

Олена М. Азарян, Ігор Ю. Мартинов  
**МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ  
НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА: ІННОВАЦІЙНИЙ ВЕКТОР**

*У статті визначено теоретико-методологічні засади стратегії моделювання розміщення розважальних центрів на території міста; обґрунтовано вибір моделі поліцентричного міста; визначено рівень привабливості зон парку та змодельовано розміщення об'єктів на території парку у залежності від маржинального прибутку і фіксованих витрат.*

*Ключові слова: розважальний центр; моделювання; модель поліцентричного міста; рівень привабливості; розважальні послуги.*

*Форм. 11. Рис. 6. Літ. 11.*

Елена М. Азарян, Игорь Ю. Мартынов  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ  
ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА:  
ИННОВАЦИОННЫЙ ВЕКТОР**

*В статье определены теоретико-методологические основы стратегии моделирования размещения развлекательных центров на территории города; обоснован выбор модели полицентричного города; определен уровень привлекательности зон парка и смоделировано расположение объектов на территории парка в зависимости от маржинальной прибыли и фиксированных затрат.*

*Ключевые слова: развлекательный центр; моделирование; модель полицентричного города; уровень привлекательности; развлекательные услуги.*

Olena M. Azaryan<sup>1</sup>, Igor Y. Martynov<sup>2</sup>  
**MODELLING THE LOCATION OF ENTERTAINING  
CENTERS IN THE CITY: INNOVATIVE VECTOR**

*The article determines the theoretical and methodological framework for modelling the entertainment centers location within a city; the choice of a model (the polycentric city) is grounded; the attractiveness of park zones for this purpose is demonstrated, and objects' location within a park is modelled, showing the dependency upon marginal profit and fixed costs.*

*Keywords: entertainment center; modelling; polycentric city model; attractiveness rate; entertainment services.*

**Постановка проблеми.** В економіці часто спостерігаються хаотичні коливання економічних показників. Трапляється, що, здавалося б, незначні зовнішні явища згодом серйозно впливають на розвиток економічної ситуації, призводять до якісної модифікації поведінки та структури економічних систем. Перебіг економічних процесів виглядає несподіваним і не вписується в рамки класичних лінійних економічних моделей. Як правило, класичні моделі описують процеси без врахування зовнішніх впливів, і тому процеси, представлені такими моделями, однаково відбуваються за різних зовнішніх умов.

У сучасних умовах ринку економічні системи відкриті, нелінійні та нерівноважні. Вони мають схильність до самоорганізації, взаємодіють із навколишнім середовищем, чутливі до зміни зовнішніх умов. Еволюційний розвиток

<sup>1</sup> Mykhailo Tugan-Baranovskyi Donetsk National University of Economics and Trade, Ukraine.

<sup>2</sup> Mykhailo Tugan-Baranovskyi Donetsk National University of Economics and Trade, Ukraine.

цих систем залежить від багатьох параметрів і причин, які не можуть бути зазначені з абсолютною точністю. Непередбачуваність поведінки пов'язана не лише з неповнотою інформації про підсистеми, їх стан, але й з тим, що розвиток деяких систем дуже чутливий до початкових умов, що було виявлено ще в 1961 р. Е. Лоренцом [10].

Із цими питаннями пов'язана проблематика моделювання й оптимізації процесів і явищ, що відбуваються в економіці, одним з яких (найважливішим у визначенні економічного розвитку) є процес управління розміщенням капіталу. Це один із чинників виробництва, що піддається ефективному управлінню. Впливаючи на нього, можливо здійснювати значний регуляторний вплив на розвиток економічної ситуації.

У даний час усе частіше застосовується синергетичний підхід, заснований на застосуванні нелінійних моделей, хаотичній динаміці, що, як наслідок, уможлиблюють нелінійну реакцію на зміну параметрів системи. Нові моделі, які базуються на нелінійній динаміці, дозволяють досягти кращої результативності порівняно з реальними показниками. Аналіз нелінійних моделей досить складний, але при вирішенні багатьох завдань він необхідний. Через складність проведення досліджень хаотичних нелінійних систем необхідні сучасні високоточні методи їх вивчення. Унаслідок цього розробка засобів і алгоритмів аналізу, підвищення швидкості та продуктивності методів вивчення нелінійних моделей є одними з важливих завдань. Їх недосконалість, відсутність, недостатня кількість і складність для практичного використання перешкоджають, на сучасний момент, виконанню швидких і ефективних досліджень із застосуванням моделювання й одержанням правильних адекватних результатів.

Зазначені обставини свідчать, що дана тематика є важливою та актуальною, дозволяє оптимізувати процеси економічного розвитку і визначити ключові параметри зростання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Моделювання як метод економічного дослідження стало застосовуватися ще в XIX ст., коли О. Курно в книзі «Дослідження математичних принципів теорії багатства» [4] уперше застосував числові методи аналізу та запропонував математичну модель економіки, що дозволяє розглядати різні ситуації, які виникають на ринку.

