

УДК 330.46:519.86

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ БІЗНЕС ЗАДАЧ

Кучма Ю.В., Фесенко Т.М.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Розглянуто і розроблені математичні моделі орієнтовані на аналіз просторової інформації та моделювання, різних бізнес рішень на основі статистичних даних.

Ключові слова: просторовий аналіз, аксіома Люса, модель Хаффа, торгівля, зони впливу, ГІС.

Постановка та аналіз проблеми. Компанії все частіше використовують можливості географічного аналізу для вирішення своїх ділових задач [1, с. 10-13; 2, с. 37; 3].

Функції просторового аналізу дозволяють, наприклад, за допомогою географічних інформаційних систем (ГІС) вирішити, де слід відкрити новий магазин, аптеку або відділення банку, ґрунтуючись на нових демографічних даних та планах розвитку міста [3, 4]. Ви можете відразу отримати потрібну інформацію про об'єкт, клацнувши по ньому на електронній мапі. У будь-який момент Ви можете оновити інформацію, прив'язану до мапи, і внесені зміни автоматично з'являться на мапі. І для користування ГІС не потрібно спеціальної підготовки.

Сучасним підприємцям доводиться мати справу з величезними обсягами інформації про продаж, клієнтів, партнерів і конкурентів, демографії жителів, списками розсилки і багато іншого. В основі всієї цієї інформації лежить географічне місце розташування [3].

Отже бізнес процеси фірми, що займається роздрібною торгівлею, такі як аналіз ринку, вибір місця розташування, просування товарів, продаж, доставка, управління торговими точками щільно пов'язані з географічними взаєминами та можливістю застосування ГІС.

Мета. Нами була поставлена актуальна задача створення геоінформаційної системи для міста та розробка математичних моделей, яка була б орієнтована на аналіз просторової інформації та моделювання різних бізнес-рішень на основі статистичних даних.

Прогнозування обороту є центральною і найбільш складною процедурою при виборі місця розташування торгового підприємства. Менеджери часто і до цього дня, визначають показники роботи нового торгового підприємства, виходячи «з практики і досвіду». І зважаючи на наявність певних методологічних труднощів із прогнозуванням можливого обороту, виникає актуальна необхідність застосування сучасних методів для вирішення цієї задачі.

Частота покупок продовольства, особливо свіжих товарів, дуже висока, тому в даному випадку покупці згодні долати лише невеликий шлях. Тому відстань від покупця до торгового підприємства часто вирішальна при виборі покупцем місця покупки продовольчих товарів.

Математична модель визначення обсягів продаж торгового об'єкту. Розроблена математична модель відноситься до класу моделей виявлених переваг. Згідно аксіоми Люса [1, 6] ймовірність P_{ij} вибору i -м споживачем j -ї торгового об'єкту дорівнює долі, яку складає корисність U_{ij}

j -ї торгової точки для i -го споживача до суми корисностей усіх n торгових об'єктів і дорівнює (1):

$$P_{ij} = \frac{U_{ij}}{\sum_{l=1}^n U_{il}} \quad (1)$$

Згідно моделі Хаффа замість функції корисності (не слід плутати з класичним визначенням функції корисності в математичній економіці) в формулі (1) використовується площа торгового об'єкту:

$$U_{ij} = \frac{S_j}{R_{ij}^\lambda}, \quad (2)$$

де S_j – площа j -ї торгового об'єкту,

R_{ij} – відстань від i -го споживача до j -ї торгового об'єкту,

λ – додатний параметр, який відображає ефект впливу різних типів об'єктів на часові затрати, визначається статистично та зазвичай має значення від 1 до 3.

Запропонована Девідом Хаффам модель визначення місця розташування торговельного об'єкта, найбільш оптимального з точки зору отримання прибутку, з успіхом застосовується і донині. Модель Хаффа приваблює дослідників своєю простотою і універсальністю. Але площа торгового об'єкту не може в повній мірі відображати реальне відношення до нього покупців. Та саме головне – чим більша конкуренція серед торгових об'єктів тим менш адекватна модель дійсності.

