

УДК 004.02, 004.455.2

DOI: <https://doi.org/10.53920/ITS-2024-2-9>

Олександр Андрійович ТКАЧЕНКО,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем,

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення

Національний авіаційний університет,

ORCID ID: [0000-0001-6911-2770](https://orcid.org/0000-0001-6911-2770)

Дмитро Сергійович ТАРАСОВ,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
кафедра інженерії програмного забезпечення,

Національний авіаційний університет

ORCID ID: [0009-0000-5154-7039](https://orcid.org/0009-0000-5154-7039)

ВЕБЗАСТОСУНОК ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА

В наш час підприємницька діяльність є рушієм розвитку, зростання, інновацій та соціальних змін у суспільстві, державі. Розгляд поданих щодо замовлень (на товари, продукцію, роботи чи послуги) пропозицій часто проводяться без використання відповідних іструментів автоматизації, що обумовлює його трудомісткість та тривалість, особливо якщо пропозицій та критеріїв відбору багато. Тому не викликає сумнівів актуальність проблеми створення відповідного вебзастосунок, який дозволить автоматизувати даний процес на основі визначених замовником критеріїв.

Метою роботи є аналіз та дослідження проблем і методів вибору оптимального постачальника товарів (продукції підприємств, послуг) та розробки відповідного програмного продукту – вебзастосунок прийняття рішень щодо автоматизованого вибору оптимального постачальника для виконання замовлення (закупівлі товару, продукцій, роботи чи послуги).

Вибір постачальника є одним з найважливіших етапів проведення закупівель товарів, робіт та послуг. У роботі було проаналізовано і досліджено метод багатокритеріальної оптимізації з використанням згортки Вороніна, який може бути використано для вирішення задач вибору постачальника при здійсненні закупівель.

Використання авторського вебзастосунок прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення по закупівлі товарів дозволяє, зокрема: надавати користувачеві можливість вибору

оптимального постачальника; оптимізувати процес виконання замовлення за рахунок автоматизованого вибору постачальника серед тих, які подали пропозицію на замовлення (при створенні замовлення кожен замовник визначає критерії оптимальності, які для нього є найбільш вагомими); користувачеві не потрібно знатись на математичних аспектах багатофакторного аналізу та оптимізації через те, що це виконує сам вебзастосунок; згенерувати кілька варіантів рішень вибору постачальника, що відповідають потребам замовника згідно з критеріями оцінки постачальників. Використання розробленого вебзастосунку автоматизує процес вибору оптимального постачальника при здійсненні закупівель, що дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємств (підприємців), зменшити витрати на закупівлі.

Ключові слова: метод багатокритеріальної оптимізації, прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника, вебзастосунок, вебсервіс, мікро-сервісна архітектура, вебзастосунок прийняття рішень, графічний інтерфейс.

Oleksandr TKACHENKO,

PhD of physical and mathematical sciences, associate professor
associate professor at the department of computer systems software
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»,
associate professor at the department of software engineering
National Aviation University

Dmytro TARASOV,

undergraduate at the department of software engineering
National Aviation University

WEB APPLICATION SUPPORT DECISIONS REGARDING SELECTION OF THE OPTIMAL SUPPLIER

Nowadays, entrepreneurial activity is the driver of development, growth, innovation and social changes in society and the state. Consideration of proposals submitted for orders (for goods, products, works or services) is often carried out without the use of appropriate automation tools, which causes it to be time-consuming and lengthy, especially if there are many proposals and selection criteria. Therefore, there is no doubt about the relevance of the problem of creating a suitable web application that will allow automating this process based on the criteria defined by the customer.

The purpose of the work is the analysis and research of problems and methods of choosing the optimal supplier of goods (enterprise products, services) and the development of a corresponding software product - a decision-

making web application regarding the automated selection of the optimal supplier for order fulfillment (purchase of goods, products, work or services).

The choice of a supplier is one of the most important stages of procurement of goods, works and services. The paper analyzed and researched the method of multi-criteria optimization using the Voronin convolution, which can be used to solve the problems of supplier selection during procurement.

The use of the author's web application for decision-making regarding the selection of the optimal supplier for the fulfillment of an order for the purchase of goods allows, in particular: to provide the user with the opportunity to choose the optimal supplier; to optimize the order fulfillment process due to the automated selection of the supplier among those who submitted an offer for the order (when creating an order, each customer determines the optimality criteria that are the most important for him); the user does not need to know the mathematical aspects of multivariate analysis and optimization because the web application itself performs it; generate several options for supplier selection solutions that meet the customer's needs according to supplier evaluation criteria. The use of the developed web application automates the process of choosing the optimal supplier when making purchases, which will increase the competitiveness of enterprises (entrepreneurs), reduce procurement costs.