Сьогодні у сфері економічного моделювання накопичено значний теоретичний і практичний досвід, частково висвітлений у працях як вітчизняних, так і закордонних учених [3; 4; 6; 10; 11].

**Невирішена частина проблеми.** Разом з тим, економіко-математичні моделі, що описують основні закономірності й тенденції динаміки розвитку об'єктів, представляють відносно новий інструментарій. Для його використання існує нагальна потреба в розробці високоточних методів аналізу, дослідження цих економіко-математичних моделей, оцінки їх застосовності й адекватності результатів, одержуваних за допомогою економічного моделювання.

Появу економіки відносять до епохи Просвітництва (друга половина XVIII ст. – початок XIX ст.). У 1758 р. доктор короля Людовика XV Ф. Кене видав роботу «Економічна таблиця» [3], у якій навів числові дані, що описують національну економіку. Це й було однією з перших спроб застосувати математичний апарат як засіб аналізу економічних процесів.

У наступні періоди спостерігалось подальше зростання застосування математичних підходів в економічній теорії. Провідні економісти того часу (Л. Вальрас [2], В. Парето [8]), все частіше використовували математичний опис для пояснення економічних процесів і явищ, а також математичні методи у своїх наукових дослідженнях.

У Росії серед відомих доробків з економічного аналізу насамперед варто відзначити роботи Є. Слуцького [9], присвячені дослідженням моделі поведінки споживача, В. Леонтьєва [5], який запропонував лінійну модель багатогалузевої економіки.

Більшість класичних моделей були лінійними, явища вивчалися окремо від середовища, а складні системи представлялися як продукт накладення окремих елементів. Протягом періоду другої половини XIX ст. – початку XX ст. суб'єктивні лінійно детерміністичні уявлення були причинами, які не давали вийти економічній науці на рівень передбачуваної здатності.

**Метою дослідження** є обґрунтування вибору моделі міста та моделювання розміщення розважального центру у місті та встановлення рівня привабливості розважальних об'єктів як інноваційного стратегічного вектору розвитку.

**Основні результати дослідження.** Додержання інноваційного вектору розвитку галузі розваг потребує обґрунтування стратегії і моделювання розміщення розвитку розважальних центрів на території сучасних міст. У даний час в економічній теорії існують різні економіко-математичні моделі, що характеризують безліч економічних процесів і завдань.

Мікроекономічна модель описує розвиток і структуру окремого елемента економічної системи. Макроекономічна модель моделює функціонування економіки об'єкта в цілому, такі моделі застосовуються при прогнозуванні розвитку економічних процесів, у них використовується аналіз загальних закономірностей еволюції та розвитку.

Однак чіткої межі між макро- та мікромоделями не існує. Мікроекономічні моделі, як правило, описують більш конкретні процеси, у той час як макроекономічні – більш загальні та глобальні.

Моделі макроекономічного розвитку і зростання являють собою абстрактний спрощений опис реальних економічних явищ, однак надають можливість досліджувати окремі закономірності.

Просторовий аналіз розважальних агломерацій значною мірою базується на концепції доступності. Доступність є провідним чинником, що впливає на вибір місця розташування при ухваленні рішення про розміщення. Центральні райони характеризуються високою концентрацією робочих місць, переважно пов'язаних зі сферою обслуговування. Доступність центру різко полегшує використання досить рідкісних послуг загальноміського масштабу. Багато типів витрат пов'язані з подоланням просторової віддаленості. Їх вплив на рішення про локалізацію багато в чому аналогічний впливу звичайних транспортних витрат: через вплив цих чинників найбільш бажаним є розміщення в центральній частині міста. Урахування транспортно-орієнтованих чинників забезпечує економію, пов'язану з місцем розташування.

Важливими аспектами морфології міського простору, що впливають на розміщення ділової активності на території міста, є тип його просторової

конфігурації та специфіка землекористування, характерна для конкретного міста. При цьому щільнісні характеристики тісно пов'язані з показниками ціни землі й орендної плати.

Традиційно при вивченні щільностей основна увага приділяється чинника відстані до центру міста і локальних характеристик. Розглянемо принципи моделювання щільності населення й пунктів розваг на території міста. Як джерела інформації використовуються відомості про щільність населення на території міста, що розраховуються на підставі відкритої інформації про межі районів і мікрорайонів, чисельність мешканців, даних обліку підприємств роздрібною торгівлі, матеріалів вибіркового обстеження про величину орендної плати, відомостей про ціни угод щодо комерційної нерухомості в досліджуваний період. Для просторової прив'язки досліджуваних об'єктів використовується процедура геокодування відповідно до меж ділянок і адрес об'єктів нерухомості.

Для вибору адекватної форми залежності щільності населення від місця розташування порівнюються варіанти, відповідні моделям моноцентричного, лінійного та поліцентричного міста.

Модель моноцентричного міста заснована на припущеннях про існування єдиного центру, ізотропність простору, безперервне убування щільності в міру віддалення від центру. За цих умов гіпотетична щільність може описуватися залежністю

$$D(r) = ae^{-dr}, \quad (1)$$

де  $D$  – щільність населення;  $r$  – відстань від центру міста.

