базових станцій до планованої зони обслуговування, з урахуванням типу місцевості, існуючих споруд і тому подібне. Все це вимагає серйозних трудових і фінансових витрат. До того ж проектування мережі – це процес нескінченний. Діючі сегменти мережі видають інформацію про розподіл трафіку і приріст кількості абонентів. Ця інформація, у свою чергу, може впливати на отримані раніше проекти, доповнюючи і розширюючи мережу.

Крім того, потреби бізнесу і жорстка конкуренція на ринку мобільного зв'язку вимушують операторів зв'язку упроваджувати не тільки нові послуги і тарифи, але і новітні технології. Зокрема, найбільш запитаними послугами зараз є: мобільний відеозв'язок, Інтернет, нові сервіси. Стільниковий зв'язок другого покоління не задовольняє цим запитам повною мірою. Тому фірми-оператори прагнуть вирішити питання про впровадження стандартів 3G (наприклад, UMTS, LTE) [4].

При цьому необхідно враховувати, відносно місцевості, яка обрана для розташування базової станції, такі фактори як: щільність населення, промислові споруди, суміжні базові станції, житлові споруди, тип місцевості (геологічні, гідрологічні та інші показники).

Мета геомоделювання в цьому разі – пошук оптимального (чи субоптимального або раціонального) плану розміщення нової базової станції.

Критеріями при вирішенні цієї задачі є: станція повинна знаходитися на певній відстані від існуючих станцій (не ближче ніж територія, охоплена віщанням цими станціями), на певній відстані від щільно заселених ділянок місцевості (ближче до них), не повинна бути розташованою на забудованих ділянках, на болотистих ділянках на землях сільгоспугідь на території заповідників і заказників і так далі. Геомодель в цьому разі має вигляд:

$$\langle F, f_t, R_r, Sh_t, A_{ik}, S_{ik}, P_m, C_l, W_i, [G_g, Q_q] \rangle,$$

де F – оптимізація розміщення нової станції;

f_t – розміщення нової станції відносно: промислових споруд, суміжних базових станцій, житлових споруд, з врахуванням: щільності населення в обраному районі, типу місцевості;

R_r – нова станція повинна знаходитись на певній (розрахованій) відстані від промислових споруд, на певній (розрахованій) відстані від суміжних базових станцій, на певній (розрахованій) відстані від житлових споруд, повинна бути розташована на рівних ділянках місцевості, не повинна бути розташована на заболочених ділянках, не повинна бути розташована на землях сільгоспугідь, на землях заповідників та заказників;

Sh_t – кожний шейп включає: (x_{ik}, y_{ik}) – координати об'єктів, відносно яких визначається положення нової станції, тобто координати: промислових споруд, суміжних базових станцій, житлових споруд, $k = 1, \dots, K$;

A_k – атрибутивна таблиця k -го об'єкту (промислові споруди, суміжні базові станції, житлові споруди) i -го шейпу з вказівкою для кожного з об'єктів: типу просторових даних (точка, лінія, полігон, тощо), найменування об'єкту та необхідних параметрів (специфічних для кожного з них);

S_{ik} – ранги атрибутів (приймаються за відповідною шкалою або за рішенням експертів);

R_m – вимірювання: відстаней між об'єктами, площ їхнього перетину або перетину їхніх буферних зон, тощо;

C_l – бажані (розраховані) значення необхідних відстаней між об'єктами, заданих параметрів місцевості, щільності населення в обраній місцевості, тощо, $l = 1, \dots, L$;

W_i – значення ваги набору даних i або шейпу приймається експертами;

G_g – геологічні, гідрологічні, кадастрові особливості місцевості, обраної для розміщення нових станцій, $g = 1, \dots, H$;

Q_q – обмеження на специфічні для задачі види ресурсів, $q = 1, \dots, Q$.

Допоміжним даними можуть бути також такі: U_k – показники діяльності існуючих підрозділів; $P_{kv}(t)$ – динаміка значень v -го параметру k -го підрозділу, $v = 1, \dots, N$; P_{kve} – еталонне (або бажане) значення v -го параметру k -го підрозділу тощо.

На підставі вказаних даних геомодельовання дозволяє знайти оптимальне місце розміщення або координати на карті нової станції.

Висновки

Показана актуальність проблеми розвитку засобів оперативного геомодельовання як інструменту вирішення задач управління підприємствами з територіально розподіленими ресурсами в різних предметних областях. Обґрунтована необхідність інтеграції OLAP і ГІС-технологій для розвитку засобів оперативного геомодельовання, що дозволяє виконувати побудову моделей для системи підтримки прийняття рішень відносно об'єктів дослідження з просторовою прив'язкою. Наведена концепція є універсальною та доцільною в разі, коли відносно цих об'єктів необхідно виконувати оптимізацію або розміщення, або оптимізацію потоків переміщення ресурсів в просторі та часі.

Пропонований підхід може бути застосованим не тільки до фірм-операторів мобільного зв'язку, але й для усіх підприємств, аналіз діяльності яких не є повним без просторової прив'язки.

Список літератури

1. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Павленко Л.А. Корпоративні інформаційні системи: навч. пос. / Л.А. Павленко. – Х.: Вид. "ІНЖЕК", ХНЕУ, 2005. – 260 с.
3. Офіційний сайт Deductor [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса: <http://www.deductor.com/>.
4. Газета ARCREVIEW [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dataplus.ru/WIN/index.htm>.

Надійшла до редколегії 29.04.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕГРАЦІЇ OLAP І ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В МОДЕЛЯХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТТЯ РЕШЕНЬ

Л.А. Павленко

Приведена концепция совместного использования методов оперативного анализа данных и инструментальных средств геоинформационных систем при разработке моделей поддержки принятия решений относительно оптимизации параметров функционирования объектов управления с территориально распределенными ресурсами (финансовыми, материальными, трудовыми, информационными, и тому подобное). Оптимизация связана либо с размещением, либо с перемещением потоков ресурсов в пространстве и времени. Модели рассматриваются как основа для разработки системы поддержки принятия решений об оптимизации параметров или состояния объектов управления.

Ключевые слова: транзакционная база данных, многомерное хранилище, оперативная аналитическая обработка данных, геомоделирование, система поддержки принятия решений.

CONCEPTION OF OLAP AND GIS-TECHNOLOGIES INTEGRATION IN MODELS OF DECISION SUPPORT SYSTEMS

L.A. Pavlenko

Conception of on-line analysis processing methods and the geoinformation systems instrumental facilities integration during development models for decisions support as for parameters optimization of objects with the territorial distributed resources (financial, material, labour, informative, and others like that) is offered. Optimization is either up to placing, or streams of resources moving in space and time. Models are considered as a basis for decision support system for parameters or state of objects optimization development.

Keywords: transaction data-base, multidimensional warehouse, operative analytical data processing, geomodeling, decision support system.