Keywords: multi-criteria optimization method, decision-making regarding the selection of the optimal supplier, web applications, web service, microservice architecture, web decision support applications, graphical interface.

Постановка проблеми. В наш час підприємницька діяльність стала суттєвим рушієм розвитку, зростання, інновацій та соціальних змін у суспільстві, державі та економіці, сприяючи формуванню конкурентоспроможного середовища, стимулюючи підвищення ефективності діяльності підприємств та підвищення рівня якості вироблених товарів, виконаних робіт чи наданих послуг (товарних, інформаційних, освітніх, тощо). Сучасна підприємницька діяльність є самостійною, ініціативною, систематичною господарською діяльністю, яку суб'єкти господарювання здійснюють (на власний ризик) для досягнення відповідних економічних і соціальних результатів та отримання прибутку [1].

Інновації, без яких неможлива ефективна економіка, ґрунтуються на впровадженні сучасних технологій (в тому числі й інформаційних) у виробничі та управлінські процеси, підвищуючи тим самим продук-

тивність праці, ефективність виробничих процесів та забезпечення соціальної стабільності. У перспективі це впливає на загальний рівень освіти та професійної підготовки кадрів в Україні.

Розгляд поданих на замовлення пропозицій часто проводяться без використання відповідних іструментів автоматизації, що обумовлює його трудомісткість та тривалість, особливо якщо пропозицій та критеріїв відбору багато. Тому не викликає сумнівів актуальність проблеми створення відповідного програмного продукту (вебзастосунку), який автоматизує даний процес на основі визначених замовником критеріїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних ринкових умовах набувають важливого значення процеси закупівлі продукції (товарів, робіт, послуг), ефективно управління якими сприяє підвищенню прибутку підприємства, забезпеченню його стабільного функціонування на ринку. Закупівлі слід розглядати як придбання товарів, робіт і послуг у потрібній кількості за відповідною ціною з доставкою в необхідний час у певне місце [2].

Оптимізація закупівельних процесів сприятиме зниженню витрат підприємств, що, в свою чергу, збільшує їхні прибутки [1, 3].

Одним з важливих етапів здійснення процесів закупівлі є вибір постачальника, від якого залежить, зокрема, своєчасність поставок, якість товарів і послуг та собівартість кінцевої продукції. Замовники товарів в сучасних умовах (згідно з [4]), здійснюють закупівлі товарів за допомогою електронної системи Prozorro та майданчиків, які входять до її складу, зокрема: PUBLIC BID, NEWTEND, Zakupki UA, izi.trade, Playtender. Ці майданчики здебільшого орієнтовані на державні та комунальні підприємства, тому надзвичайно актуальними є проблеми надання сучасних і зручних інструментів здійснення закупівель для суб'єктів підприємницької діяльності. Часто розгляд поданих пропозицій на замовлення зазвичай проводиться так би мовити «вручну» на основі існуючих методів оцінювання постачальників [3, 5, 6]. Серед цих методів слід виділити, зокрема, такі як:

- експертний метод;
- метод економічного аналізу заданих критеріїв вибору постачальника;
- метод аналізу витрат;
- бальний метод;
- метод аналізу прибутковості від співпраці з постачальником;
- ABC-аналіз;
- метод згортання часткових критеріїв.

Дослідження критеріїв вибору оптимального постачальника розглянуто в [3, 5, 9], а в [6] запропоновано систему показників для оцінювання та вибору постачальників товарів. Алгоритм вибору постачальника на основі експертного методу з урахуванням факторів, що найбільше впливають на вибір постачальника, розглянуто в [10].

В [8] було розглянуто особливості ухвалення рішень про закупівлю та зазначено, що вибір постачальника доцільно здійснювати методом згортки. Використання методики оцінювання ефективності інформаційних систем, яка базується на методах багатокритеріального аналізу, запропоновано в [9]. Методи аналізу ієрархій для оцінювання постачальників (зокрема, якості товару, їх кількості та ціни) розглядаються в [10, 11].

Незважаючи на велику кількість досліджень щодо аналізу постачальників (з метою їх подальшого вибору) приділяється недостатньо уваги проблемам автоматизації та інформатизації щодо вибору оптимального постачальника при закупівлі товарів, продукції, робіт або послуг.

Мета статті. Метою роботи є аналіз та дослідження проблем і методів вибору оптимального постачальника товарів (продукції, підприємств, послуг) та розробки відповідного програмного продукту – вебзастосунку прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Задачі багатокритеріальної оптимізації для свого вирішення повинні передбачати наявність критеріїв оптимізації, причому нерідко ці критерії можуть бути «конфліктними», тобто, покращення значення одного критерію неможливе без погіршення принаймні одного іншого, що ускладнює процес прийняття рішень.

