

ОЦІНКА ІНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРІВ УКРАЇНИ: МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Мельнікова Л.І., Лінник О.В.*, Пастушенко І.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
*кафедра фізичних основ електронної техніки,
Україна.

E-mail: liubov.melnikova@nure.ua,
elena.linnyk@nure.ua,
ihor.pastushenko@nure.ua

Abstract

The analysis and selection of Internet service providers (ISPs) in Ukraine is a critical multi-criteria decision-making task, given the wide array of technical, economic, and security factors that influence user satisfaction. This paper presents a heuristic approach to multi-criteria optimization for ISP selection, using performance metrics such as download and upload speed, latency, cost, and response time to potential security threats. The proposed method applies a heuristic refinement procedure integrated with a decision support system (DSS) to streamline the selection process, ensuring that the chosen ISP meets prioritized requirements. By employing JavaScript for decision implementation alongside HTML and CSS for visualization, the study compares the effectiveness of five popular ISPs in Ukraine. Results indicate that ISP prioritization based on different criteria, such as cost or security response, yields variable optimal choices, supporting the need for adaptive, user-specific criteria weighting in ISP selection. The findings provide a framework that benefits both consumers seeking reliable and affordable Internet and providers looking to enhance competitiveness in the market.

Інтернет-послуги стали невід'ємною частиною сучасного життя, що потребує високих стандартів якості та безпеки. Вибір інтернет-провайдера є складним завданням, оскільки включає багато різних критеріїв, які часто мають суперечливий характер. Високі вимоги до швидкості, стабільності та безпеки, а також обмеження щодо вартості вимагають застосування підходу, що дозволяє збалансувати різні вимоги в єдиній системі.

Для цього завдання підходить багатокритеріальна оптимізація, що дозволяє знаходити рішення, оптимальні за сукупністю критеріїв. Це дослідження має на меті продемонструвати практичний підхід до вибору інтернет-провайдера на основі багатокритеріального аналізу з використанням евристичних процедур для уточнення оптимальних рішень.

Підхід до вибору інтернет-провайдера є складною задачею, тому що клієнт завжди хоче кращого, але коли є багато параметрів і багато функцій які надає провайдер, необхідно вибрати лише одного. Окрім технічних параметрів, необхідно брати до уваги рейтинги провайдера, рецензії та думки користувачів, а також порівняти ціни та умови контрактування. Враховуючи ці технічні параметри та інші фактори, можна зробити більш обізнаний вибір провайдера, який відповідає потребам клієнтів у надійному та швидкому інтернет-з'єднанні.

Тому аналіз функціонування інтернет-провайдерів з позиції багатокритеріального підходу може бути корисним як споживачам інтернет-послуг для вибору провайдера, так і постачальникам таких послуг для успішного розвитку в умовах конкуренції [2].

Проблема багатокритеріальної оптимізації, що виникає в умовах вибору ефективного рішення, вимагає знаходження компромісного рішення. Процес пошуку ефективного рішення має евристичний характер і здійснюється в умовах невизначеності. На деяких етапах вирішення задачі задіяно особу, що приймає рішення (ОПР), яка формулює завдання та використовує його результати.

Основою такого підходу є теорія корисності відповідно до якої передбачається, що існує деяка узагальнена оцінка цінності або корисності будь-якого критерію для ОНР [3].

Багато чисельних методів для розв'язання таких задач ґрунтуються на виборі точки з множини Парето, яка відповідає вагам для кожного з окремих критеріїв оптимальності. Для вибору найкращого варіанту необхідно враховувати умовні переваги, які формуються залученням додаткової інформації від експертів та її обробкою згідно з теорією корисності.

В роботі запропоновано використовувати евристичну процедуру уточнення рішення з використанням ОНР. Ця процедура являє собою взаємопов'язану сукупність формалізованих методів і процедур задавання критерію оптимальності проєктованої системи, формування вихідної множини проєктних рішень, знаходження підмножини Парето-оптимальних рішень, а також звуження цієї підмножини до єдиного кращого проєктного варіанту системи із залученням додаткової інформації від експертів [4].

