

через надання допомоги в дослідженні ринків збуту; створення сприятливих умов для впровадження закордонних технологій; цілеспрямоване формування експортно-орієнтованих галузей АПК, здатних забезпечити експорт готової продукції.

Окремо виділено необхідність діджиталізації на виробництві, оскільки в період динамічних змін в світовому господарюванні та початком цифрової трансформації економіки, будь-яке підприємство, яке має великі амбіції, повинно відповідати сучасним тенденціям.

Враховуючи вище наведене, слід сказати, що головними напрямками розвитку систем управління в умовах діджиталізації бізнесу мають стати: сприяння прискоренню інноваційних ініціатив, прогностичний моніторинг ринкового середовища, оцінка чинників впливу на конкурентоспроможність компанії, розроблення дорожніх карт на основі галузевих пріоритетів та клієнтського досвіду.

Список літератури

1. Фаюра Н.Д., Вдовенко Л.О., Бечко П.К., Чухно О.М., Клочковська В.О. *Фінанси підприємств. Навчальний посібник*. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2011. 240 с.
2. Сей Ж.-Б. *Трактат політичної економіки*. Москва, 1986.
3. Вороніна В.Л. *Сутність та функції прибутку в умовах сучасного економічного росту країни. Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія: Економічні науки*. Черкаси: ЧДТУ, 2013. Вип. 33 (Ч. III). С. 202–205.
4. Кривицька О.Р. *Формування прибутку підприємств у ринкових умовах: автореф. дис. кан. екон. наук: 08.00.08* Тернопільський національний

економічний університет. Тернопіль: 2010. 18 с.

5. Офіційний сайт Укрпромінвест агро [Електронний ресурс]. URL: <http://www.upi-agro.com.ua/ua/Home/MapDetails/5>

6. Івашенко, О.В. *Формування прибутку в сільськогосподарських підприємствах. Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2009. № 4. С. 71-75

7. Бедринець М.Д., Довгань Л.П. *Фінанси підприємств. Навчальний посібник*. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 292 с.

8. Підручник А.М. Поддєрьогін, М.Д. Білик, Л.Д. Буряк та ін. *Кер. кол. авт. і наук. ред. проф. А.М. Поддєрьогін. 7-ме вид., без змін*. Київ: КНЕУ, 2008. 552 с.

9. Фурман І.В. *Вектори підвищення ефективності управління прибутком підприємства. Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту*. 2017. №3(54) С. 55-65.

10. Савіна С.С., Гиренко Ю.В. *Управління прибутком в системі фінансового менеджменту підприємства. Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. №6 (17) С. 321-324.

11. *Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки»* № 67-р від 17.01.2018. URL:

<https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/proshvalennyakoncepciyirozvitku-cifrovoyi-ekonomiki-ta-suspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennya-plazahodivshodoyiyi-realizaciyi/>

12. Прилуцький А.М., Герасимчук В.Г. *Диверсифікація підприємницької діяльності як інструмент зростання прибутковості підприємства. Економіка. Фінанси. Право*. 2019. №11. С. 92-100.

ОБИРАННЯ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Денисюк В.О.

*Вінницький національний аграрний університет
доцент кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики,
к.т.н., доцент*

ELECTING OF TRAVELING SALESMAN PROBLEM CRITERIA

Denysiuk V.

*Vinnytsya National Agrarian University
Associate Professor of Computer Sciences and Economic Cybernetics Department,
Ph.D., Associate Professor*

Анотація

Стаття присвячена дослідженню питання обирання коефіцієнтів матриці відстаней для розв'язування задачі комівояжера. Розглянуто і сформульовано основні особливості по вибору коефіцієнтів матриці відстаней.

Abstract

The article is devoted to research of coefficients electing question of distances matrix for untiing of task of traveling salesman problem. Basic features are considered and set forth on the choice of distances matrix coefficients.

Ключові слова: задача комівояжера, комбінаторна оптимізація, туристичний маршрут, матриця критеріїв.

Keywords: traveling salesman problem, combinatorics optimization, tourist route, matrix of criteria.