Задачі багатокритеріальної оптимізації відрізняються від однокритеріальних тим, що зазвичай для них немає єдиного оптимального рішення, а існує множина компромісних рішень, кожне з яких відповідає певному балансу між різними критеріями оцінювання варіантів. Множина всіх таких рішень називається фронтом Парето [12].

Для прийняття рішення щодо вибору оптимального постачальника авторами було обрано один з методів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації, у якому використовується узагальнений (інтегральний) критерій оптимальності відповідно до згортки Вороніна [13, 14], яка для часткових критеріїв має вигляд:

$$Y(y_0) = \sum_{i=1}^n \gamma_{i0} (1 - y_{i0})^{-1} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де n – кількість часткових критеріїв, що включені у згортку; i – номер часткового критерію, $\gamma_{i\text{opt}}$ – нормований ваговий коефіцієнт i -го часткового критерію; $Y_{i\text{opt}}$ – нормований частковий критерій оптимальності, $Y(y_{\text{opt}})$ – узагальнений критерій оптимальності.

Ваговий коефіцієнт γ_i , i -го часткового критерію вказує на те, наскільки цей критерій є більш важливим по відношенню до інших критеріїв.

Нормування часткових критеріїв оптимальності відбувається за формулою (2), якщо критерій є мінімізованим, а за формулою (3), якщо максимізованим.

$$y_{ij\text{opt}} = y_{ij} / \text{sum}_{y_i} \quad (2)$$

$$y_{ij\text{opt}} = (y_{ij})^{-1} / \text{sum}_{y_i} \quad (3)$$

де sum_{y_i} для мінімізованого i -го критерію обчислюється за формулою (4), а для максимізованого i -го критерію – за формулою (5).

$$\text{sum}_{y_i} = \sum_{j=1}^k y_{ij} \quad (4)$$

$$\text{sum}_{y_i} = \sum_{j=1}^k 1 / y_{ij} \quad (5)$$

В формулах (2) – (5) k – кількість альтернатив (у випадку з обранням постачальника – кількість постачальників, що подали пропозицію на замовлення товару), j – номер альтернативи i -го часткового критерію, n – кількість часткових критеріїв, що включені у згортку, y_{ij} – j -а альтернатива i -го часткового критерію.

В формулах (2) – (5) використовуються вагові коефіцієнти, які обчислюються за формулами, що наведені нижче:

$$\begin{cases} \gamma_{1\text{opt}} = Y_1 / \gamma_{\text{sum}} \\ \gamma_{2\text{opt}} = Y_2 / \gamma_{\text{sum}} \\ \dots \dots \\ \gamma_{n\text{opt}} = Y_n / \gamma_{\text{sum}} \end{cases}$$

де γ_{sum} обчислюється за формулою:

$$\gamma_{\text{sum}} = \sum_{i=1}^n \gamma_i$$

Інтегрована оцінка кожної альтернативи обчислюється за формулою (1), далі обирається мінімальне значення серед отриманих, а альтернатива, якій відповідає знайдене значення, і буде розв'язком задачі багатокритеріальної оптимізації. Цей розв'язок можна використовувати в якості рішення при вирішенні задачі вибору оптимального постачальника.

Розглянемо задачу вибору постачальника серед трьох, які запропонували свої товари (продукцію, послуги). Критерії, за якими вони порівнюються (для подальшого прийняття рішення щодо вибору одного оптимального постачальника): вартість, строк доставки та термін гарантії (табл. 1).

Таблиця 1. Часткові критерії та альтернативи (постачальники)

Назва критерію	Постачальник 1	Постачальник 2	Постачальник 3
Вартість (грн)	15000	18000	20000
Строк доставки (днів)	10	4	6
Термін гарантії (міс.)	3	6	12

Здійснюємо нормування критеріїв за відповідними формулами. *Вартість* та *строк доставки* є мінімізованими критеріями, тому:

$$sum_{y_1} = \sum_{j=1}^3 y_{1j} = 15000 + 18000 + 20000 = 53000$$

$$sum_{y_2} = \sum_{j=1}^3 y_{2j} = 10 + 4 + 6 = 20$$

Критерій *Термін гарантії* є максимізованим критерієм, тому:

$$sum_{y_3} = \sum_{j=1}^k 1/y_{3j} = 1/3 + 1/6 + 1/12 \approx 0.583$$

Обчислені нормовані значення часткових критеріїв приведені в табл 2.