Вибір оптимального провайдера є ключовим фактором для забезпечення якісного інтернет-з'єднання. Серед основних критеріїв, що впливають на вибір провайдера, було виділено такі показники:

- швидкість завантаження – визначає ефективність передачі великих обсягів даних;
- швидкість скачування – впливає на стабільність та зручність доступу до медіаресурсів;
- затримка (latency) – критична для онлайн-додатків, таких як відеоконференції та ігри;
- вартість послуг – важливий економічний критерій для користувача;
- швидкість реагування на загрози безпеці – визначає здатність провайдера захищати з'єднання від зовнішніх загроз.

У табл.1 та табл.2 наведені часткові критерії та вихідні дані задачі БКО для 5 найбільш популярних інтернет-провайдерів України. Розглянуті варіанти вирішення задачі з відомими вагами часткових критеріїв. Важливість критеріїв визначає додаткову інформацію і задає умови вибору.

Таблиця 1 – Опис часткових критеріїв

Число критеріїв $m = 5$			
Число векторів $n = 5$			
ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИТЕРІЇВ			
Номер критерію	Назва критерію	Вид екстремуму	Вага
1	Швидкість завантаження	max	0.2
2	Швидкість скачування	max	0.2
3	Затримка	min	0.2
4	Вартість	min	0.1
5	Швидкість реагування на атаку	min	0.3

Таблиця 2 – Вихідні дані задачі БКО

	Швидкість завантаження, Мбіт/с	Швидкість скачування, Мбіт/с	Затримка, мс	Вартість, грн	Швидкість реагування на атаку, с
Київстар	42.56	46.67	34	250	5
Укртелеком	11.24	6.1	65	260	20
Triolan	54.56	56.48	31	99	120
Volia	45.45	27.8	32	150	90
Datagroup	31.78	32.6	60	200	60

За допомогою мови програмування Javascript, була розроблена програма для вирішення БКО за допомогою евристичної процедури. Також було використано HTML та CSS для візуалізації [5].

Було проведено аналіз п'яти найбільш популярних провайдерів в Україні: Київстар, Укртелеком, Triolan, Volia та Datagroup. Для кожного провайдера були визначені значення часткових критеріїв.

Початковий аналіз було виконано з пріоритетом на швидкість реагування на атаки. На основі цього підходу були отримані оптимальні результати для кожного провайдера, які показані на рис. 1.

Результат вирішення задачі БКО							
Провайдер	Швидкість завантаження, Мбит/с	Швидкість скачування, Мбит/с	Затримка, мс	Вартість, грн	Швидкість реагування на атаку, с	Qі, При заданих вагах аддитивних критеріїв	Qі, При відсутності інформації о вагах аддитивних критеріїв
Київстар	0.722	0.805	0.911	0.062	1	0.792	0.698
Укртелеком	0	0	0	0	0.869	0.26	0.172
Triolan	1	1	1	1	0	0.7	0.8
Volia	0.789	0.43	0.97	0.683	0.26	0.583	0.625
Datagroup	0.474	0.526	0.147	0.372	0.521	0.421	0.405

Рис. 1. Результат виконання програми в умовах вибору (пріоритет-швидкість реагування на атаку) та при відсутності інформації о важливості критеріїв

Подальше тестування програми включало зміну ваг критеріїв з акцентом на вартість (табл. 3), що дозволило визначити варіант з найкращим співвідношенням якості та вартості послуг. Результати, отримані з пріоритетом на зниження витрат, наведені на рис. 2.

Таблиця 3 – Оновлена характеристика критеріїв (пріоритет – вартість)

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИТЕРІЇВ			
Номер критерію	Назва критерію	Вид екстремуму	Вага
1	Швидкість завантаження	max	0.2
2	Швидкість скачування	max	0.2
3	Затримка	min	0.2
4	Вартість	min	0.3
5	Швидкість реагування на атаку	min	0.1

Результат вирішення задачі БКО							
Провайдер	Швидкість завантаження, Мбит/с	Швидкість скачування, Мбит/с	Затримка, мс	Вартість, грн	Швидкість реагування на атаку, с	Qі, При заданих вагах аддитивних критеріїв	Qі, При відсутності інформації о вагах аддитивних критеріїв
Київстар	0.722	0.805	0.911	0.062	1	0.604	0.698
Укртелеком	0	0	0	0	0.869	0.086	0.172
Triolan	1	1	1	1	0	0.899	0.8
Volia	0.789	0.43	0.97	0.683	0.26	0.666	0.625
Datagroup	0.474	0.526	0.147	0.372	0.521	0.391	0.405

Рис. 2. Результат виконання програми при змінених критеріях (пріоритет – вартість)

Ще один експериментальний сценарій включав збільшення ваг для критеріїв швидкості (табл. 4), що дозволило виявити оптимальний варіант для користувачів, яким важлива максимальна пропускна здатність. Результати тестування наведено на рис. 3.