Постановка проблеми. Задача комівояжера, Travelling Salesman Problem (TSP), є однією з найбільш поширених задач комбінаторної оптимізації, до яких можна звести і ряд інших проблем оптимізації [10, 12, 18, 24]. Класична задача комівояжера полягає у знаходженні найвигіднішого маршруту, що проходить через вказані міста хоча б по одному разу. В умовах завдання вказуються критерій вигідності маршруту (найкоротший, найдешевший, сукупний критерій тощо) і відповідні матриці відстаней, вартості тощо. Прикладом таких проблем є пошук оптимальних туристичних маршрутів, задача оптимізації шляху експедитора, задача трасування електронних плат, вибір оптимального маршруту обльоту безпілотних літальних апаратів у реальному часі та ін. [5- 8, 11, 12, 15, 18, 24]. Для розв'язування наведених задач використовуються прикладні алгоритми комбінаторної оптимізації. Майже всі вони мають деяку кількість параметрів. Задача комівояжера є однією із найбільш поширених задач комбінаторної оптимізації, до яких можна звести і ряд інших проблем оптимізації. Саме тому дослідження та вибір параметрів (коефіцієнтів) матриці відстаней для розв'язування задачі комівояжера є актуальним. Для цього необхідно дослідити підходи до обирання параметрів матриці відстаней.

Мета статті. Метою статті є дослідження питання обирання коефіцієнтів матриці відстаней для розв'язування задачі комівояжера, розглянути основні особливості та рекомендації по вибору коефіцієнтів матриці відстаней.

Аналіз сучасного стану розв'язання задачі комівояжера. Задача комівояжера вперше була сформульована ще у 1832 році. В загальному випадку задача TSP має таке формулювання: існує множина міст N , відстань між якими відома, необхідно визначити такий оптимальний маршрут, який проходить через усі N міст без повторного відвідування (зазвичай задано, що маршрут повинен проходити через кожне місто тільки один раз, в такому випадку розв'язок знаходиться серед гамільтонових циклів) [7, 10]. В умовах завдання вказуються критерій вигідності маршруту (найкоротший, найдешевший, сукупний критерій тощо) і відповідні матриці відстаней, вартості.

Проблема побудови оптимальних маршрутів через задану множину точок на площині чи у просторі виникає у багатьох сферах людської діяльності, наприклад, задачах планування та логістики; при виробництві друкованих плат; мінімізації рухів у робототехніці; аналізі структури ДНК та ін. За суттю, усі ці проблеми зводяться до розв'язування задачі комівояжера.

Для можливості застосування математичного апарату для розв'язання TSP, її слід представити у вигляді математичної моделі, а саме у вигляді моделі на графі, тобто, використовуючи вершини та ребра між ними. Таким чином, вершини графу відповідають містам, а ребра $\left\{ \left(i, j \right) \right\}$ між вершинами i та j - сполученням між цими містами. У відповідність кожному ребру (i, j)

можна зіставити вагу $c_{ij} \geq 0$, яку можна розуміти як, наприклад, відстань між містами, час або вартість подорожі.

Математична постановка задачі комівояжера. Між кожним містом відома відстань $C \in R^{N \times N}$. Треба побудувати такий маршрут $X_* \in R^{N \times N}$, який проходить кожне місто тільки один раз, крім початкового міста, та має мінімальну довжину. Тобто потрібно знайти замкнений гамільтонів цикл мінімальної довжини. Отже:

знайти

$$X_* = \underset{x_{ij} \in X \in R^{N \times N}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} \times x_{ij}, \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = 1, j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = 1, i = \overline{1, N}, \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad (4)$$

де X_* – маршрут для обходу усіх міст;

x_{ij} – наявність переходу від міста i до міста j у маршруті;

c_{ij} – відстань (вага) переходу від міста i до міста j у маршруті;

N – кількість міст.

Формула (1) вказує на цільову функцію - знаходження такого маршруту, при якому його довжина буде мінімальною. Обмеження (2) та (3) вказує на умову відвідування міста тільки один раз.

В загальному випадку, асиметрична задача комівояжера відрізняється тим, що ребра між вершинами можуть мати різну вагу в залежності від напрямку, тобто, задача моделюється орієнтованим графом. Таким чином, окрім ваги ребер графа, слід також зважати і на те, в якому напрямку знаходяться ребра.

