

# ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ТА ПЕРЕДБАЧЕННЯ РІВНІВ ЗАДОВОЛЕНOSTІ ПАСАЖИРІВ АВІАКОМПАНІЯМИ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*У роботі розроблено інформаційну технологію аналізу та передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями з використанням методів машинного навчання та багатошарових нейронних мереж. Проведено аналіз даних із датасету Airline Passenger Satisfaction і порівняно результати моделей XGBoost, GPC, Ridge та нейронних мереж різної глибини.*

**Ключові слова:** нейронні мережі, машинне навчання, XGBoost, задоволеність пасажирів, аналіз даних.

## Abstract

*The paper develops an information technology for analyzing and predicting airline passenger satisfaction levels using machine learning methods and multilayer neural networks. The data from the Airline Passenger Satisfaction dataset were analyzed, and the results of the XGBoost, GPC, Ridge, and neural network models of different depths were compared.*

**Key words:** neural networks, machine learning, XGBoost, passenger satisfaction, data analysis.

## Вступ

Сфера авіаперевезень є однією з найбільш динамічних та конкурентних галузей сучасної економіки, де якість обслуговування пасажирів і рівень їх задоволеності визначають репутацію та прибутковість авіакомпаній.

Аналіз чинників, що впливають на сприйняття сервісу, є важливим елементом управління якістю послуг. Внаслідок повномасштабної війни в Україні авіаційна галузь зазнала суттєвих змін, що зумовлює потребу у впровадженні сучасних інформаційних технологій для аналізу та передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями, адже українські авіакомпанії продовжують здійснювати діяльність за кордоном та сплачують податки в Україні.

Таким чином, використання методів машинного навчання та багатошарових нейронних мереж для передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями дозволить виявляти закономірності у відгуках клієнтів, формувати персоналізовані рекомендації та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Такий підхід сприяє підвищенню конкурентоспроможності авіакомпаній, оптимізації процесів обслуговування та забезпеченню високого рівня клієнтського досвіду.

## Постановка задачі

Метою роботи є розроблення інформаційної технології аналізу та передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями з використанням методів машинного навчання.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- здійснити підготовку та попередню обробку даних для подальшого аналізу;
- провести розвідувальний аналіз даних з метою виявлення основних закономірностей;
- розробити інформаційну технологію аналізу та передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями з використанням методів машинного навчання та нейронних мереж.

## Результати дослідження

Для проведення передбачення рівня задоволеності пасажирів було використано датасет «Airline Passenger Satisfaction» із платформи Kaggle [1]. Він містить два файли — train.csv (104 000 записів) і test.csv (26 000 записів), кожен із 25 характеристиками пасажирів: вік, стать, тип клієнта, тип

подорожі, клас обслуговування, відстань польоту, оцінка сервісу Wi-Fi, комфортність часу вильоту та прибуття тощо.

Перед аналізом дані пройшли обробку, а саме: числові змінні було масштабовано, а цільову змінну закодовано для забезпечення коректної роботи моделей машинного навчання та багатoshарових нейронних мереж.

Кореляційний аналіз показав наявність сильних взаємозв'язків між змінними. Зокрема, затримка відправлення сильно корелює із затримкою прибуття, що свідчить про прямий вплив початкових затримок на час прибуття. Також зручність онлайн-бронювання високо корелює з оцінкою Wi-Fi на борту, що може вказувати на взаємозалежність різних аспектів сервісу.

Аналіз категорійних змінних показав, що пасажирів бізнес-класу та ті, хто подорожує з робочою метою, найчастіше залишаються задоволеними, тоді як економ-клас і особисті поїздки частіше асоціюються з незадоволеністю.

Розподіл за віком показав, що основна група пасажирів — від 25 до 50 років, з піком близько 39 років, тоді як молодші (до 20 років) і старші (понад 65) пасажирів трапляються рідше. Це підкреслює, що головний аналіз рівня задоволеності варто зосередити на дорослому працездатному населенні, яке є найбільш активним користувачем авіаперевезень. Графіки розвідувального аналізу зображені на рисунках 1-3.