Замість площі торгового об'єкту S_j необхідно використовувати функцію мультиплікативного вигляду, яка б враховувала не тільки площу торгового об'єкту (що безумовно важливо), але й інші важливі параметри-змінні.

Ми вважаємо, що необхідно врахувати наступні параметри, що впливають на роботу та прибуток торгового об'єкту. По перше, це *зручність* – наявність та розмір автомобільної стоянки біля торгового об'єкту, зручні пішохідні переходи, зупинки громадського транспорту і т.і. Другий параметр, *асортимент* – кількість різноманітних груп товарів, видів товарів однієї категорії. Важливим параметром є також *гігієна* торгового об'єкту – чистота підлог, вітрин, повітря тощо. *Культура обслуговування* – кількість працюючих кас, час обслуговування, присутність консультантів. *Розмір торгового площі* та *рівень цін* в торговому об'єкті. *Транспортний потік* повз торговий об'єкт – кількість та інтенсивність маршрутів громадського транспорту, наявність зупинки поблизу магазину, що дозволить врахувати маятниковий попит для торгового об'єкту.

Таким чином маємо багатокритеріальну задачу з деяким набором параметрів, а також відстанню від i -го споживача до j -го торгового об'єкту.

Слід зробити невеликий відступ та згадати, труднощі, які пов'язані з багатокритеріальні задачі, та шляхами їх розв'язку. Цілком природно було б прагнення отримати інформацію одразу та швидко при цьому усунути багатокритеріальність. Цей підхід реалізований шляхом об'єднання багатьох критеріїв в один за допомогою так званих вагових коефіцієнтів важливості критеріїв. Глобальний критерій обчислюється згідно формули:

$$C = \sum_{i=1}^N w_i C_i$$

де C_i – частинні критерії ($i = \overline{1, N}$); w_i – вага критерію C_i :

$$0 \leq w_i \leq 1; \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

В загальному випадку вихідна модель має вигляд таблиці. Імена рядків це імена альтернатив, імена стовпців – імена критеріїв. На перетині i -го рядка і j -го стовпця записується оцінка x_{ij} альтернативи a_i за критерієм k_j . Така форма подання моделі вибору називається «таблицею критеріїв».

Це досить розповсюджена модель. Адже саме в такій формі друкується багато «рейтингів», результати порівняльного аналізу і т.і. Для того, щоб упорядкувати альтернативи в таблиці критеріїв, у переважній більшості випадків використовують лінійну згортку або інша назва – зважена сума. Суть методу проста. Спочатку деяким чином вибираються вагові коефіцієнти критеріїв. Позначимо їх вектором (w_1, w_2, w_m) . Потім, для кожної альтернативи (кожної i -ої рядки таблиці) розраховується наступна величина

$$s_i = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij}, \quad i = \overline{1, n}$$

Нарешті, приймається правило: чим більше значення s_i , тим краще альтернатива a_i .

Повернімося до нашої моделі. Таким чином наша функція корисності для i -го споживача матиме вигляд:

$$U_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^q c_k \cdot x_{kj}}{R_{ij}^\lambda}, \quad j = \overline{1, n} \quad (3)$$

де c_k – вага або значущість k -го критерію,

$$0 \leq c_k \leq 1; \quad \sum_{k=1}^q c_k = 1 \quad (4)$$

x_{kj} – оцінка по k -му критерію j -ї торгової точки, q – кількість критеріїв, n – загальна кількість торгових об'єктів.

І маємо імовірнісний вибір:

$$P_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^q c_k \cdot x_{kj}}{R_{ij}^\lambda} \cdot \frac{1}{\sum_{l=1}^n \frac{\sum_{k=1}^q c_k \cdot x_{kl}}{R_{il}^\lambda}} \quad (5)$$

Безсумнівним є той факт, що чим більше значення функції U_{ij} , тим більша ймовірність вибору торгового об'єкту, корисність якої характеризує функція U_{ij} (якщо $P(U) = \frac{U}{U+t}$, де $t = const, t \geq 0$, то маємо $P_U' > 0$ – функція є зростаючою, іншими словами $P(U + \Delta U) > P(U)$, при $\Delta U > 0$). Отже власника торгового об'єкту цікавить можливість максимізувати значення функції U_{ij} .