Дана модель погано відображає характерні для м. Донецька особливості розселення. Очевидно, що спостережувані відхилення від моделі моноцентричного міста пов'язані з наявністю декількох локальних центрів, можливим убуванням щільності при віддаленні від них, а також неізотропністю простору. Убування щільності в міру віддалення від локальних центрів може відобразити модель лінійного міста. Передбачається, що щільність убуває в міру віддалення від прямої  $aY + bX + c = 0$ . Модель має такий вигляд:

$$D(x, y) = ae^{-\gamma|ax+by+c|}, \quad (2)$$

де  $x, y$  – географічні координати.

Однак наявність подібної залежності не підтвердилася. Найкращу апроксимацію вдалося одержати з використанням моделі поліцентричного міста:

$$D = ae^{-br+cr^2 - b_{z1}r_{z1} - b_{z2}r_{z2} - b_{l1}r_{l1} - b_{l2}r_{l2} + c_{z1}d_{z1} + c_{z2}d_{z2} + c_{l1}d_{l1} + c_{l2}d_{l2}} (1+u), \quad (3)$$

де  $D$  – щільність населення;  $r$  – відстань від центру міста;  $r_{z1}, r_{z2}, r_{l1}, r_{l2}$  – відстані від локальних центрів міста;  $d_{z1}, d_{z2}, d_{l1}, d_{l2}$  – фіктивні змінні для локальних центрів;  $a, b, c, b_{z1}, b_{z2}, b_{l1}, r_{l2}, c_{z1}, c_{z2}, c_{l1}, c_{l2} > 0$  – оцінювані коефіцієнти.

Оцінки щільності населення можна використовувати як проксі-змінні платоспроможного попиту при побудові моделей розміщення по території міста розважальних центрів і вартості торговельної нерухомості.

Теоретичні проблеми розміщення в місті розважальних центрів досить добре пророблені. Популярною є концепція зон, площа яких визначається

ефектом масштабу, величиною попиту на душу населення і транспортних витрат. Концентрація діяльності в багатьох випадках значно підвищує ефективність, мають місце переваги спільного розміщення, одержувані як продавцем послуг, так і споживачем. Важливу роль відіграє ефект масштабу, тобто більш ніж пропорційне зростання обсягу продажів або доданої вартості при збільшенні обсягу ресурсів, насамперед, за рахунок зменшення частки постійних витрат у ціні послуг.

При моделюванні щільності розважальної мережі висувуються стандартні припущення, що торгівля послугами епізодичного попиту характеризується вищою віддачею від масштабу, значущими зовнішніми ефектами і меншими транспортними витратами споживачів порівняно з повсякденними послугами. У зв'язку з цим розміщення центрів розважальних послуг повсякденного й епізодичного попиту аналізується окремо (рис. 1).

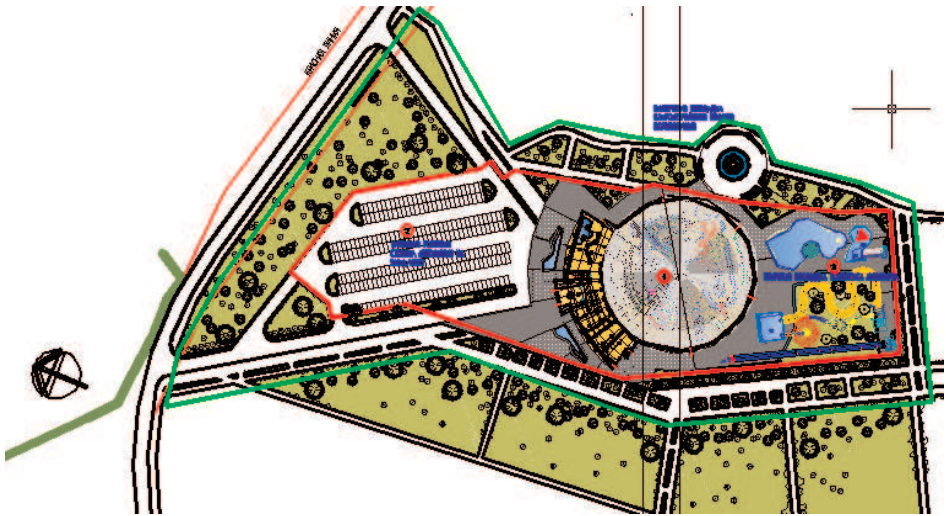


Рис. 1. Проектування розташування об'єкта в місті, авторська розробка

Розважальний центр у ланцюжку створення споживчої цінності послуг відпочинку, що надаються, є провідником споживчої цінності рішень щодо організації цих послуг.

Таким чином, структура організації будь-якого атракціону або іншого місця відпочинку впливатиме на те, чи внесе воно додаткову цінність або, навпаки, зменшить споживчі цінності, закладені розробниками в систему розважального центру.