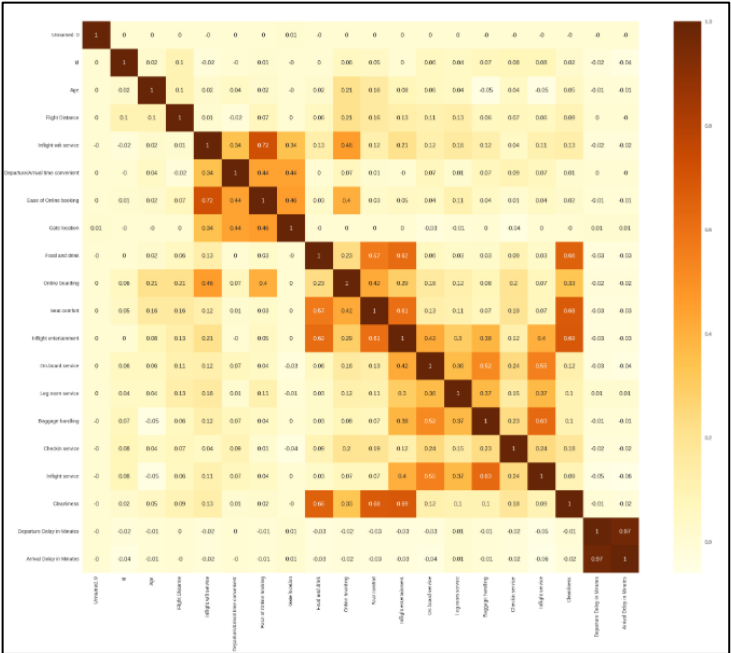


Рис. 1 – Кореляційна матриця

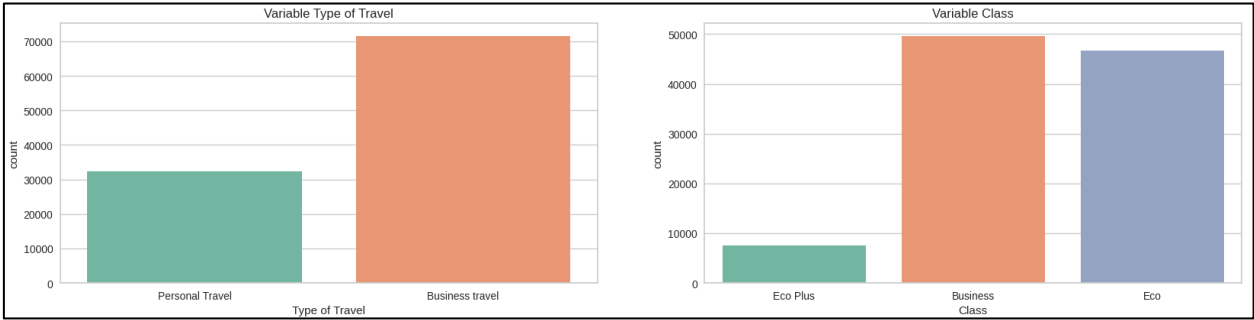


Рис. 2 – Розподіл задоволеності пасажирів за класом та типом подорожі

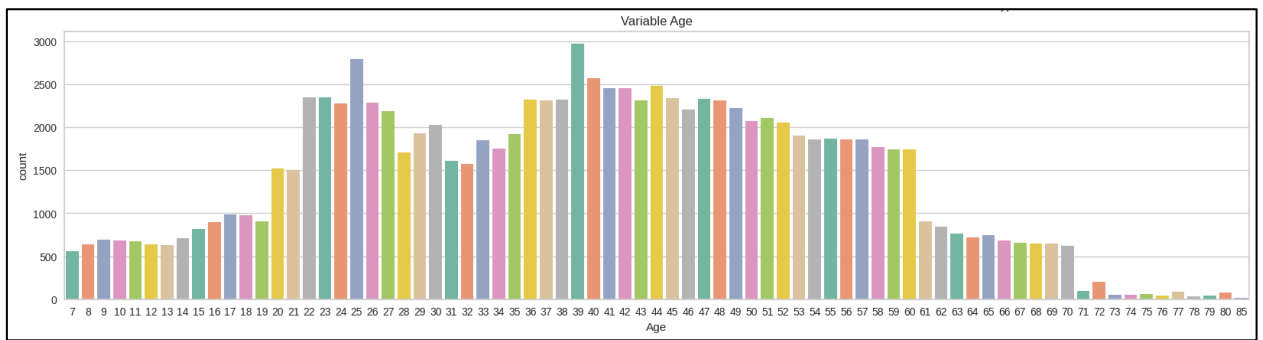


Рис. 3 – Розподіл задоволеності за віком

Після розвідувального аналізу даних здійснено передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями за допомогою багатoshарових нейронних мереж з 3, 4 та 5 шарами, а також методів машинного навчання: XGBoost, Gaussian Process Classifier (GPC) та Ridge Classifier [2]. Результати наведені на рисунку 4.

|   | Model            | Train Precision | Test Precision |
|---|------------------|-----------------|----------------|
| 0 | NN with 3 layers | 0.967           | 0.952          |
| 1 | NN with 4 layers | 0.966           | 0.946          |
| 2 | NN with 5 layers | 0.986           | 0.974          |
| 3 | MLP_skleam       | 0.954           | 0.937          |
| 4 | XGBoost          | 0.966           | 0.954          |
| 5 | GPC              | 0.973           | 0.933          |
| 6 | Ridge Classifier | 0.870           | 0.866          |

Рис. 4 – Загальні результати

## Висновки

Найкращі результати серед нейронних мереж показала 5-шарова модель, яка продемонструвала найвищу точність на тренувальних і тестових даних, підтверджуючи ефективність навчання та здатність до узагальнення.

Серед моделей машинного навчання XGBoost і GPC показали значно вищу точність порівняно з лінійною моделлю Ridge Classifier, яка продемонструвала трохи нижчі результати. Це свідчить про високу ефективність використання нейронних мереж та сучасних алгоритмів машинного навчання для передбачення рівнів задоволеності пасажирів авіакомпаніями [3].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. TJ Klein. Kaggle Dataset «Airline Passenger Satisfaction» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [Airline Passenger Satisfaction \(kaggle.com\)](https://www.kaggle.com/datasets/tjklein/airline-passenger-satisfaction)