У випадку симетричної задачі всі пари ребер між одними й тими самими вершинами мають однакову вагу, тобто, для ребра (i, j) ваги однакові $c_{ij} = c_{ji}$. Як наслідок, всі маршрути мають однакову довжину в обидва напрямки. В симетричному випадку кількість можливих маршрутів вдвічі менша за асиметричний випадок. Симетрична задача моделюється неорієнтованим графом [1, 2].

Оскільки комівояжер в кожному з міст постає перед вибором наступного міста з тих, що він ще не відвідав, існує $(n-1)!$ маршрутів для асиметричної та $(n-1)!/2$ маршрутів для симетричної задачі комівояжера. Таким чином, розмір простору пошуку залежить над-експоненційно від кількості міст.

Симетричну задачу комівояжера називають метричною, якщо відносно довжин ребер виконується нерівність трикутника. Умовно кажучи, в таких задачах обхідні шляхи довші за прямі, тобто, ребро від вершини i до вершини j ніколи не довше за шлях через проміжну вершину k .

Насправді, задача комівояжера у випадку реальних міст може бути як симетричною, так і асиметричною в залежності від тривалості або довжини маршрутів в залежності від напрямку руху [10].

Не-метрична задача комівояжера може виникати, наприклад, у випадку мінімізації тривалості подорожі за наявності вибору транспортних засобів в різних напрямках. В такому випадку обхідний шлях літаком може бути коротший за пряме сполучення автомобілем [10].

Сформулювати TSP можна в комбінаторній формі, графовому поданні або в термінах теорії розкладів. Також TSP має багато модифікацій, а саме [3, 4, 7, 10, 12, 22, 23, 25]: задача кур'єра, кластерна TSP, чорна та біла TSP, TSP з декількома комівояжерами, задача покриття для комівояжера, TSP з часовими вікнами. Задачу комівояжера за вхідними даними поділяють на симетричну та асиметричну, причому, симетрична TSP має більше поширення. Задача комівояжера є NP-повною [10]. У 1972 році Річард Карп довів NP-повноту задачі пошуку гамільтонових шляхів, із чого, через поліноміальну зводимість, випливає NP-повнота задачі комівояжера [26]. На основі цих властивостей ним було наведено теоретичне обґрунтування складності пошуку розв'язків задачі на практиці. Отже, немає поліноміального алгоритму для розв'язування TSP. Тому для її розв'язування використовуються алгоритми для розв'язування задач комбінаторної оптимізації, Combinatorial Optimization Problem (COP). Характерною особливістю сьогодення є істотне зростання розмірності TSP (до мільйонів точок), а також наявність часткових задач зі специфічними властивостями. Це – динамічні транспортні задачі, особливістю яких є поява нових точок обслуговування в процесі реалізації заданого маршруту; системи за викликом (швидка допомога, кур'єрська, пожежна служби, таксі), системи з часовими вікнами, системи постачання та інші. Вони потребують розроблення спеціальних алгоритмів, які б забезпечували отримання якісних результатів в режимі реального часу [10, 22, 23].

Для розв'язування TSP використовують різні алгоритми комбінаторної оптимізації. Вони поділяються на точні та наближені. Точні алгоритми – це алгоритми, які за скінчений час гарантовано повертають оптимальний розв'язок, або роблять висновок що його не існує, якщо задача нерозв'язна. Ці алгоритми можна поділити на 2 класи: загальні та спеціальні методи. Загальні методи можуть бути використані для широкого кола задач. Спеціальні будується для конкретних задач з урахуванням їх специфіки, як наприклад, метод Балаша для розв'язування лінійної задачі про призначення. До точних алгоритмів відносять [8, 14, 15, 18, 24]: повний перебір (вичерпний пошук); метод гілок та меж, Branch-and-Bound Method (BBM); метод відтинань (алгоритм Гоморі); послідовний аналіз та відсіювання варіантів (послідовний аналіз варіантів, «київський віник»); динамічне програмування (метод Белмана). Але ці алгоритми є трудомісткими та потребують дуже великої кількості операцій при

збільшенні кількості міст в TSP. Так, наприклад, якщо для задачі комівояжера з n міст асимптотична складність повного перебору складає $O(n!)$, практично такі ж оцінки мають інші точні алгоритми. Це потребує великої кількості часу для виконання, що у більшості випадків є неприйнятним на практиці. Існує оцінка залежності гіпотетичного часу роботи алгоритмів від розмірності задачі, де робиться припущення, що один елементарний крок виконується одну наносекунду.