Таблиця 2. Нормовані часткові критерії

Назва критерію	Постачальник 1	Постачальник 2	Постачальник 3
Вартість (грн)	15000/53000 \approx 0.283	18000/53000 \approx 0.340	20000/53000 \approx 0.377
Строк доставки (днів)	10/20 = 0.500	4/20 = 0.200	6/20 \approx 0.300
Термін гарантії (міс.)	(1/3 / 0,583) \approx 0.572	(1/6 / 0,583) \approx 0.286	(1/12 / 0,583) \approx 0.143

Визначимо вагові коефіцієнти часткових критеріїв, розглянувши декілька випадків. У випадку, коли жоден з критеріїв не є домінуючим над іншими нормовані значення критеріїв будуть мати наступні значення:

$$\gamma_{n0} = \gamma_n / \gamma_{sum} = 1/3 = 0.3333 ,$$

де $n = 1, 2, 3$.

За формулою (1) інтегрована оцінка першого постачальника буде мати таке значення:

$$I_1 = 0.3333 * (1 - 0.283)^{-1} + 0.3333 * (1 - 0.5)^{-1} + 0.3333 * (1 - 0.572)^{-1} = 1.91$$

Аналогічно, $I_2 = 1.388$, $I_3 = 1.40$. Порівнюючи отримані значення інтегрованих оцінок постачальників, можна зробити висновок, що оптимальним постачальником для виконання замовлення є Постачальник 2, бо його інтегрована оцінка серед інших є мінімальною ($1.388 < 1.40 < 1.91$).

Якщо критерій *термін гарантії* є домінуючим над іншими критеріями (наприклад, у 2 рази), тоді нормовані значення критеріїв будуть мати такі значення:

$$\gamma_{10} = \gamma_1 / \gamma_{sum} = 1/4 = 0.25$$

$$\gamma_{20} = 1/4 = 0.25$$

$$\gamma_{30} = 2/4 = 0.5$$

Обчислюючи інтегровані оцінки всіх трьох постачальників за формулою (1), отримаємо такі значення:

$$I_1 = 0.25 * (1 - 0.283)^{-1} + 0.25 * (1 - 0.5)^{-1} + 0.5 * (1 - 0.572)^{-1} = 2.017$$

$$I_2 = 1.392, I_3 = 1.342.$$

Порівнюючи отримані значення інтегрованих оцінок всіх постачальників, можна зробити висновок, що оптимальним постачальником для виконання замовлення є Постачальник 3, бо його інтегрована оцінка є мінімальною ($1.342 < 1.392 < 2.017$).

Для автоматизації та інтелектуалізації процесів прийняття рішень щодо вибору постачальника товарів (продукції, робіт, послуг, тощо) авторами було розроблено відповідний вебзастосунок, який орієнтований на закупівлю товарів, продукції, робіт та послуг і призначений насамперед для суб'єктів підприємницької діяльності, на яких не поширюється дія Закону України «Про публічні закупівлі» [4].

Вебзастосунок складається з серверної та клієнтської частин. На стороні серверу реалізовано мікросервісну архітектуру, яка передбачає декомпозицію функціоналу вебзастосунку на функціонали окремих (невеликих спеціалізованих) мікросервісів, комунікація між якими може здійснюватися з використанням таких протоколів, як: HTTP/HTTPS [15], WebSockets [16], AMQP [17] тощо [18].

Кожен мікросервіс проектується, розроблюється, тестується, розгортається, масштабується (за потреби) та підтримується незалежно від інших сервісів, що є однією з ключових переваг запропонованої архітектури розробленого програмного продукту.

Мікросервісна архітектура дозволяє командам працювати над різними частинами системи паралельно, підвищуючи продуктивність роботи та надає можливість вибору інструментів і технологій для кожного сервісу відповідно до його конкретних потреб та функціональних можливостей [7]. Архітектуру програмного забезпечення вебзастосунку прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника наведено на рис. 1.

Серверна частина вебзастосунку складається з таких мікросервісів:

- 1) аутентифікації та авторизації користувачів і видачі токенів;
- 2) роботи з даними зареєстрованих у системі суб'єктів;
- 3) керування замовленнями;
- 4) роботи з пропозиціями постачальників.

З клієнтської частини вебзастосунку запити надсилаються на зворотній проксі Microsoft YARP [18], який відповідає за їхню маршрутизацію до відповідних мікросервісів. Комунікація між мікросервісами здійснюється асинхронно з використанням брокера повідомлень RabbitMQ [19], та синхронно – за допомогою gRPC [20].