Як вже раніше було сказано, що коли місце розташування обрано, то після цього власники обмежено можуть впливати на привабливість свого торгового об'єкту. Тобто для збільшення функції корисності (3) необхідно якомога ближче розміщувати торгові об'єкти до місць проживання майбутніх відвідувачів, а потім тримати критерії-параметри торгового об'єкту кращими за своїх конкурентів. Оскільки на відстань впливати не можливо, залишається збільшувати тільки чисельник функції (3).

Надалі розглядатимемо чисельник функції корисності (3), як деяку масу M_j – j -го торгового об'єкту:

$$M_j = \sum_{k=1}^q c_k x_{kj} \quad (6)$$

А отже ймовірність P_{ij} вибору i -м споживачем j -ї торгового об'єкту

$$P_{ij} = \frac{\frac{M_j}{R_{ij}^\lambda}}{\sum_{l=1}^n \frac{M_j}{R_{il}^\lambda}} \quad (7)$$

Таким чином, перехід до імовірнісних величин дає змогу для більш точного аналізу. В запропонованій моделі ми можемо не просто говорити про те, що той чи інший споживач попадає до зони впливу певного торгового об'єкту, а й про те, з якою ймовірністю він до неї попадає. Далі цю ймовірність можна використовувати для знаходження значень попиту і т.і.

Розроблена модель є вдосконаленою, моделлю Хаффа, тому що перехід до абстрактних параметрів (6-7) дає змогу користуватися даною моделлю не тільки для моделювання зон впливу торгових об'єктів, але й зони впливу освітніх установ, розважальних центрів і т.і.

Розглянемо деяку зону мапи міста A , в якій співіснують торгові об'єкти (рис. 1). Нехай вона має розмір a на b . Зона може як включати частину міста так і охоплювати все місто в цілому. В зоні функціонують n торгових об'єктів. Розробимо алгоритм побудови мапи впливу торгових об'єктів на споживачів в зоні A .

Зона A в нашому випадку представляє собою прямокутну ділянку розбиту без проміжків на $L \times M$ полів розмірів s на d . Відстань між центрами сусідніх ділянок вздовж осі Ox позначимо s , вздовж осі Oy – d . Густина точок, згідно обраного масштабу, що розбивають зону A на ділянки, повинна бути достатньою, щоб любий сусідній торговий об'єкт або об'єкт проживання споживачів мали відстань між собою не меншу за s або d .

Для кожної ділянки, згідно формули (7), розраховуємо імовірності вибору споживачем кожного торгового об'єкту з існуючих. В результаті матимемо масив даних B розміру $L \times M$. Елемент масиву $B[l, m]$ містить імовірності вибору споживачем з відповідної ділянки мапи A j -го торгового об'єкту. Причому вочевидь, сума ймовірностей, що містять елемент масиву $B[l, m]$ дорівнює одиниці $\sum_{j=1}^n P_{[l, m], j} = 1$.

Отриманий масив даних є не, що інше як мапа впливу торгових об'єктів на споживачів зони A . Таким чином не складно, маючи координати будинку на мапі (x, y) , та масив даних B , отримати ймовірності вибору мешканцями будинку того,

чи іншого торгового об'єкту. Формули, що ставлять відповідність координат мапи та елементів масиву наступні:

$$l = \inf\left(1 + \frac{L}{2} - \frac{y}{d}\right), m = \inf\left(1 + \frac{M}{2} + \frac{x}{c}\right) \quad (8)$$

де \inf – функція, що визначає найменше число від значення аргументу.

