

Keywords: *analysis of electronic documents, tonality of the text, automatic analysis of texts, emotional coloring, Beckus-Naur form.*

Рецензент: канд. техн. наук ДВНЗ «ПДТУ» Десятський С. П.

Стаття надійшла 15.11.2019 р.

УДК 004.42

Міроненко Д. С., Сезін Б. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАМОВЛЕНЬ В ЦЕНТРАХ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Проведено аналіз методів багатокритеріальної оптимізації (принципу Парето, методу головного критерію, методу лінійної згортки, макс-мінної згортки) і обраний метод лінійної згортки, який підходить для вирішення завдання. Даний метод має багато переваг над іншими, а саме враховує не тільки фактори, але і їхню соціальну значимість для виконання замовлення, враховує нерівність значень факторів, може застосовуватись до факторів які не мають єдиного типу даних. В результаті використання даного методу ми отримуємо перелік замовлень з призначенням їм пріоритетом виконання для кожного майстра окремо.

В статті вирішена задача багатокритеріального вибору найбільш значущого замовлення шляхом застосування методу лінійної згортки. Відображено основні етапи реалізації даного методу для конкретних початкових умов та заданих критеріїв вибору. Розглянуто особливості реалізації методу лінійної згортки при збільшенні кількості критеріїв та змінних.

Наведені формули призначення пріоритету замовленню і впорядкуванню замовлень за пріоритетом на основі методу лінійної згортки за наступними критеріями: договір, укладений з клієнтом, тип обладнання, що потребує обслуговування, несправність, приблизний час, необхідний для ремонту несправності.

Програмна реалізація отриманої моделі може бути реалізована практично в будь-якій відкритій АІС в зв'язку зі своєю простою реалізації і розуміння, а також адаптована для потреб будь-якого підприємства. Оптимізація порядку виконання замовлень дозволить підприємству знизити витрати часу, підвищить прибутковність підприємства, оптимізує час роботи співробітників. Вивільнений час працівники зможуть витратити на самовдосконалення та вивчення нових технологій, що знову ж таки позитивно вплине на подальший розвиток підприємства.

Ключові слова: *критерій, оптимізація, майстер, замовлення, метод лінійної згортки, багатокритеріальна задача.*

Вступ. В даний час одним з найбільш поширених в бізнесі взаємин є взаємовідношення виду «клієнт-виконавець». Мається на увазі, що на даний момент існує величезна кількість підприємств, що надають різного виду послуги множині клієнтів (замовників, абонентів, покупців). Періодично будь-яке підприємство зіштовхується з дилемою: як зробити так, щоб і всі без винятку клієнти залишилися задоволені, і підприємство отримало максимальний прибуток. Як розпорядитися своїми ресурсами максимально ефективно, так, щоб з найменшими витратами отримати найбільший прибуток.

Зниження витрат часу і рівномірне завантаження людських ресурсів набуває для бізнесу життєво важливе значення. Сьогодні найдоступнішим засобом підвищення ефективності для підприємств є автоматизація рутинних дій і бізнес-процесів. Прикладом досягнення даної мети виступає автоматизація упорядкування переліку замовлень на той чи інший вид послуг згідно визначеному пріоритету.

Замовлення є вельми динамічним явищем, що володіє масою параметрів, значення яких змінюються впродовж певного часу, а виконання того чи іншого замовлення не приносить для підприємства завжди один і той самий прибуток. Саме тому розподіл замовлень по майстрам з урахуванням багатьох умов та обмежень є актуальною задачею, а її вирішення можливе лише методами багатокритеріальної оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує багато різних методів багатокритеріальної оптимізації. Всі вони поділяються на дві категорії: на кінцевій і безперервній множині альтернатив. В даному дослідженні мається кінцева кількість майстрів центра сервісного обслуговування серед яких потрібно розподілити замовлення, тобто кінцева множина альтернатив.