Сервісний підхід до побудови розважального центру є відповіддю на вимоги до підвищення якості індустрії розваг. Але, як відомо, практики індустрії розваг довгий час не оперували такими поняттями, як клієнт, продуктивний портфель тощо. Процеси розваг і відпочинку орієнтовані не на різновиди споживача, а на монополію розважального центру. Така ситуація не може довго задовольняти споживачів послуг індустрії розваг. Саме тому вона починає змінюватися. Керівники починають розуміти, що діяльність розважальних центрів має ґрунтуватися на маркетинговому підході.

Необхідність маркетингового погляду на діяльність розважального центру органічно впливає з орієнтації на сервісну систему й вирівнювання стратегії відповідно до потреб клієнтів. Дослідження, проведені багатьма провідними інститутами, свідчать про неминучість настання маркетингової зрілості для розважальних центрів. Інструменти маркетингу послуг з відпочинку та розваг у цьому випадку перетворюються на реальну зброю в боротьбі за життя.

Що ж являє собою маркетинговий погляд на послуги у сфері відпочинку та розваг? Те саме, що й маркетинговий погляд на продаж будь-яких продуктів і надання послуг – це, насамперед, маркетинг-мікс (4P), брендінг і орієнтація на клієнта.

Розглянемо умовну територію парку, де передбачається розміщення розважального комплексу (рис. 2а). На рис. 2б показано накладення карти території на масштабну сітку.

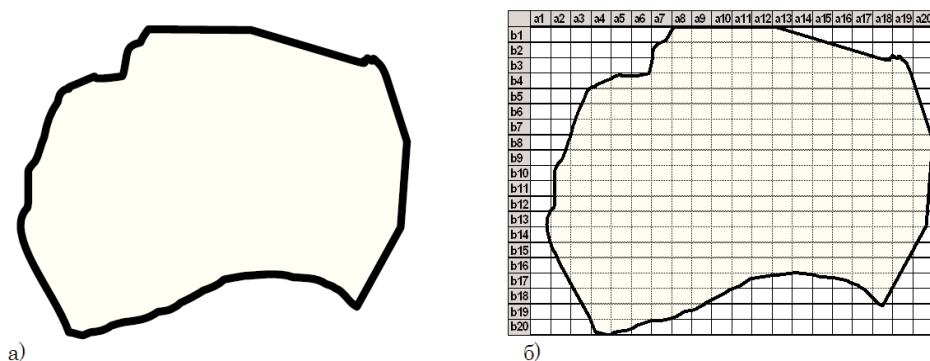


Рис. 2. Приклад накладення умовної території парку (а) на масштабну сітку (б), авторська розробка

Для зручності використання в подальших міркуваннях стовпці та рядки масштабної сітки позначено  $a$  і  $b$  та пронумеровано. Масштаб обирається таким чином, щоб зручно було оцінювати привабливість даної ділянки.

Оцінка території за квадратами сітки може здійснюватися двома способами: опитування відвідувачів про привабливість зон парку або комплексна експертна оцінка.

Другий метод дає більш точні дані, оскільки в першому випадку можливі варіанти психологічної привабливості без відвідування майбутнього комплексу. Можливий і комплексний підхід, коли перший варіант може враховуватися як думка експерта-відвідувача. Бальна оцінка експертів становить основу кількісної оцінки привабливості кожної виділеної зони.

У результаті узагальнення результатів аналізу одержимо таку картину оцифрування території парку (рис. 3).

У клітинки сітки, які не мають відношення до парку, внесене від'ємне значення балів; клітинки сітки, що потрапляють на ділянки парку, не придатні для розміщення розважальних об'єктів, містять нульові значення або порожні (на рисунку виділені чорним кольором), інші клітинки містять накопичувальне значення оцінки привабливості в балах або в кількості відвідувань.

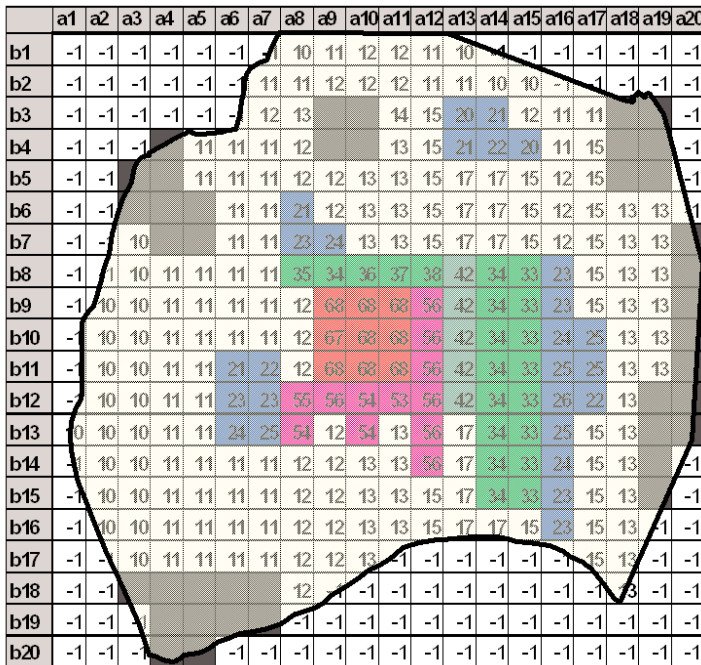


Рис. 3. Оцифрування території парку, авторська розробка

Для більшої наочності використання території парку привабливість його зон доцільно зобразити у вигляді тривимірного графіка (рис. 4), який можна обертати в різних площинах для детальнішого розгляду.