Таблиця 4 – Оновлена характеристика критеріїв (пріоритет – швидкості)

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИТЕРІЇВ			
Номер критерію	Назва критерію	Вид екстремуму	Вага
1	Швидкість завантаження	max	0.3
2	Швидкість скачування	max	0.3
3	Затримка	min	0.2
4	Вартість	min	0.1
5	Швидкість реагування на атаку	min	0.1

Результат вирішення задачі БКО							
Провайдер	Швидкість завантаження, Мбит/с	Швидкість скачування, Мбит/с	Затримка, мс	Вартість, грн	Швидкість реагування на атаку, с	Qі, При заданих вагах аддитивних критеріїв	Qі, При відсутності інформації о вагах аддитивних критеріїв
Київстар	0.722	0.805	0.911	0.062	1	0.744	0.698
Укртелеком	0	0	0	0	0.869	0.086	0.172
Triolan	1	1	1	1	0	0.9	0.8
Volia	0.789	0.43	0.97	0.683	0.26	0.652	0.625
Datagroup	0.474	0.526	0.147	0.372	0.521	0.417	0.405

Рис. 3. Результат виконання програми при змінених критеріях (пріоритет – швидкості)

Аналіз результатів демонструє, що Київстар є оптимальним для користувачів, зацікавлених у високій безпеці, тоді як Triolan забезпечує найкраще співвідношення ціни та швидкості для бюджетних користувачів.

Висновки. Розглянуто сучасний стан інтернет-послуг в Україні, їх структуру, технології та протоколи, а також різні типи підключень, що використовуються провайдерами. Визначено, що вибір інтернет-провайдера є складною багатокритеріальною задачею, оскільки потребує вибору оптимального варіанту з урахуванням суперечливих технічних, економічних та безпекових показників. Проведено аналіз параметрів функціонування інтернет-провайдерів з позиції багатокритеріального підходу, що враховує такі показники, як швидкість завантаження і скачування, затримка, вартість послуг та швидкість реагування на потенційні загрози.

Запропонована евристична процедура уточнення рішень дозволила обрати оптимальний варіант провайдера, адаптуючи ваги критеріїв відповідно до пріоритетів користувача. Проведений аналіз показав, що Київстар підходить для користувачів з високими вимогами до безпеки, тоді як Triolan є оптимальним для користувачів, що шукають економічний варіант із високою швидкістю. Такий підхід надає можливість забезпечити індивідуальний вибір провайдера з огляду на потреби користувачів, що дозволяє більш ефективно задовольняти вимоги до якості послуг.

Література

- Ковтун О. Ю., Фісун Ю. В. Проблеми та тенденції розвитку ринку інтернет-провайдерів. Науково-практичний журнал "Економічні студії". Запоріжжя, 2020. № 1. С. 200–205.
- Вилкова О. В., Маркова Т.А. Оцінювання якості доступу до інтернету: багатокритеріальний підхід. Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ. Харків: Серія "Комп'ютерні системи та мережі", 2019. С. 130.
- Безрук В.М., Чеботарева Д.В., Скорик Ю.В. Багатокритеріальний аналіз та вибір засобів телекомунікацій: монографія. Харків: ФОП Коряк С.Ф., 2017. С. 42 –91.
- Мельнікова Л.І., Лінник О.В., Кривошапка М.В., Барсук В.О. Застосування евристичної процедури багатокритеріальної оптимізації до вибору варіанта мовного кодексу в IP-мережі. Проблеми телекомунікацій, 2020. 1(26). С.23-32.
- Програмний продукт Update multi-criteria-analysis. URL: <https://github.com/pastushokk97/Multi-criteria-analysis> (дата звернення: 01.11.2024).