Існують наступні методи прийняття рішень багатокритеріальної задачі в умовах визначеності [1]:

- принцип Парето;
- метод головного критерію;
- метод лінійної згортки;
- макс-мінної згортки.

Принцип Парето [2] – це субоптимальне рішення багатокритеріальної задачі, знайдене за якимось одним критерієм без урахування інших критеріїв. Принцип Парето дозволяє звузити множину можливих претендентів на остаточне рішення, обмежившись елементами множини Парето, і виключити з розгляду свідомо неконкурентноспроможні варіанти. А остаточний вибір здійснюється на основі додаткової інформації від особи, що приймає рішення. Недоліком принципу Парето є те, що він пропонує множину рішень, що не завжди є прийнятним, оскільки для того, щоб вибрати з неї єдине рішення потрібні додаткові відомості, припущення, домовленість про те, що ж вважати найкращим рішенням (тобто, деяка додаткова інформація).

Основою методу головного критерію є вибір певної цільової функції, яка найбільш повно з точки зору дослідника відображає мету прийняття рішень. Передбачається, що обирається дослідником критерій – головний, тобто він має значно вищий пріоритет, ніж інші; однак значення другорядних критеріїв рішення, в свою чергу, не повинні бути низькими [1].

При застосуванні даного методу до предметної області, можна сказати, що головним критерієм вибору є клієнт, вірніше, рівень договору, який укладений з клієнтом. Як правило, клієнт, у якого з підприємством укладений договір найвищого рівня, буде обслужений першим, незалежно від інших факторів. Таким чином введемо критерій «рівень клієнту». Однак використання одного головного критерію неможливо, тому що таким чином не будуть враховані потреби майстрів виконавців замовлень, наприклад, їх завантаженість і прибуток від виконання замовлення.

Прямолінійний метод згортки – це найбільш часто вживаний метод згортки завдання, що дозволяє замінити векторний критерій оптимальності на скалярний. Він заснований на лінійному об'єднанні всіх приватних цільових функціоналів в один [2 - 4].

В рамках предметної області, функціоналами даного методу виступають критерії замовлення, такі як клієнт, тривалість перебування замовлення в роботі, місцезнаходження обладнання, його тип, тривалість виконання ремонтних робіт, прибуток, одержуваний підприємством за фактом виконання замовлення.

Максимінна згортка заснована на принципі рівності і веде до збільшення рівня мінімального критерію. Принцип рівності полягає в наступному: якщо у суб'єктів існують оцінки корисності, той цей принцип максимізує корисність найбільш слабкого суб'єкта. У разі, якщо немає обмежень, принцип призводить до рівності оцінок корисності [1].

Функціоналами даного методу виступають критерії замовлення, перераховані в попередньому методі. При застосуванні даного методу до предметної області, будуть отримані найменш ефективні рішення поставленого завдання, тобто, замовлення, з найменшим пріоритетом.

Сенс лексикографічної оптимізації в рамках предметної області виражається в тому, що спочатку проводиться максимінна згортка, результатами якої є перелік найменш пріоритетних замовлень, після чого з них вибираються найбільш значимі [3, 4].

Порівняння всіх перерахованих методів і знаходження найбільш оптимального надані в таблиці 1.

У зв'язку з проведеним аналізом, встановлено, що найбільше підходить метод лінійної згортки. Даний метод є оптимальним у зв'язку з тим, що враховує не тільки всі фактори, але і їхню соціальну значимість для виконання замовлення. Результатом застосування даного методу буде визначено не тільки найбільш пріоритетне замовлення, але і складено перелік замовлень які залишилися з призначеним їм пріоритетом, що, по суті, є упорядкуванням замовлень.

Метою даної статті є дослідження методів та алгоритмів, їх математичних принципів рішення багатокритеріальних задач вибору та розгляд найбільш поширених і ефективних з них для оптимізації розподілу замовлень по майстрам центра сервісного обслуговування клієнтів.