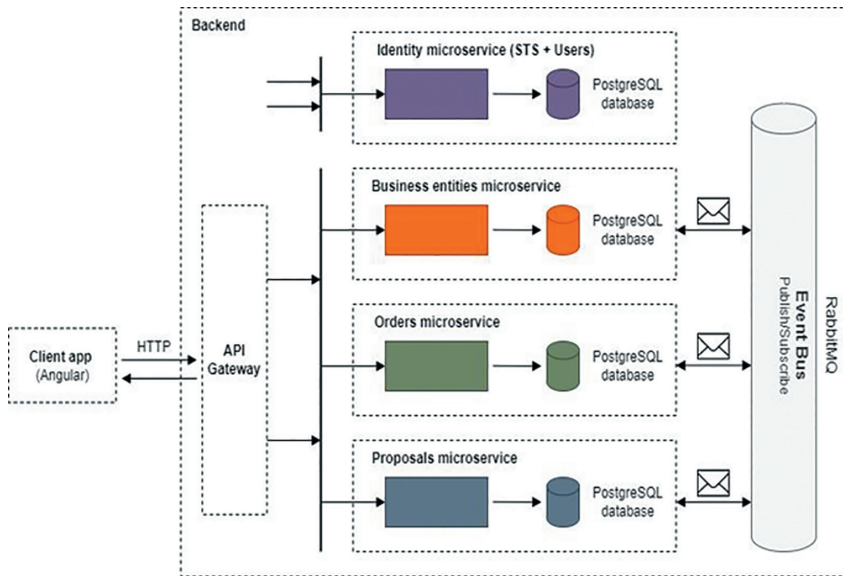


Рис. 1. Архітектура програмного забезпечення вебзастосунок

Джерело: Авторська розробка

Для клієнтської частини було обрано фреймворк Angular [21] через ряд його переваг, зокрема, таких як:

1) Angular надає доступ до багатьох інструментів без необхідності додаткового налаштування (механізм ін'єкції залежностей, модулі для роботи з HTTP-запитами, формами, маршрутизатор, автоматична синхронізація даних між моделлю та view);

2) Angular написаний на TypeScript [22], що підтримує статичну типізацію, робить код більш читабельним та спрощує його підтримку;

3) Angular надає можливість групування пов'язаних компонентів у окремому модулі;

4) Angular підтримує інтеграцію з такими сучасними бібліотеками, як: RxJS, NgRx, Ngx-Bootstrap, Angular Material тощо [23].

Для роботи з даними на клієнтській частині було використано бібліотеку NgRx [24], принцип дії якої зображено на рис. 2.

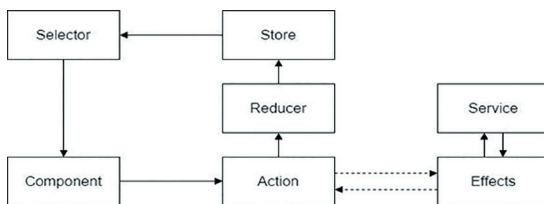


Рис. 2. Принцип дії бібліотеки NgRx

Джерело: [24]

Дані вебзастосунку зберігаються у централізованому сховищі, яке містить інформацію про стан всього вебзастосунку. Доступ до інформації щодо стану здійснюється з використанням селекторів. Для зміни стану вебзастосунку викликаються операції (дії, *actions*), на які реагують так звані редюсери (функції, що відповідають за зміну стану вебзастосунку та відповідні результати його функціонування (так звані «ефекти», які зазвичай з результатами виконання асинхронних *actions*) [26].

Розроблений авторський вебзастосунок має такий функціонал:

1) для всіх категорій користувачів:

- можливість реєстрації;
- входу/виходу з облікового запису;
- перегляд замовлень та деталей певного замовлення;
- фільтрація замовлень за назвою, статусом, типом та/або назвою категорії предметів закупівлі (товарів, продукції підприємства, робіт, послуг, тощо);

2) для замовника:

- створення замовлення (з можливістю вказати критерії оптимальності, за якими буде проведено автоматизований вибір постачальника серед всіх постачальників, що подали пропозицію на замовлення);
- керування створеними замовленнями (редагування, публікація, видалення);

3) для постачальника:

- подання пропозицій на замовлення (товарів, продукції підприємства, робіт, послуг, тощо);
- скасування власної пропозиції щодо товарів, продукції підприємства, робіт, послуг, тощо.

На рис. 3 наведено приклад створення замовлення. Замовник вказує критерії, які для нього є важливими при виборі оптимальної пропозиції від постачальників.

E-закупівлі
s.kovalenko@gmail.com Вийти

Створити замовлення

Назва *

Опис

Тепловий насос для опалення та гарячого водопостачання, теплова потужність не менше 8 кВт, температура теплоносія +7...+55°C

Назва категорії *

Тип категорії предметів закупівлі *

Товари
▼

Потрібна категорія є у списку

Місто *

Область

Вулиця *

Номер будівлі

Поштовий індекс *

Потрібна адреса є у списку

Предмети закупівлі

Назва предмету закупівлі *

Кількість *

Одиниця виміру *

Штуки
▼

Додати новий предмет закупівлі

ГВБ контактної особи *

Електронна пошта контактної особи *

Бюджет (грн) *

Критерії оптимальності ?

