

АЛГОРИТМ ПІДБОРУ АВІАКВИТКІВ З УРАХУВАННЯМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто задачу оптимізації вибору авіаквитків з урахуванням альтернативних варіантів наземного транспорту та екологічного впливу. Запропоновано алгоритм, що інтегрує дані про авіаперельоти та наземний транспорт, дозволяючи формувати комбіновані подорожі, що можуть бути економічно та екологічно вигіднішими. Особлива увага приділяється оцінці викидів CO₂ для кожного маршруту з метою сприяння свідомому вибору подорожі. Розроблена система може використовуватися в онлайн-сервісах бронювання, сприяючи підвищенню ефективності транспортних перевезень та зменшенню негативного впливу на довкілля.

Ключові слова: алгоритм підбору квитків, комбіновані маршрути, наземний транспорт, авіаперельоти, викиди CO₂, екологічний вплив.

Abstract

The article addresses the task of optimizing flight ticket selection by considering alternative ground transportation options and environmental impact. The proposed algorithm integrates data on flights and ground transportation, enabling the creation of combined travel routes that may be more economically and environmentally beneficial. Special attention is given to the assessment of CO₂ emissions for each route to promote conscious travel choices. The developed system can be used in online booking services, enhancing transportation efficiency and reducing negative environmental impact.

Keywords: ticket selection algorithm, combined routes, ground transportation, flights, CO₂ emissions, environmental impact.

Вступ

У сучасних умовах зростаючої мобільності населення та підвищеної уваги до екологічної стійкості постає необхідність розробки ефективних методів підбору авіаквитків. Традиційні системи бронювання зосереджені переважно на вартості та тривалості перельоту, не враховуючи наземний транспорт та вплив подорожі на довкілля.

Запропонований підхід передбачає інтеграцію даних про наземний транспорт (наприклад, власні автомобілі, потяги та автобуси) для пошуку комбінованих маршрутів, що можуть бути вигіднішими за прямі авіаперельоти. Додатково, алгоритм оцінює викиди CO₂ кожного варіанту подорожі, сприяючи вибору екологічно відповідальних рішень.

Алгоритм підбору авіаквитків з урахуванням наземного транспорту

У сучасному світі подорожі вимагають максимальної ефективності. Вибір оптимального маршруту часто стає складним завданням: необхідно враховувати час перельотів, пересадки, стикування з наземним транспортом та загальний час у дорозі. Самостійний підбір квитків може бути виснажливим і потребує значних зусиль, адже потрібно аналізувати різні варіанти, перевіряти доступні рейси та розраховувати час на пересування між аеропортами.

Оптимальним рішенням є автоматизована система, яка, виходячи з поточного місцезнаходження користувача та кінцевого пункту призначення, самостійно підбирає найзручніші варіанти. Вона повинна враховувати комбінацію різних видів транспорту: наземні перевезення (таксі, поїзди, автобуси), авіаперельоти та пересадки. Оскільки авіапереліт є найдорожчим етапом подорожі, можна обрати дорожчі та швидші варіанти перевезення наземним транспортом, для досягнення мінімальної загальної тривалості подорожі.

Наразі сервіси з бронювання авіаквитків, наприклад Google Flights, Skyscanner або Expedia, пропонують лише базову фільтрацію рейсів за ціною, тривалістю та кількістю пересадок [1]. Деякі з них дозволяють вибирати альтернативні аеропорти або пропонують варіанти мультимодальних подорожей. Проте жодна з існуючих систем не виконує автоматизованого підбору маршруту на основі комбінації різних видів транспорту та оптимізації часу в дорозі.

Опис вимог до розроблюваної системи:

- 1) введення початкової та кінцевої точки маршруту (з можливістю автоматичного визначення поточного місцезнаходження);
- 2) врахування часу, необхідного для пересування між аеропортами та міським транспортом;
- 3) пріоритетність різних параметрів (час подорожі, вартість, найменший вуглецевий слід) відповідно до вподобань користувача;
- 4) візуалізація маршруту на карті для зручного аналізу з використанням API картографічних провайдерів, таких як Google Maps або OpenStreetMap.

Загальний алгоритм підбору маршруту складається з таких кроків:

1. Отримання вихідних даних: початкова та кінцева точки, бажані критерії оптимізації. Точками маршруту можуть бути як аеропорти (тоді система відпрацьовує аналогічно до існуючих рішень) так і довільною точкою на карті (у такому разі використовуватиметься розрахунок орієнтовного часу до аеропорту відправлення та від аеропорту прибуття).
2. Пошук доступних авіарейсів із розрахунком часу вильоту, прильоту та можливих пересадок.
3. Визначення варіантів наземного транспорту до та після авіаперельоту.
4. Оцінка загального часу подорожі для кожного варіанту та вибір оптимального маршруту.
5. Візуалізація результату у вигляді інтерактивної карти та списку доступних варіантів.