Виклад основного матеріалу. Вирішується задача оптимального розподілу замовлень серед майстрів центру сервісного обслуговування. Які критерії оптимальності розподілу обрано: f_1 – договір, f_2 – тип обладнання, f_3 – несправність, f_4 – час виконання.

Під згорткою критеріїв прийнято розуміти будь-яку числову функцію критеріїв [2].

Метод лінійної згортки – це найбільш часто вживаний метод згортки завдання, що дозволяє замінити векторний критерій оптимальності $f = (f_1, \dots, f_m)$ на скалярний $J : D \rightarrow R$. Його засновано на лінійному з'єднанні усіх часткових цільових функціоналів f_1, \dots, f_m до одного [4]:

Використання методу передбачає знаходження двох згорток:

- перша згортка відкидає недоміновані альтернативи за всіма критеріями;
- друга згортка – враховує вагові коефіцієнти важливості кожного з критеріїв та відкидає інші недоміновані альтернативи.

$$J(x) = \sum_{i=1}^m \alpha_i f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D} \alpha_i, \quad (1)$$

При застосуванні методу лінійної згортки вводяться відносні вагові коефіцієнти важливості кожного критерію α_i , які у процентному відношенні відображають важливість кожного параметру для особи, що приймає рішення та задовольняють обмеженням

$$\begin{aligned} \alpha_i &> 0, \\ \sum_{i=1}^m \alpha_i &= 1. \end{aligned} \quad (2)$$

Вагові коефіцієнти α_i можуть при цьому розглядатися як показники відносної значущості окремих критеріальних функціоналів f_i . Чим більше значення надано критерієм f_i , тим більший внесок в суму (1) він повинен давати і, отже, тим більше значення α_i повинно бути обрано. При наявності істотно різнохарактерних часткових критеріїв зазвичай буває досить складно вказати остаточний набір коефіцієнтів α_i виходячи з неформальних міркувань, пов'язаних, як правило, з результатами експертного аналізу [2, 4].

В рамках предметної області, функціоналами даного методу f_i виступають критерії замовлення, такі як клієнт, тривалість перебування замовлення необробленим, місцезнаходження обладнання, його тип, тривалість виконання ремонтних робіт, прибуток, одержуваний підприємством за фактом виконання замовлення.

Ваговими коефіцієнтами α_i виступають «значущості» даних критеріїв для складання пріоритету виконання замовлення. Наприклад, дуже значущим критерієм є клієнт, і його ваговий коефіцієнт можна уявити як $\alpha_1 = 0,4$; в той час як час виконання ремонту хоч і є критерієм пріоритету, проте порівняно невеликим, і його ваговий коефіцієнт можна уявити як $\alpha_2 = 0,1$.

Таблиця 1 – Значення критеріїв $f_i(x)$

Вид критерію	Оцінка	Сума	Значення
Договір	4	10	0,4
Тип обладнання	3		0,3
Несправність	2		0,2
Час виконання	1		0,1

Лінійна згортка за критеріями – це один з методів для розв'язання багатокритеріальних задач, що визначає корисність особи, яка приймає рішення. Даний метод не тільки порівнює критерії, але також і їх пріоритети, які називаються «вагами критеріїв» [2].

Нехай є k критеріїв для i альтернатив. Якщо один з критеріїв є найкращим, то йому присвоюється найбільше значення (найчастіше одиниця), якщо ж варіант є гіршим - присвоюється 0, для інших альтернатив оцінки критеріїв вибираються десь в районі між гіршим і кращим варіантами. Потім кожному критерію присуджується пріоритет. Бажано не ставити пріоритет в значенні 0, тому що нуль означатиме, що критерій не має ніякого значення. Для визначення ваги до критерію використовується наступні методи: просте ранжування і пропорційний метод. При пропорційному методі порівнюються кілька критеріїв. Наприклад, якщо перший критерій (k_1) вважається в два раз важливіше другого критерію (k_2), то k_2 присвоюється значення рівне p , а k_1 дорівнюватиме $2p$.