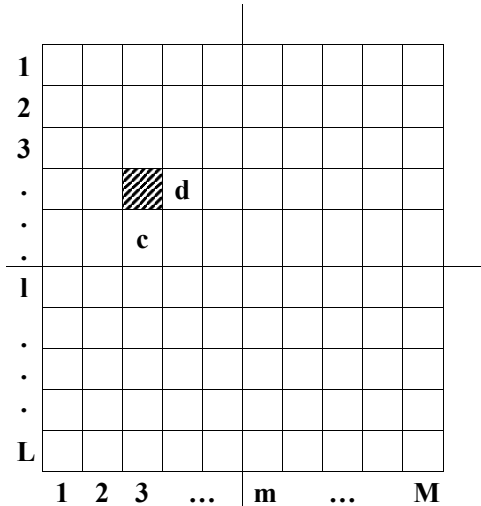


Рис. 1. Зона розташування торгових об'єктів А

Наступний шлях побудови моделі це визначення попиту торгового об'єкту. Так для моделі Хайфа [8] пропонують розраховувати загальні витрати споживачів на продуктову категорію або послугу k для торгового об'єкту j за наступною формулою:

$$E_{jk} = \sum_{i=1}^m P_{ij} C_i B_{ik}$$

де C_i – кількість споживачів в зоні проживання i ;

B_{ik} – витрати споживачів за визначений період, в зоні проживання i , на продуктову категорію k ;

m – загальна кількість зон проживання споживачів;

Звідси можна обчислити частку ринку даного об'єкта в категорії k

$$M_{jk} = \frac{E_{jk}}{\sum_{i=1}^m C_i B_{ik}}$$

Введемо в розгляд множину H , елементами якої є будинки зони А. Кожен елемент множини h_i характеризується парю координат (x, y) , що визначають місце розміщення будинку на мапі. Таким чином згідно формул (8) кожному елементу множини H відповідає свій елемент масиву $b(l, m)$.

Вважаємо, що кожен i будинок множини H на ринку створює попит на товари та послуги:

$$D(h_i) = \eta_i \cdot \Omega$$

де Ω – сукупні витрати в середньому за місяць у розрахунку на одне домогосподарство, грн;

η_i – кількість домогосподарств, що проживають в будинку h_i .

Знаючи $D(h_i)$ ми можемо розрахувати загальні витрати споживачів на продуктову категорію або послугу k для торгового об'єкту j в зоні А, для нашої моделі, за наступною формулою:

$$E_{jk} = \sum_H P_{h_i, j} \cdot \beta_k \cdot D(h_i) \quad (9)$$

де $P_{h_{ij}} \Leftrightarrow P_{(l, m), j}$ згідно формул (8) для елемента h_i множини H ;

β_k – доля витрат споживачів за визначений період, в зоні проживання, на продуктову категорію k з сукупних витрат в середньому за місяць Ω .

Частка ринку яку займає торговий об'єкт в загальному попиті зони А на продуктову категорію або послугу k дорівнює:

$$M_{jk} = \frac{E_{jk}}{\sum_H \beta_k \cdot D(h_i)}$$

Модель аналізу розташування торгового об'єкту та впливу конкурентів. Торгова зона магазину це територія проживання потенційних споживачів. Класично торгову зону ділять на три частини – ближню, середню і далекую. *Ближня торгова зона* – це зона 10 хвилинної пішохідної доступності. Відстань її до 1 кілометра і близько 2-4 кілометрів для автомобілістів. Обсяги продажу становлять близько 60-70% від загальної кількості проживаючих у цій зоні. *Середня зона* розміром від 1 до 2 кілометрів або 20 хвилинної доступності. Це близько 20% продажу для торгового об'єкта. *Дальня зона* лежить після двох кілометрів і сягає 4-5 кілометрів для звичайного супермаркету і 20 км для крупного торгового центру. Обсяги продаж складають 10% і іноді доходять до 20%.

Визначимо загальні витрати споживачів в торговому об'єкті для кожної торгової зони. Введемо наступні величини: HR_1 – множина будинків, де проживають споживачі, що входить до ближньої торгової зони, HR_2, HR_3 – відповідно множини будинків для середньої та дальньої торгової зони.