Найбільш популярними серед алгоритмів розв'язування COP є наближені алгоритми комбінаторної оптимізації. Вони є поширеними тому що: COP має зазвичай велику кількість локальних екстремумів; дані можуть задаватись з певними похибками; наближені методи дозволяють створювати алгоритми, які можуть розв'язувати не одну задачу, а цілий клас задач близьких за постановкою оптимізаційних задач [8].

Наближеними алгоритмами називають як алгоритми з оцінкою точності так і евристичні алгоритми [12].

Наближені методи COP класифікуються за такими характеристиками: принцип прийняття розв'язків; складність структури; тип просторів, що використовуються; тип траєкторії, що формується; вплив на ландшафт пошуку; використання пам'яті; наявність адаптації та навчання алгоритму; наявність спеціальної моделі задач [12].

Для налаштування параметрів алгоритмів для розв'язування TSP необхідно виконати наступні завдання [11, 12, 18, 24]:

- виконати огляд відомих результатів для алгоритмів комбінаторної оптимізації в області налаштування параметрів для алгоритму;
- виконати формалізацію задачі знаходження оптимальних параметрів алгоритму в обмеженій сітці;
- розробити програмну реалізацію алгоритмів комбінаторної оптимізації, для яких буде відбуватись налаштування параметрів;
- провести експерименти налаштування параметрів алгоритму для набору задач;
- виконати аналіз отриманих результатів експерименту.

Обирання коефіцієнтів c_{ij} для TSP є важливою задачею. У якості коефіцієнтів c_{ij} , як правило, використовують три основні (базові) величини [18, 24]:

- відстань між пунктами призначення,
- час пересування між пунктами призначення,
- вартість пересування між пунктами призначення.

У свою чергу кожний тип із названих має свою специфіку та особливості. Найзрозумілішим прикладом структури c_{ij} TSP може бути задача про побудову туристських маршрутів [13].

Відстань між пунктами призначення залежить від рельєфу, який залежить від сукупностей нерівностей поверхонь суходолу, різноманітних за обрисами та розмірами. При плануванні маршруту треба проаналізувати рельєф місцевості, особливо коли

відбуваються піші пересування: чи відбувається рух по прямій лінії, чи ні; яка кількість підйомів, спусків, об'їздів тощо. Також треба враховувати віковий склад туристичної групи або вік окремого «комівояжера».

Час переміщення між пунктами призначення залежить не тільки від фізично необхідного часу подолання відстані, але й від інших витрат (втрат) часу, наприклад, на очікування, черги тощо. Очікування (втрати часу) залежать від розкладу або графіку руху транспорту, часових рамок роботи пункту призначення (наприклад, години роботи музею, експозиції, зони відпочинку).

Вартість пересування між пунктами призначення у найпростішому випадку дорівнює вартості квитка із пункту i до пункту j . Але і тут існують деякі особливі ситуації. Вартість квитка часто залежить від виду транспорту (авіатransпорт, автобусні перевезення, маршрутне таксі, автомобільне таксі, трамвайний вид транспорту, гужові перевезення чи навіть такі унікальні маршрути, які використовують екзотичних тварин).

В загальному випадку вважається, що між усіма пунктами призначення в TSP існують зв'язки або граф, що представляє TSP, є повнзв'язним. Коли ж між пунктами i та j немає зв'язку, відсутнє ребро (i, j) графу TSP, але шлях між i, j та деяким проміжним пунктом k існує, тоді $c_{ij} = c_{ik} + c_{kj}$.