Метод простого ранжування полягає в тому, що найважливішому критерію присвоюється оцінка n , а наступному за важливістю критерію присвоюється оцінка $n-1$ і так далі. Отримані оцінки складаються в суму, до одиниці. Після цього кожна оцінка критерію

ділиться на суму всіх оцінок і виходить вага критерію. Наприклад, перший критерій (k_1) має оцінку 1, другий критерій (k_2) – оцінку 3, а третій критерій (k_3) – оцінку 2, в сумі отримуємо 6. Отже, $k_1 = 1/6$, $k_2 = 3/6$, а $k_3 = 2/6$, відповідно їм критерії приблизно рівні 0,17; 0,5; 0,33. В кінцевому підсумку вийдуть суперкритерії шляхом множення оцінки критерію на його вагу [2].

Для поставленої задачі обрано пропорційний метод, так як даний метод дозволяє динамічно призначати вагу критеріям в замовленні.

При застосуванні пропорційного методу до призначення важливості критеріям, встановлено, що умови (1) виконуються: всі важливості більше нуля і в сумі дорівнюють одиниці ($0,1 + 0,2 + 0,3 + 0,4 = 1$).

Також відомі такі характеристики замовлення і їх ваги (таблиця 2).

Таблиця 2 – Значення ваг критеріїв α_i

Вид критерію	Оцінка	Кількість оцінок по критерію	Сума	Значення
Договір	1	4	10	0,1
Тип обладнання	4	4	10	0,4
Несправність	2	3	6	0,3
Час виконання	5	5	15	0,3

Виходячи з вихідних даних про замовлення, його пріоритет за формулою (1) дорівнює: $J(x) = 0,4 \cdot 0,1 + 0,3 \cdot 0,4 + 0,2 \cdot 0,3 + 0,1 \cdot 0,3 = 0,25$.

Припущено також, що існує і ще одне замовлення, з відомими характеристиками і їх вагами (таблиця 3).

Таблиця 3 – Значення ваг критеріїв другого замовлення α_2

Вид критерію	Оцінка	Кількість оцінок по критерію	Сума	Значення
Договір	4	4	10	0,4
Тип обладнання	2	4	10	0,2
Несправність	2	3	6	0,3
Час виконання	5	5	15	0,3

Виходячи з вихідних даних про замовлення, його пріоритет за формулою (1) дорівнює:

$$J(x) = 0,4 \cdot 0,4 + 0,3 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,3 + 0,1 \cdot 0,3 = 0,34.$$

Отже, друге замовлення більш пріоритетне, ніж перше, і в списку буде відображено попереду першого.

Як результат, метод лінійний згортки цілком може бути застосований до вирішення завдання упорядкування замовлень.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих методів вирішення багатокритеріальної вибору (розподілу) завдання в умовах визначеності, які можуть бути використані для призначення пріоритету

замовленням, а в наслідок - упорядкування їх в порядку зменшення пріоритету. Було розглянуто питання про можливість застосування кожного з досліджених методів до предметної області.

Найбільш підходящим методом прийняття багатокритеріального рішення в предметній області обрано метод лінійної згортки, який дозволяє максимально виключити людський фактор з урахуванням всіх обраних критеріїв. Даний метод показує високу швидкодію, що дозволяє використовувати його в режимі реального часу, і легко змінюється при зміні кількості джерел та критеріїв вибору.

Список використаних джерел:

1. Сангинова, О. В. Многокритериальная оптимизация в задачах формирования кожевенных и меховых материалов / О. В. Сангинова, А. Г. Данилкович, С. В. Брановицкая // ScienceRise. – 2014. – № 2 (2). – С. 43–50.
2. Зайченко, Ю. П. Дослідження операцій : підручник / Ю. П. Зайченко. – 7-е вид., перероб. та доп. – К. : Слово, 2006. – 816 с.
3. Машнин, А. В. Метод линейной свёртки / А. В. Машнин, А. В. Тимофеев, В. Ю. Шаврин // Инновационная наука. – 2016. – № 1-3. – С. 39–40.
4. Микони, С. В. Теоретическое обоснование систематизации методов многокритериального выбора на конечном множестве альтернатив / С. В. Микони // Региональная информатика и информационная безопасность : сб. тр. – СПб., 2015. – Вып. 1. – С. 49–52.
5. Черноруцкий, И. Г. Методы принятия решений : учеб. пособие / И. Г. Черноруцкий. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 417 с.
6. Черноморов, Г. А. Теория принятия решений : учебное пособие / Г. А. Черноморов / Новочеркасск. Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск, 2002. – С. 262–269
7. Лотов, А. В. Многокритериальные задачи принятия решений : учеб. пособие / А. В. Лотов, И. И. Поспелова. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

Мироненко Д. С., Сезин Б. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ В ЦЕНТРЕ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Проведен анализ методов многокритериальной оптимизации (принципа Парето, метода главного критерия, метода линейной свертки, макс-минной свертки) и выбран метод линейной свертки, который подходит для решения задачи. Данный метод имеет много преимуществ перед другими, а именно учитывает не только факторы, но и их значимость для выполнения заказа, учитывает неравенство значений факторов, может применяться к факторам, которые не имеют единого типа данных. В результате использования данного метода мы получаем перечень заказов с назначенным им приоритетом выполнения для каждого мастера отдельно.

В статье решена задача многокритериального выбора наиболее значимого заказа путем применения метода линейной свертки. Отражены основные этапы реализации данного метода для конкретных начальных условий и заданных критериев выбора.

Рассмотрены особенности реализации метода линейной свертки при увеличении количества критериев и переменных.

Приведены формулы назначения приоритета заказу и упорядочивания заказов по приоритету на основе метода линейной свертки по следующим критериям: договор, заключенный с клиентом; тип оборудования, которое требует обслуживания; неисправность; примерное время, необходимое для ремонта неисправности.

Программная реализация полученной модели может быть реализована практически в любой открытой АИС в связи со своей простотой реализации и понимания, а также адаптирована для нужд любого предприятия. Оптимизация порядка выполнения заказов позволит предприятию снизить затраты времени, повысит прибыльность предприятия, оптимизирует время работы сотрудников. Освободившееся время работники смогут потратить на самосовершенствование и изучение новых технологий, что опять же положительно повлияет на дальнейшее развитие предприятия.

Ключевые слова: критерий, оптимизация, мастер, заказ, метод линейной свертки, многокритериальная задача.

Mironenko D. S., Sezin B. V.

RESEARCH OF METHODS OF OPTIMAL ORDER DISTRIBUTION IN SERVICE CENTERS

The analysis of multicriteria optimization methods (Pareto principle, main criterion method, linear convolution method, max min convolution) is carried out and a linear convolution method is selected that is suitable for solving the problem. This method has many advantages over others, namely, it takes into account not only factors, but also their importance for order fulfillment, takes into account the inequality of factor values, and can be applied to factors that do not have a single data type. As a result of using this method, we get a list of orders with the execution priority assigned to them for each master separately.

The article solves the problem of multi-criteria selection of the most significant order by applying the linear convolution method. The main stages of the implementation of this method for specific initial conditions and given selection criteria are reflected. The features of the implementation of the linear convolution method with an increase in the number of criteria and variables are considered.

Formulas are given for assigning priority to an order and ordering orders by priority on the basis of the linear convolution method according to the following criteria: agreement concluded with a client; type of equipment that requires maintenance; malfunction Estimated time required to repair the malfunction.

The software implementation of the resulting model can be implemented in almost any open AIS due to its ease of implementation and understanding, as well as adapted to the needs of any enterprise. Optimization of the order execution process will allow the company to reduce time costs, increase the profitability of the enterprise, and optimize the working hours of employees. Employees will be able to spend the free time on self-improvement and the study of new technologies, which again will positively affect the further development of the enterprise.

Keywords: criterion, optimization, master, order, linear convolution method, multi-criteria problem.