2. Наука про дані: машинне навчання та інтелектуальний аналіз даних: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережевого) використання [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін, М. В. Дратованій – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 258 с. – Режим доступу: <https://docs.vntu.edu.ua/card.php?id=8163>
3. Qiang Li, Ranzhe Jing, Xihua Zhu, Determinants of travel satisfaction for commercial airlines: A data mining approach, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 133, Part <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108597>

**Судець Анна Олександрівна** – студентка групи 2ICT-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [annasudets2.0@gmail.com](mailto:annasudets2.0@gmail.com)

**Штельмах Ігор Миколайович** – к.т.н., асистент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [igor.shtelmakh@vntu.edu.ua](mailto:igor.shtelmakh@vntu.edu.ua)

**Крижановський Євгеній Миколайович** – заступник завідувача кафедри, к.т.н., доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kruzhan@vntu.edu.ua](mailto:kruzhan@vntu.edu.ua)

**Sudets Anna O.** - student of Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, 2IST-22m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail [annasudets2.0@gmail.com](mailto:annasudets2.0@gmail.com)

**Shtelmakh Ihor M.** – candidate of technical sciences, assistant professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [igor.shtelmakh@vntu.edu.ua](mailto:igor.shtelmakh@vntu.edu.ua)

**Kryzhanovskyi Yevgeniy M.** – Deputy Head of the Department, Ph.D., Associate Professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kruzhan@vntu.edu.ua](mailto:kruzhan@vntu.edu.ua)