Діаграма дає чітке уявлення про рівень привабливості зон парку. У даному умовному прикладі маємо пік привабливості в центрі розглянутої території, де і можливе спорудження розважального комплексу. Невеликий підйом привабливості в зоні a14–b3 дозволяє розмістити в цьому місці супутній об'єкт, наприклад, кафе.

Для того, щоб порівнювати різні набори, введемо два показники: маржинальний прибуток і фіксовані витрати. Як відомо, маржинальним називається прибуток, визначений з урахуванням лише змінних витрат.

Надання кожної розважальної послуги потребує, крім змінних витрат (пропорційних обсягу надання послуг), фіксованих або постійних (умовно постійних) витрат, тобто не залежних від обсягу надання послуг.

Нехай є  $n$  розважальних послуг, надання яких технологічно здійсненне в розглянутому періоді часу. Позначимо  $a_j$  як змінні витрати на надання  $j$ -ї розваги,  $b_j$  – постійні або фіксовані витрати,  $p_j$  – маржинальний прибуток на одне відвідування  $j$ -ї розваги,  $V_j$  – потреба в  $j$ -й розвазі. Нехай стандартний набір складається з множини  $Q$  послуг. Тоді сукупний маржинальний прибуток становитиме

$$P(Q) = \sum_{j \in Q} P_j V_j, \tag{4}$$

а сукупні фіксовані витрати

$$B(Q) = \sum_{j \in Q} b_j. \tag{5}$$

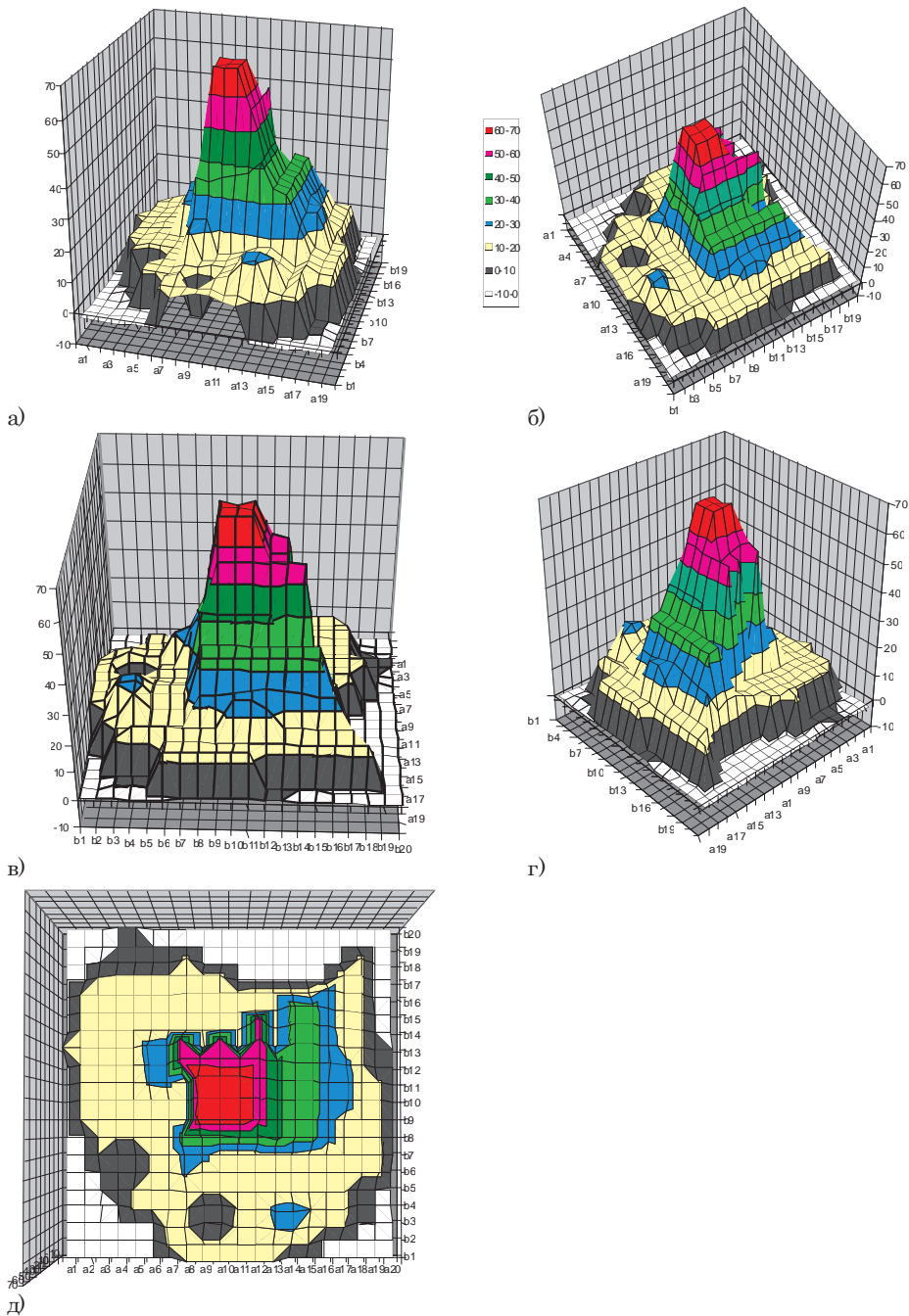


Рис. 4. Приклад обертання тривимірної діаграми привабливості території парку (а, б, в, г – бічні повороти, д – вид згори), авторська розробка



Різниця  $\Pi = P - B$  становить прибуток, що дає стандартний набір  $Q$ . Для постановки завдання визначення оптимального стандартного набору позначимо через  $m$  кількість різних типів потреб у розвагах і відпочинку,  $R_i$  – множина послуг, які можуть задовольнити  $i$ -ту потребу,  $v_{ij}$  – кількість  $j$ -х послуг, необхідних для задоволення  $i$ -ї потреби. Позначимо також як  $W_j$  множину потреб, що задовольняються  $j$ -ю послугою зі стандартного набору  $Q$ . У цьому випадку потреба в  $j$ -й послугі складе

$$V_i = \sum_{j \in W_j} v_{ij}. \quad (6)$$