1. **Назва критерію ***

Строк доставки (дн.)
▼

Потрібний критерій є у списку

Вказати важливість критерію ? 3

Виділити критерій

2. **Назва критерію ***

Термін гарантії (міс.)
▼

Потрібний критерій є у списку

Вказати важливість критерію ? 5

Виділити критерій

3. **Назва критерію ***

Вартість (грн.)
▼

Потрібний критерій є у списку

Вказати важливість критерію ? 5

Виділити критерій

Рис. 3. Створення замовлення у вебзастосунку

Джерело: авторська розробка

Крім цього, є можливість встановити вагу критерію за шкалою від 1 до 5. В подальшому можна використовувати для оцінювання критеріїв шкалу від 1 до 9 згідно з методом Сааті [25].

При поданні пропозиції щодо замовлення (на замовлення) постачальник вказує значення кожного часткового критерію, який встановив замовник. На рис. 4 свої пропозиції надає Постачальник №1.

На рис. 5 представлено пропозиції, які надає (відповідно до замовлення) Постачальник №2.

На рис. 6 продемонстровано пропозиції, які надає (відповідно до зробленого замовлення) Постачальник №3.

Для запуску процесу прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення замовник має натиснути на кнопку «Обрати постачальника».

Подання пропозиції на замовлення ✕

Опис
Тепловий насос FADO спліт 8 кВт

ПІБ контактної особи *
Симчук Іван Васильович

Електронна пошта контактної особи *
i.symchuk@gmail.com

Строк доставки (дн.) *
7

Терміни гарантії (міс.) *
36

Вартість (грн.) *
395000

Створити

Рис. 4. Подання пропозицій на створене замовлення Постачальником №1

Джерело: авторська розробка

Подання пропозиції на замовлення ✕

Опис
Тепловий насос BLAUBERG BLHP-R080-P-S/1R3A

ПІБ контактної особи *
Левченко Олена Петрівна

Електронна пошта контактної особи *
o.levchenko@gmail.com

Строк доставки (дн.) *
5

Терміни гарантії (міс.) *
24

Вартість (грн.) *
390000

Створити

Рис. 5. Подання пропозицій на створене замовлення Постачальником №2

Джерело: авторська розробка

Для запуску процесу прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення замовник має натиснути на кнопку «Обрати постачальника».

У розроблений вебзастосунок прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення по закупівлі товарів (продукції, робіт, послуг, тощо) інтегровано метод багатокритеріальної оптимізації з використанням згортки Вороніна А.М., за допомогою якого й здійснюється даний вибір (рис. 7).

Рис. 6. Подання пропозицій на створене замовлення Постачальником №3

Джерело: авторська розробка

Рис. 7. Результат вибору постачальника за допомогою вебзастосунку прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення по закупівлі товарів

Джерело: авторська розробка

Висновки та пропозиції. Вибір постачальника є одним з найбільш важливих етапів проведення закупівель товарів, робіт та послуг.

В роботі було проаналізовано і досліджено метод багатокритеріальної оптимізації з використанням згортки Вороніна, який може бути використано для вирішення задач вибору постачальника при здійсненні закупівель товарів (продукції, робіт, послуг, тощо).

Використання розробленого авторського вебзастосунку прийняття рішень щодо вибору оптимального постачальника для виконання замовлення по закупівлі товарів дозволяє, зокрема:

- надавати користувачеві зручну можливість вибору оптимального постачальника потрібного замовлення;
- оптимізувати процес виконання замовлення за рахунок автоматизованого вибору оптимального постачальника серед тих, які подали пропозицію на замовлення (при створенні замовлення кожен замовник визначає критерії оптимальності, які для нього є найбільш вагомими, та має можливість задати їхню важливість);
- створити простий зв'язок між користувачем та вебзастосунком за рахунок використання графічного інтерфейсу;
- згенерувати декілька варіантів рішень вибору постачальника, що відповідають потребам (побажанням) замовника згідно з критеріями оцінки постачальників.

Використання користувачами авторського вебзастосунку автоматизує процес вибору оптимального постачальника при здійсненні закупівель, що дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємств (окремих підприємств) та зменшити витрати на закупівельну діяльність.