Загальні особливості туристичних маршрутів, які необхідно пов'язати із трьома основними варіантами матриці вартості C_{ij} зрозумілі та очевидні:

- тиснява у транспорті, зручність транспорту, комфортність того чи іншого виду транспорту;
- на якій зупинці відбувається посадка у транспорт (сідати на кінцевій зупинці аби точно мати місце, чи на проміжній, але з меншою вартістю та можливістю не отримати місце взагалі);
- небезпека у транспорті;
- кількість пересадок (менша відстань з пересадками чи більша без пересадок);
- загальна вартість квитка, час шляху, відстань на маршруті та тип транспорту при складному маршруті;
- наявність **GPS** маршрутизаторів на вулицях міста чи під час подорожі, наявність мобільного зв'язку, мобільного Internet;
- наявність чи відсутність красвидів під час подорожі;
- та чи інша цікавість маршруту або пункту призначення;
- вікові, фізичний та медичний стан комівояжера чи туристської групи;
- залежність вартості квитка, часу шляху, відстані на маршруті від часу доби, погоди, сезону тощо.

Цілком слушно для TSP туризму використовувати або Евклідову метрику (формула традиційної відстані між двома точками Евклідового простору), або Манхеттенську метрику (також квартальна метрика, в якій відстань між вершинами на ґратці дорівнює сумі відстаней вздовж осі ординат та абсцис). Причому, Манхеттенську метрику краще використовувати у місті, де наявна прямокутна сітка

розташування вулиць. $\{ \displaystyle c_{ij} \leq c_{ik} + c_{kj} \}$

Одним із найбільш перспективних на сьогоднішній день є метод оптимізації наслідуванням мурашиної колонії з урахуванням методики проектування маршрутної мережі туризму [13]. Сам алгоритм вирішення прикладних дискретних задач оптимізації використовує впровадження складових самоорганізації мурах [19-21]. На сьогодні вже відомі результати мурашиної оптимізації таких складних комбінаторних задач, як: TSP для завдання оптимізації маршрутів вантажівок, завдань розмальовки графа, квадратичної задачі про призначення, оптимізації мережевих графіків, завдання календарного планування та ін. Незважаючи на стрімкі успіхи мурашиних алгоритмів, переважна більшість фахівців по дослідженню операцій не знайомі з цією технологією оптимізації [13]. Під маршрутною мережею туризму розуміють сукупність всіх маршрутів руху туристичного транспорту на території міста, району, регіону, міжрегіональних сполучень тощо. Маршрут руху, у свою чергу, являє собою шлях руху транспортного засобу між початковим і кінцевим пунктами зупинок відповідно до розкладу. Найважливішою складовою транспортної інфраструктури проведення туристичних поїздок, які багато в чому визначають динаміку розвитку сучасних регіонів, є маршрутна система пасажирського транспорту. У процесі розвитку туристичного регіону його маршрутна система потребує періодичного перегляду. Це може бути пов'язано з численними поточними змінами у забудові туристичних баз і санаторіїв, зміною розташування місць прокладання туристичних маршрутів, модернізацією вулично-дорожньої мережі туристичних територій тощо. Використовується ефективний підхід, при якому експерт проводить аналіз отриманих результатів і приймає остаточне рішення. Основою всього проектування є визначення величини пасажиропотоків за напрямками транспортних кореспонденцій. У свою чергу вони визначаються на основі транспортних розрахункових районів. Чим правильніше туристична територія розділена на транспортні райони, тим правильніше (точніше) величини пасажиропотоків і, тим самим, найбільшою мірою маршрутна мережа пасажирського транспорту відповідає потребам туриста.

Існуюча методика розв'язання задач пошуку оптимальних туристичних маршрутів алгоритмами (наслідування) мурашиних колоній впроваджує складові самоорганізації мурах у алгоритми вирішення дискретних задач оптимізації. Складність даного алгоритму, залежить від часу життя колонії $max t$, кількості міст n і кількості мурах в колонії m . У перспективі планується застосувати використання мурашиних алгоритмів для розв'язування задачі комівояжера великої розмірності в туристичній галузі. [9, 13].