Множину послуг  $Q$  називатимемо повною, якщо для будь-якої потреби  $i$  знайдеться продукт  $j \in Q$  такий, що  $i \in W_j$  (тобто знайдеться послуга, що може задовольнити  $i$ -ту потребу). Очевидно, що стандартний набір має бути повною множиною послуг.

Отже, варто визначити повну множину  $Q$ , для якої величина прибутку

$$\Pi(Q) = \sum_{j \in Q} b_j. \quad (7)$$

*Зауваження 1.* Якщо розглядається досить тривалий період часу, то при визначенні прибутку і фіксованих витрат необхідно враховувати їх зміну в часі, а також інфляцію та дисконтування.

*Зауваження 2.* У плановій економіці завдання стандартизації вирішувалося, як правило, за критерієм мінімуму сукупних витрат. У ринковій економіці такий критерій вже не підходить, оскільки він не враховує споживчої вартості пропонованих послуг.

Визначимо задачу в термінах теорії графів [11]. Для цього визначимо двочастковий граф  $G(X, Y, U)$ , де  $X$  – множина вершин, що відповідають послугам;  $Y$  – множина вершин, що відповідають потребам. Вершини  $j \in X$  з'єднуються дугами  $(j, i)$  з вершинами  $i \in Y$  тільки в тому випадку, коли  $i \in W_j$  (тобто послуга  $j$  задовольняє  $i$ -ту потребу). Для кожної вершини  $j \in X$  задамо числа  $b_j, p_j$ , а для кожної дуги  $(j, i)$  – числа  $v_{ij}$ .

Підмножина  $Q$  множини вершин  $X$ , що відповідає повній множині послуг (або стандартному набору послуг), назвемо покриттям двочасткового графа  $G$ . Позначимо  $T_i$  як множину продуктів з набору  $Q$ , кожен із яких може задовольнити потребу  $i$ .

Очевидно, що для задоволення  $i$ -ї потреби буде обрано продукт, для якого маржинальний прибуток максимальний. З урахуванням цього зауваження критерій можна записати в такому вигляді:

$$\Pi = \sum_{i \in Y} \max_{i \in T} p_i v_{ij} - \sum_{j \in Q} b_j. \quad (8)$$

Завдання звелось до пошуку покриття двочасткового графа, для якого формула (6) набуває максимального значення.

Розглянемо умовний приклад надання розважальних послуг у міському парку відпочинку. Нехай є 4 послуги й 4 типи потреб. При цьому послуга 1 може задовольнити першу потребу, послуга 2 – перша і другу, послуга 3 – першу, другу і третю, послуга 4 – всі 4 типи потреб. Двочастковий граф  $G$ , що відповідає цьому випадку, наведено на рис. 5.