© **Ткаченко О.А., тарасов Д.С., 2024**

ЛІТЕРАТУРА

1. Господарський кодекс України від 16.01.2003 р. № 436-IV в редакції від 03.09.2024р. / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#Text> (дата звернення: 19.10.2024).
2. Безугла Л.С., Демчук Н.І. Маркетинг закупівель. Дніпро: Видавець Біла К.О., 2019. 240 с.
3. Ромашенко О.С. (2017). Обґрунтування політики взаємодії торговельного підприємства із постачальниками на підставі комплексної оцінки ефективності. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. № 2. С. 75–82.
4. Закон України «Про публічні закупівлі». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text> (дата звернення: 17.10.2024).
5. Кондратюк Д.М. (2014). Оптимальний постачальник як чинник конкурентоспроможності підприємства. *Економіка. Управління. Інновації. Серія: Економічні науки*. № 1(11). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2014_1_53. (дата звернення: 19.10.2024).

6. Писарчук О.О., Харченко В.П. Нелінійне та багатокритеріальне моделювання процесів у системах керування рухом. Київ: Інститут обдарованої дитини. 2015. 248 с.

7. Microservices architecture. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/microservices/architect-microservice-container-applications/microservices-architecture> (дата звернення: 21.10.2024).

8. César de la Torre Wagner B., Rousos V. (2023). NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications. Microsoft Developer Division, .NET and Visual Studio product teams. 350 p.

9. Baptista G., Abbruzzese F. (2024). Software Architecture with C# 12 and .NET 8 – Fourth Edition: Build enterprise applications using microservices, DevOps, EF Core, and design patterns for Azure. Packt Publishing. 756 p.

10. Alvaro Camillo Neto (2024). Angular Design Patterns and Best Practices: Create scalable and adaptable applications that grow to meet evolving user needs. Packt Publishing. 270 p.

11. Govindan K., Aditi Kaul, A., Darbari J.D., Jha P.C. (2023). Analysis of supplier evaluation and selection strategies for sustainable collaboration: A combined approach of best–worst method and TOMada de Decisao Interativa Multicriterio. *Business Strategy and the Environment*. 32(7). 4426–4447. DOI: 10.1002/bse.3374.

12. Stević Željko. (2017). Criteria for supplier selection: A literature review. *International Journal of Engineering. Business and Enterprise Applications*, 1. P. 23–27.

13. Beskorovainyi, V., Kolesnyk L., Mgbere, D.C. (2023) Математичні моделі визначення парето-фронту для варіантів побудови технологічних процесів в умовах інтервального подання локальних критеріїв. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, 2(24). С. 16–26. DOI: 10.30837/ITSSI.2023.24.016.

14. Писарчук О.О. Оцінювання ефективності інформаційних систем за вектором критеріїв. (2018). URL: https://www.researchgate.net/publication/326066077/Ocinuvanna_efektivnosti_informacijnih_sistem_za_vektorom_kriteriiv (дата звернення: 19.10.2024).

15. Пулеко І.В., Свінцицька О.М., Поліщук Ю.Я. Згортковий підхід до оцінки якості алгоритмів класифікації машинного навчання в задачах кібербезпеки. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/02/23.pdf> (дата звернення: 17.10.2024).

16. Протоколи HTTP і HTTPS: що це таке, як вони працюють і чим відрізняються? URL: https://besthosting.ua/ua/http_and_https_protocols.php (дата звернення: 18.10.2024).

17. The WebSocket API (WebSockets). URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API (дата звернення: 18.10.2024).

18. AMQP is the Internet Protocol for Business Messaging. URL: <https://www.amqp.org/about/what> (дата звернення: 18.10.2024).
19. YARP: Yet Another Reverse Proxy. URL: <https://microsoft.github.io/reverse-proxy/> (дата звернення: 18.10.2024).
20. RabbitMQ. URL: <https://www.rabbitmq.com> (дата звернення: 19.10.2024)
21. gRPC. URL: <https://grpc.io> (дата звернення: 19.10.2024).
22. What is Angular? URL: <https://v17.angular.io/guide/what-is-angular> (дата звернення: 21.10.2024).
23. TypeScript is JavaScript with syntax for types. URL: <https://www.typescriptlang.org> (дата звернення: 21.10.2024).
24. NgRx Store. URL: <https://v8.ngrx.io/guide/store>. (дата звернення: 19.10.2024).
25. Синенко М.А. (2018). Метод Сааті при прийнятті управлінських рішень на прикладі підприємства малого бізнесу. *Інтелект XXI*. №1. С. 235–238. URL: http://www.intellect21.nuft.org.ua/journal/2018/2018_1/51.pdf. (дата звернення: 19.10.2024).
26. Segal T. (2022). Decision support system (DSS): what it is and how businesses use them. URL: <https://www.investopedia.com/terms/d/decision-support-system.asp> (дата звернення: 21.10.2024).