Деякі онлайн сервіси дозволяють розв'язати TSP, вони мають зручний користувацьким інтерфейс для обрання методу та введення вхідних даних задачі TSP. Наприклад, сервіс, що дозволяє

розв'язати TSP розмірністю до 14 пунктів призначення використовує метод гілок та меж й угорський алгоритм; вхідними даними є матриця відстаней, яку користувач повинен ввести самостійно [12, 17]. Інші приклади використовують евристичні алгоритми розв'язання задачі комівояжера. Зважаючи на актуальність, існує багато алгоритмів розв'язування TSP. Більшість з них незастосовні до задач великих розмірностей, оскільки складність цих алгоритмів зростає експоненційно. Часто доводиться обирати між часом роботи алгоритму та якістю отриманого розв'язку. Компроміс зазвичай знаходять, комбінуючи методи пошуку шляху та його послідовної оптимізації [2]. Один з них пропонує методику знаходження розв'язку задачі на основі спільних ребер, що дає можливість широко розпаралелити та знайти високоякісні розв'язки задачі. Ще один приклад розв'язання TSP дає реалізація з візуалізацією алгоритма Літла [16].

ВИСНОВКИ

Можливим перспективним методом розв'язання TSP є метод оптимізації наслідуванням мурашиної колонії, який дозволить вирішення прикладних дискретних задач оптимізації впровадження складові самоорганізації мурах. У якості перспективних досліджень – отримання методики визначення інтегральної матриці C критеріїв c_{ij} для розв'язання TSP, яка буде враховувати з одного боку відстань, час і вартість пересування між пунктами призначення та типово туристські вимоги (комфорт, цікавість тощо) з іншого боку.

Список літератури

1. Базилевич Р. Дослідження ефективності існуючих алгоритмів для розв'язання задачі комівояжера / Р. Базилевич, Р. Кутельмах // Комп'ютерні науки та інформаційні технології [Текст] : зб. наук. пр.] / відп. ред. Ю.М. Рашкевич. – Л.: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – (Вісник / Національний університет “Львівська політехніка”; № 650). – С. 235–244.
2. Базилевич Р. Розв'язування задачі комівояжера великих розмірностей методом спільних ребер / Р. Базилевич, Р. Кутельмах, А. Томчук // Комп'ютерні науки та інформаційні технології [Текст]: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Ю.М. Рашкевич. – Л.: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2014. – (Вісник / Національний університет “Львівська політехніка”; № 800). – С. 278–285.
3. Базилевич Р., Кутельмах Р. Алгоритми динамічного формування моделі робочого поля для задачі комівояжера з кластерним розподілом точок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/36150/1/32_200-207.pdf (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
4. Базилевич Р. та ін. Використання алгоритмів локальної оптимізації для розв'язування задачі комівояжера з кластерним розподілом точок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/ntb/36138/33_207-

212.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.

5. Вороніков В.В., Гуменюк І.В. Метод планування польотних операцій безпілотних літальних апаратів для забезпечення зв'язності вузлів безпроводної мережі <https://zvir.zt.ua/images/stories/ZbirnikNP/7.pdf> (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
6. Вороніков В.В., Гуменюк І.В., Поздняков П.В. Планування маршрутів польоту безпілотних літальних апаратів шляхом розв'язання задачі комівояжера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/tarp/article/download/108537/104739> (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
7. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації// Київський університет ВПІ. – 2016. – 146 с.
8. Гуляницький Л.Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. Посіб./ Л.Ф. Гуляницький, О.Ю. Мулеса. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016.- 142 с.
9. Голембо В.А., Муляревич О.В. Модифікація методу мурашиної колонії для розв'язання задачі комівояжера колективом автономних агентів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/12167/1/4_МОДИФІКАЦІЯ%20МЕТОДУ.pdf (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
10. Задача комівояжера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача_комівояжера (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
11. Красников С.О., Гуляницький Л.Ф. Підхід до налаштування параметрів алгоритму імітаційного відпалу для розв'язування задач комбінаторної оптимізації / С.О. Красников, Л.Ф. Гуляницький / Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2018) – м. Київ.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 29-30 листопада 2018 р. – С. 89-94.
12. Красников С.О. Підвищення ефективності прикладних алгоритмів комбінаторної оптимізації в інформаційних системах. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26496/4/Krasnykov_magistr.docx (дата звернення 22.04.2020). – Назва з екрану.
13. Литвин В. В. Методика вирішення завдань пошуку оптимальних туристичних маршрутів алгоритмами наслідування мурашиної колонії / В.В. Литвин, Д.І. Угрин // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Сер.: Інформатика та моделювання. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 21 (1193). – С. 47-60.
14. Михалевич В.С., Шор Н.З., Галустова Л.А. Вычислительные методы выбора оптимальных проектных решений // Наукова думка. – Киев. – 1977. – 178 с.
15. Михалевич В.С., Трубин В.А., Шор Н.З. «Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования». Модели, методы, алгоритмы. — М.: Наука, 1986. — 260 с.