Ближня зона торгівлі:

$$D_{jk}^1 = \sum_{h_i \in HR_1} \alpha_1 \cdot \beta_k \cdot D(h_i), \alpha_1 = 0,7$$

Середня зона:

$$D_{jk}^2 = \sum_{h_i \in HR_2} \alpha_2 \cdot \beta_k \cdot D(h_i), \alpha_2 = 0,2$$

Дальня зона:

$$D_{jk}^3 = \sum_{h_i \in HR_3} \alpha_3 \cdot \beta_k \cdot D(h_i), \alpha_3 = 0,1$$

Сукупний попит дорівнює:

$$D_{jk} = \sum_{n=1}^3 D_{jk}^n$$

Введемо поняття коефіцієнту якості функціонування торгового об'єкту:

$$\Delta = \frac{E_{jk}}{D_{jk}}$$

Якщо $\Delta \approx 1$ – торговий об'єкт функціонує нормально і майже не відчуває конкурентної боротьби від інших торгових об'єктів або зберігає паритет з конкурентами. $\Delta < 1$ – торговий об'єкт програє конкурентну боротьбу. $\Delta > 1$ – торговий об'єкт виграє конкурентну боротьбу або вона зовсім відсутня.

Висновки. Напрацьовані матеріали вже дозволяють проводити аналітичні роботи: здійснювати вибір оптимального місця розташування нового торговельного об'єкта за заданими початковими умовами; давати оцінку потенційному можливому доходу торговельного об'єкта з урахуванням конкурентного середовища в цьому районі міста; показувати на карті області зони впливу великих торгових об'єктів.

Список літератури:

1. Турпалов В.Е. Геоинформационные системы в экономике: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: НФ ГУ-ВШЭ, 2007. – 118 с.
2. Кучма Ю.В. Геоінформаційні системи в управлінні бізнесом / І.В. Кучма, Ю.В. Кучма, О.А. Десятірков, А.О. Татунько // Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (вебінар) (м. Луганськ, 22-23 грудня 2010 р.). – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010. – С. 37-38.
3. Леонов А.Л., Esri CIS, ГИС для розничной торговли [електронний ресурс]. – Режим доступу: URL http://dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=878&SECTION_ID=26
4. Сушков С. Опыт применения ГИС компанией Subaru America [електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <http://stasgeomarketing.wordpress.com/2009/05/01/опыт-применения-гис-компанией-subaru-america/>
5. Угаров А.С. Методы выбора местоположения торговой точки // Маркетинг в России и за рубежом № 6 – 2005.
6. Кучма Ю.В. Система геоінформаційного аналізу для бізнес задач роздрібною торгівлі / Т.М. Фесенко, О.Ю. Чалая // Кримський економічний вісник. – 2013. – № 3(04). – С. 110-112.
7. Кучма Ю.В. До питання про вибір місця розташування торгового підприємства / І.В. Кучма, Ю.В. Кучма // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2009. – № 12(142). – С. 187-191.
8. Сушков С. Расчет доли рынка торгового объекта с помощью модели Хаффа (Huff Model) [електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <http://stasgeomarketing.wordpress.com/2009/06/15/расчет-доли-рынка-торгового-объекта-с/>

Кучма Ю.В., Фесенко Т.Н.

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ БИЗНЕС ЗАДАЧ

Аннотация

Рассмотрены и разработаны математические модели ориентированные на анализ пространственной информации и моделирование, различных бизнес решений на основе статистических данных.

Ключевые слова: пространственный анализ, аксиома Люса, модель Хаффа, торговля, зоны влияния, ГИС.

Kuchma Y.V., Fesenko T.M.

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

USING GIS TECHNOLOGY TO SOLVE BUSINESS PROBLEMS

Summary

The article examined and developed mathematical models that based on the analysis of spatial information and statistical data in a field the simulation of various solutions for business.

Keywords: spatial analysis, axiom Lyusa model Huff, stores, zones of influence, GIS.