REFERENCES

1. Economic Code of Ukraine dated January 16, 2003 No. 436-IV as amended September 3, 2024. / Verkhovna Rada of Ukraine. available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#Text>. (Accessed 19 October 2024).
2. Bezugla L.S., Demchuk N.I. Procurement marketing. Dnipro: Bila K.O. Publisher, 2019. 240 p.
3. Romaschenko O.S. (2017). Justification of the policy of interaction of the trading company with suppliers on the basis of a comprehensive assessment of efficiency. *Economy. Management. Business*, № 2. P. 75–82.
4. Law of Ukraine «On public procurement». available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text>. (Accessed 17 October 2024).
5. Kondratyuk D.M. (2014). The optimal supplier as a factor of enterprise competitiveness. *Economy. Management. Innovations. Series: Economic Sciences*, № 1(11). available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2014_1_53. (Accessed 19 October 2024).
6. Pisarchuk O.O., Kharchenko V.P. Non-linear and multi-criteria modeling of processes in motion control systems. Kyiv: Institute of the Gifted Child, 2015. 248 p.
7. Microservices architecture. available at: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/microservices/architect-microservice-container-applications/microservices-architecture>. (Accessed 21 October 2024).

8. César de la Torre Wagner B., Rousos V. (2023). NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications. Microsoft Developer Division, .NET and Visual Studio product teams. 350 p.
9. Baptista G., Abbruzzese F. (2024). Software Architecture with C# 12 and .NET 8 – Fourth Edition: Build enterprise applications using microservices, DevOps, EF Core, and design patterns for Azure. Packt Publishing. 756 p.
10. Alvaro Camillo Neto (2024). Angular Design Patterns and Best Practices: Create scalable and adaptable applications that grow to meet evolving user needs. Packt Publishing. 270 p.
11. Govindan K., Aditi Kaul, A., Darbari J.D., Jha P.C. (2023). Analysis of supplier evaluation and selection strategies for sustainable collaboration: A combined approach of best–worst method and TOMada de Decisao Interativa Multicriterio. *Business Strategy and the Environment*, 32(7). 4426–4447. DOI: 10.1002/bse.3374.
12. Stević Željko. (2017). Criteria for supplier selection: A literature review. *International Journal of Engineering. Business and Enterprise Applications*, 1. P. 23–27.
13. Beskorovainyi, V., Kolesnyk L., Mgbere, D.C. (2023) Математичні моделі визначення парето-фронтів для варіантів побудови технологічних процесів в умовах інтервального подання локальних критеріїв. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, 2(24). С. 16–26. DOI: 10.30837/ITSSI.2023.24.016.
14. Pysarchuk O.O. Evaluation of the effectiveness of information systems by the vector of criteria. (2018). available at: https://www.researchgate.net/publication/326066077_Ocinuvanna_efektivnosti_informacijnih_sistem_za_vektorom_kriteriiv (Accessed 19 October 2024).
15. Puleko I.V., Svintsytska O.M., Polishchuk Yu.Ya. A convolutional approach to evaluating the quality of machine learning classification algorithms in cyber security problems. available at: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/02/23.pdf> (Accessed 17 October 2024).
16. HTTP and HTTPS protocols: what they are, how they work and how they differ? available at: https://besthosting.ua/ua/http_and_https_protocols.php (Accessed 18 October 2024).
17. The WebSocket API (WebSockets). available at: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API (Accessed 18 October 2024).
18. AMQP is the Internet Protocol for Business Messaging. available at: <https://www.amqp.org/about/what> (Accessed 18 October 2024).
19. YARP: Yet Another Reverse Proxy. available at: <https://microsoft.github.io/reverse-proxy/> (Accessed 18 October 2024).
20. RabbitMQ. available at: <https://www.rabbitmq.com> (Accessed 19 October 2024).

21. gRPC. available at: <https://grpc.io> (Accessed 19 October 2024).
22. What is Angular? available at: <https://v17.angular.io/guide/what-is-angular> (Accessed 21 October 2024).
23. TypeScript is JavaScript with syntax for types. available at: <https://www.typescriptlang.org> (Accessed 21 October 2024).
24. NgRx Store. available at: <https://v8.ngrx.io/guide/store> (Accessed 19 October 2024).
25. Synenko M.A. (2018). Saati's method in making management decisions on the example of a small business enterprise. Intelligence XXI, №1. P. 235-238. available at: http://www.intellect21.nuft.org.ua/journal/2018/2018_1/51.pdf. (Accessed 19 October 2024).
26. Segal T. (2022). Decision support system (DSS): what it is and how businesses use them. available at: <https://www.investopedia.com/terms/d/decision-support-system.asp> (Accessed 21 October 2024).

СТАТТЯ НАДІЙШЛА ДО РЕДАКЦІЇ 01.10.2024