Запропонована система дозволяє автоматизувати процес підбору оптимального маршруту для бізнес-подорожей, значно зменшуючи час, необхідний для самостійного аналізу варіантів. Впровадження такого алгоритму може підвищити ефективність планування поїздок та зробити подорожі більш зручними та прогнозованими.

Гейміфікація та алгоритм екологічного підбору авіарейсів

Авіаційна індустрія є одним із значних джерел викидів CO₂, що ускладнює ситуацію з глобальним потеплінням. Згідно з останніми дослідженнями, повітряний транспорт щорічно генерує приблизно 2-3% загальносвітових викидів вуглекислого газу [2]. У зв'язку з цим пасажирів, обираючи більш екологічні рейси, можуть суттєво зменшити свій вуглецевий слід.

Наразі спостерігається тенденція до більш відповідального вибору транспорту, що стимулює авіакомпанії пропонувати маршрути з меншими викидами, використовуючи досконаліші конструкції планера та двигунів, паливо з меншим умістом вуглецю та оптимізовані маршрути. Однак, для кінцевого користувача все ще бракує зрозумілих механізмів порівняння рейсів за екологічними критеріями та заохочень для вибору більш стійких варіантів.

Вже існують конкретні рішення щодо відображення інформації про викиди. Так, деякі пошукові сервіси авіаквитків, такі як Google Flights та Skyscanner, вже відображають приблизний рівень викидів CO₂ для кожного рейсу. Це дає можливість користувачам орієнтуватися на екологічність перельотів, однак не містить жодних рекомендацій або мотиваційних механізмів.

Авіакомпанії також впроваджують компенсаційні механізми, наприклад, можливість зробити внесок у програми заліснення або розвитку відновлювальної енергетики. Проте, такі заходи залишаються добровільними і не мають достатнього впливу на поведінку пасажирів.

Наразі сортування авіарейсів у більшості систем виконується за тривалістю перельоту, вартістю, популярністю або орієнтовною кількістю CO₂. Для кращого ранжування рейсів пропонується враховувати наступні параметри:

- 1) тип повітряного судна – новіші моделі літаків виробляють менше викидів [2];
- 2) прямі рейси проти рейсів із пересадками – транзитні рейси зазвичай мають вищий викид CO₂ [3];
- 3) завантаженість рейсу – рейси з меншою кількістю пасажирів є менш ефективними з точки зору екології;
- 4) тип пального – використання альтернативного авіаційного палива замість викопного [4];
- 5) відстань між пунктами призначення – оптимізація з урахуванням наземного транспорту, якщо це зменшує викиди.

Система надаватиме користувачам можливість здійснювати екологічно свідомий вибір авіарейсів за допомогою єдиної інтерактивної опції. При активації відповідної функції алгоритм автоматично виконуватиме обробку, фільтруючи рейси, що перевищують встановлений рівень викидів CO₂, та здійснюючи їх ранжування за критерієм екологічної ефективності. Це дозволить мінімізувати вплив авіаперельотів на довкілля без необхідності ручного аналізу параметрів забруднення.

Для підвищення мотивації пасажирів обрати екологічніші рейси пропонується механізм гейміфікації, який включає:

- бонусні бали за екологічний вибір – кожен вибір рейсу з нижчим рівнем викидів нараховує бали, які можна обміняти на знижки або привілеї;
- рівні екологічної свідомості – система відзначає користувачів, які регулярно обирають рейси з меншим впливом на довкілля;
- порівняльна статистика – можливість відстежувати свій вплив на екологію у порівнянні з середнім рівнем користувачів;
- екологічні сертифікати – пасажирів можуть отримувати цифрові сертифікати за зменшення свого вуглецевого сліду.

Висновки

Отже, розглянуто алгоритм, який оптимізує вибір авіарейсів з урахуванням вартості, часу та екологічного сліду, враховує наземний транспорт, а також уводить елементи гейміфікації, що сприяє підвищенню ефективності транспортних перевезень та екологічної свідомості пасажирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Google Авіаквитки – пошук дешевих авіарейсів і відстеження цін. URL: <https://www.google.com/travel/flights> (дата звернення: 22.03.2025).
2. Aviation - IEA. URL: <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation> (дата звернення: 22.03.2025).
3. Літайте максимально екологічно | Wizz Air. URL: <https://www.wizzair.com/uk-ua/informatsiia-ta-posluhy/pro-nas/maksimalno-ekologichno> (дата звернення: 22.03.2025).
4. SAF: alternative aviation fuel - KLM Ukraine. URL: <https://www.klm.ua/uk/information/sustainability/saf> (дата звернення: 22.03.2025).

Туренко Віталій Романович, студент групи ЗПІ-21б факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: vitalytyrenko7@gmail.com

Романюк Оксана Володимирівна, доцент кафедри ПЗ Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: romaniukoksana@gmail.com

Turenko Vitalii Romanovych, student of the ЗPI-21b group, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vitalytyrenko7@gmail.com

Romaniuk Oksana Volodymyrivna, Associate Professor of the Department of Software, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: romaniukoksana@gmail.com