16. Решение задачи коммивояжера алгоритмом Литтла с визуализацией на плоскости. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/332208/> (дата обращения 22.04.2020). – Название с экрана.
17. Решение задачи коммивояжера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://math.semestr.ru/kom/index.php> (дата обращения 22.04.2020). – Название с экрана.
18. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации // Киев. – Наукова думка. – 1988. – 472 с.
19. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы / С.Д. Штовба // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – № 4. – С. 70-75.
20. Dorigo M. Optimization, learning and natural algorithm / M. Dorigo – Ph.D. thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1992.
21. Dorigo M. Th. Stutzle, Ant Colony Optimization, / M. Dorigo. – 2004. – Massachusetts Institute of Technology. – 306 p.
22. Gutin G., Punnen A.P. The traveling salesman problem and its variations // Springer. – USA. – 2006. – 830 p.
23. Current J.R., Schilling D.A. The covering salesman problem // Transportation science. – Volume 23. – № 3. – 1989. – P. 151-229.
24. Korte B., Vygen J. Combinatorial optimizations: Theory and algorithms // Algorithms and Combinatorics. – Springer. – 2011. – Volume 21. – 659 p.
25. Nygard K.E., Yang C.H. Genetic algorithm for the traveling salesman problem with time windows // Computer Science and Operations Research: New Developments in their Interfaces. – Elsevier. – 2014. – P. 411-423
26. Richard M. Karp (1972). Reducibility Among Combinatorial Problems. R.E. Miller and J.W. Thatcher (editors). Complexity of Computer Computations. New York: Plenum. с. 85–103. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://cgi.di.uoa.gr/~sgk/teaching/grad/handouts/karp.pdf> (Accessed 22 April 2020). – Title from the screen.

СТОИМОСТЬ НЕДВИЖИМОСТИ В ГОРОДЕ ХАБАРОВСК

Славгородская С.И.

ФГУП «ГУСС» Дальспецстрой» при Спецстрое России

Драчёв К.А.

Кандидат техн. наук,

Доцент Тихоокеанского государственного университета

REAL ESTATE COST IN KHABAROVSK

Slavgorodskaya S.

FSUE GUSS Dalspetsstroy under the Special Forces of Russia

Drachev K.

Candidate of Technical Science,

Associate professor of Pacific State University

Аннотация

В работе рассмотрена недвижимость города Хабаровска, ее стоимость, основные факторы от которых зависит цена на недвижимость.

Abstract

The work considers the real estate of the city of Khabarovsk, its cost, main factors on which the price of real estate depends.

Ключевые слова: рынок недвижимости, город Хабаровск, цены на жилье.

Keywords: real estate market, city of Khabarovsk, housing prices.

Одной из самых главных потребностей человека на протяжении всей истории человечества, являлась потребность в жилье. И, если в прошлые века человек в большинстве своем строил жилье для себя сам, то в современном мире – эпоху многоэтажного и многоквартирного строительства, зачастую приобретение именно квартиры выглядит наиболее простым вариантом. Попытаемся проанализировать изменение цен за прошедший период с апреля 2019 по апрель 2020 год в городе Хабаровск на рынке новостроек и вторичного жилья.

Под недвижимостью или недвижимым имуществом в Российской Федерации понимаются «земельные участки, участки недр, и всё, что прочно

связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе здания, сооружения, объекты незавершенного строительства» [1]. В данном случае нас интересует стоимость недвижимости в виде квартир.

Город Хабаровск – административный центр Хабаровского края, крупный транспортно-логистический, промышленный, финансовый, научный, культурно-образовательный центр Дальнего Востока. Этому способствует его расположение в самом центре пересечения международных воздушных и железнодорожных транспортных путей, вблизи границы с Китаем. Город расположен в южной части Хабаровского края на правом берегу реки