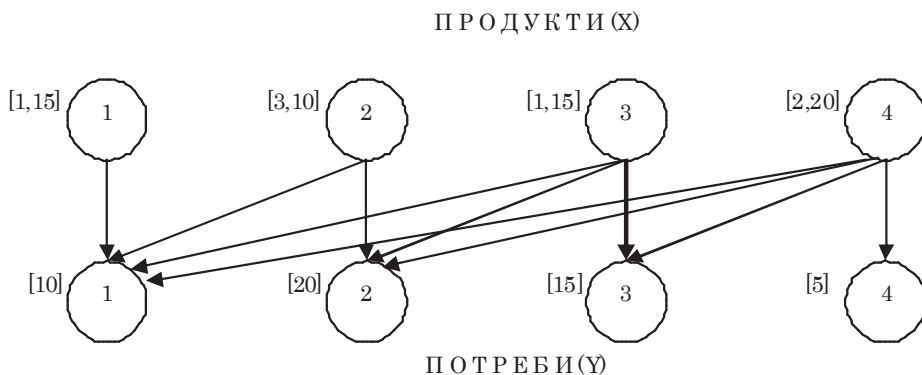


Рис. 5. Двочастковий граф  $G$  наведеного умовного прикладу, авторська розробка

Числа  $p_j$ ,  $b_j$ , що відповідають маржинальному прибутку і фіксованим витратам для  $j$ -ї послуги, зазначені у квадратних дужках біля вершин множини  $X$ , а числа  $v_i$ , що відповідають величині  $i$ -ї потреби, — у квадратних дужках біля вершин множини  $Y$  (для спрощення завдання взято  $v_{ij} = v_i$  для всіх  $j$ ).

Щоб розв'язати цю задачу, зауважимо, що послугу 3 включати в стандартний набір недоцільно. Дійсно, послугу 4 ми зобов'язані включити в набір, оскільки тільки він може задовольнити четверту потребу. Але тоді і третю потребу вигідніше задовольняти за рахунок четвертої послуги, а не третьої, оскільки в четвертої послуги маржинальний прибуток більше. Залишилося розглянути 4 варіанти з послугами 1 та 2.

*I варіант:* у набір входять обидві послуги — перша і друга:  $Q = \{1, 2, 4\}$ , при цьому перша послуга задовольняє першу потребу в обсязі  $V_1 = 10$ , друга — другу в обсязі  $V_2 = 20$ , четверта — третю і четверту в сумарному обсязі  $V_4 = v_3 + v_4 = 20$ . Маємо:  $\Pi(1;2;4) = p_1v_1 + p_2v_2 + p_4v_4 - b_1 - b_2 - b_4 = 40 + 60 + 40 - 45 = 95$ .

*II варіант:* у набір входять перша і четверта послуги:  $Q = \{1, 4\}$ , при цьому перша послуга задовольняє першу потребу в обсязі  $V_1 = 10$ , а четверта — всі інші в обсязі  $V_4 = 40$ . Маємо:  $\Pi(1;4) = p_1v_1 + p_4v_4 - b_1 - b_4 = 40 + 80 - 35 = 85$ .

*III варіант:* у набір входять друга і четверта послуги:  $Q = \{2, 4\}$ , при цьому друга послуга задовольняє першу і другу потребу в обсязі  $V_2 = 30$ , а четверта — третю і четверту в обсязі  $V_4 = 20$ . Маємо:  $\Pi(2;4) = p_2v_2 + p_4v_4 - b_2 - b_4 = 90 + 40 - 30 = 100$ .

*IV варіант:* у набір входить тільки четверта послуга, задовольняючи всі потреби в обсязі  $V_4 = 50$ . Маємо:  $\Pi = 100 - 20 = 80$ .

Отже, оптимальним є варіант III, якому відповідає стандартний набір із двох послуг — другої та четвертої. Поставлене завдання є екстремальною задачею комбінаторного типу, складності розв'язку якої добре відомі.

Розглянемо ряд окремих випадків, що допускають ефективні алгоритми розв'язку.

Вважатимемо, що послуга  $j$  накриває послугу  $k$ , якщо  $W_j \in W_k$ , тобто послуга  $j$  може задовольнити всі потреби, які задовольняє послуга  $k$ .

Нехай існує впорядкування послуг  $j1, j2, \dots, jn$  таке, що кожна послуга накриває всі наступні за ним. Так, для розглянутого вище прикладу відповідне впорядкування – (4, 3, 2, 1). Побудуємо мережу в такий спосіб. Вершини мережі відповідають послугам  $j1, j2, \dots, jn$  і одна вершина  $jn + 1 = 0$  є виходом мережі (вершина  $j1$  є входом). Вершини  $jk, js$  ( $s > k$ ) з'єднуються дугою ( $jk, js$ ), довжина якої

$$L_{jkjs} = p_{jk}(V_{jk} - V_{js}) - b_{jk}, \tag{9}$$

$V_{j0} = 0$  за визначенням.

Зміст дуги ( $jk, js$ ) полягає в тому, що послуга  $jk$  задовольняє всі потреби, які вона може задовольнити, за винятком тих, які може задовольнити послуга  $js$ , а довжина дуги ( $jk, js$ ) при цьому визначає прибуток від послуги  $js$ . При такій побудові мережі будь-який шлях, що з'єднує вершину  $j1$  з вершиною  $j0$ , визначає певний стандартний набір послуг, і навпаки, будь-якому стандартному набору послуг відповідає деякий шлях у мережі, що з'єднує вхід  $j1$  з виходом  $j0$ . Кожній дузі ( $jk, lj$ ) шляху, що з'єднує вхід із виходом, відповідає послуга  $jk$ , що входить до стандартного набору. Тому довжина шляху дорівнює прибутку від відповідного цього шляху стандартного набору. Таким чином, завдання визначення оптимального стандартного набору звелось до завдання пошуку шляху в мережі, що має максимальну довжину. Для цієї задачі існують ефективні алгоритми [7, 114]. Для графа рис. 5 відповідну мережу наведено на рис. 6.

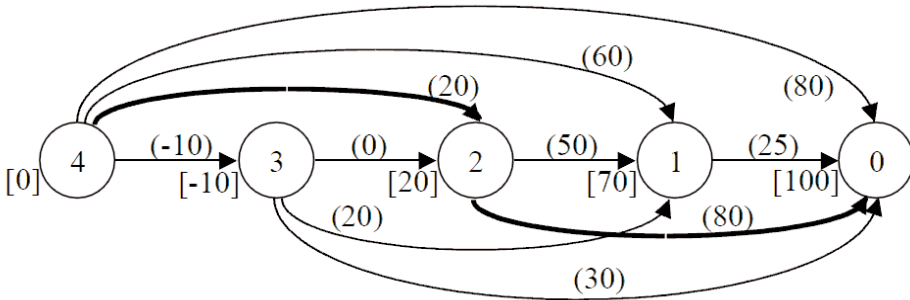


Рис. 6. Мережа стандартного набору послуг умовного прикладу, авторська розробка

Довжини дуг зазначені в круглих дужках. У цьому випадку для визначення шляху максимальної довжини, з огляду на те, що вершини мережі правильно пронумеровані (для кожної дуги ( $ik, il$ ) має місце  $k < l$ ), ефективніше застосувати алгоритм Форда [1] для мереж, що мають правильну нумерацію. Відповідно до цього алгоритму потенціал вершини  $j1$  покладається рівним 0, а потенціали наступних вершин  $lj$  визначаються послідовно:

$$\lambda_{jl} = \max_{k < l} [\lambda_{jk} + l_{jkl}]. \tag{10}$$

Помітимо, що фактично це метод динамічного програмування Беллмана [6] стосовно до даного завдання. При цьому потенціал вершини  $jn + 1 = 0$  дорівнюватиме довжині максимального шляху. Сам максимальний шлях визначається «зворотним ходом», а саме, починаючи з вершини  $jn + 1$  визначається вершина  $js$ , така що

$$\lambda_{j_{n+1}} - \lambda_{j_s} = I_{j_s j_{n+1}}. \quad (11)$$

Ця вершина належить шляху максимальної довжини. Починаючи з вершини  $j_s$ , аналогічно визначається наступна вершина і так далі, поки не буде отримана вершина  $j_1$ . Потенціали вершин, отримані описаним алгоритмом, зазначені у квадратних дужках біля відповідних вершин (рис. 6). Шлях максимальної довжини виділений товстими дугами. Отже, одержано той самий стандартний набір  $Q = \{2, 4\}$ , що і в умовному прикладі, де розв'язок отримано методом перебору. Розглянута модель дозволяє вирішити завдання й у складніших випадках.

**Висновки.** Розгляд конфігурації міста та щільності мешкання населення дозволили визначити найбільш коректну модель міста та обрати за основу подальшого моделювання її поліцентричний варіант, що у перспективі дозволить уникнути монополії розважального центру у місті. Відповідно до цього визначено рівень привабливості зон парку на основі співвідношення маржинального прибутку та фіксованих затрат. До того ж, обґрунтовано варіативність надання розважальних та супутніх послуг у залежності від їх асортименту та типів потреб. З'ясовано, що надання послуг у сфері розваг і відпочинку передбачає використання взаємозамінних послуг, що задовольняють однакові потреби, тобто покривають одна одну. Задача вибору оптимального набору послуг розв'язується з використанням методів покриття двочасткового графа. Побудова мережі стандартного набору послуг дозволяє використовувати ефективні алгоритми розв'язку подібних задач.

1. Алгоритм Форда-Фалкерсона // urban-sanjoo.narod.ru.
2. Вальрас Л. Элементы чистой политической экономии // www.gumer.info.
3. Кене Ф. Экономическая таблица // www.grandars.ru.
4. Курно О. Исследование математических принципов теории богатства // www.aup.ru.
5. Леонтьев В. Экономические эссе. – М.: Экономика, 1990. – 415 с.
6. Метод динамического программирования Беллмана. Принцип оптимальности // alnam.ru.
7. Миронова Н.В. Маркетинг различных типов услуг // Маркетинг в России и за рубежом.– 2003.– №4. – С. 108–119.
8. Парето В. Трактат по общей социологии // www.krugosvet.ru.
9. Слуцкий Е. Экономические и статистические произведения. Избранное // www.ya-kniga.ru.
10. Теория хаоса Э. Лоренца // ru.wikipedia.org.
11. Элементы теории графов // dvo.sut.ru.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2014.