

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)

Кафедра Інформатики  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

**РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИБОРУ ТА БРОНІЮВАННЯ**  
**КВИТКІВ НА АВІАЦІЙНІ РЕЙСИ**  
(тема)

Виконав:  
здобувач 4 року навчання,  
групи ІТІНФ-21-2

Чорна М. К.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформатика  
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Творошенко І. С.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри інформатики \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кобилін О. А.  
(прізвище, ініціали)

2025 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджментуКафедра ІнформатикиРівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУздобувачеві Чорній Марії Костянтинівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси

затверджена наказом університету від 19 травня 2025 року № 381Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 23 травня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи науково-методична та науково-технічна література, матеріали конференцій, дані інтернет-мережі, онлайн-інструмент для створення схем та діаграм Draw.io, середовище розробки Rider, фреймворк .NET, фреймворк React, об'єктно-реляційна база даних PostgreSQL.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

1. Аналіз існуючих вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт. \_\_\_\_\_

2. Моделювання структури вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси. \_\_\_\_\_

3. Розроблення вебзастосунку з можливістю вибору місця та отримання електронного квитка після здійснення бронювання. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) Актуальність проблеми при здійсненні бронювань на громадський транспорт, постановка задачі, структура вебзастосунку, взаємодія компонентів у застосунку, схеми баз даних, контекстна діаграма, діаграма декомпозиції першого рівня, діаграма декомпозиції другого рівня, структура застосунку.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.04.2025	
2	Аналіз завдання, підбір літератури	08.04.25-10.04.25	
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	11.04.25-14.04.25	
4	Аналіз технічних засобів	15.04.25-20.04.25	
5	Розробка методу для бронювання місць	21.04.25-23.04.25	
6	Програмна реалізація	24.04.25-11.05.25	
7	Оформлення пояснювальної записки	12.05.25-20.05.25	
8	Перевірка на нормоконтроль	21.05.25-01.06.25	
9	Перевірка на плагіат	21.05.25-01.06.25	
10	Рецензування	21.05.25-01.06.25	
11	Підготовка презентації та доповіді	21.05.25-18.06.25	
12	Занесення роботи в електронний архів	02.06.25-18.06.25	
13	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.25-18.06.25	

Дата видачі завдання 7 квітня 2025 р.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ доц.Творошенко І. С.  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 65 с., 13 табл., 60 рис., 31 джерело.

**БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ, ПОШУК КВИТКІВ, ВЕБЗАСТОСУНОК, АВІАРЕЙСИ, ІСТОРІЯ БРОНЮВАНЬ, ГЕНЕРАЦІЯ КВИТКА, СТРУКТУРА ЗАСТОСУНКУ, МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА.**

Об'єктом роботи є розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.

Метою роботи є розробка функціонального вебзастосунку, який надає можливість обирати та бронювати квитки на авіаційні рейси.

Для зручності користувачів є реалізація функції для завантаження квитків після здійснення бронювання, а також створення особистого кабінету для відстеження власних бронювань та збереження авіаквитків. Проведено аналіз існуючих застосунків для бронювання квитків на громадський транспорт. Створено структуру системи та окремих баз даних призначених для реалізації мікросервісної архітектури.

У результаті роботи розроблено вебзастосунок для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси з можливістю завантаження квитка після здійснення успішного бронювання та створення особистого кабінету.

**TICKET BOOKING, FLIGHT SEARCH, WEB APPLICATION, FLIGHTS, BOOKING HISTORY, TICKET GENERATION, APPLICATION STRUCTURE, MICROSERVICE ARCHITECTURE.**

The object of the work is the development of a web application for selecting and booking airline tickets.

The aim of the work is to develop a functional web application that provides the ability to select and book airline tickets.

For user convenience, there is an implemented function for downloading tickets after booking, as well as the creation of a personal account for tracking one's own bookings and saving airline tickets. An analysis of existing applications for booking public transport tickets was conducted. The system structure and individual databases designed for the implementation of microservice architecture were created.

As a result of the work, a web application for selecting and booking airline tickets with the possibility of downloading a ticket after successful booking and the creation of a personal account was developed.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....	6
Вступ.....	7
1 Аналіз існуючих вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт.....	8
1.1 Аналіз сучасних вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт, зокрема авіаційні рейси в Україні та за кордоном .....	8
1.2 Аналіз літературних джерел щодо апробації результатів розроблення вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт.....	18
1.3 Постановка задачі.....	21
2 Розроблення структури вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси .....	23
2.1 Детальний аналіз структури бази даних для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.....	23
2.2 Моделювання структури вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.....	34
2.3 Методика формування місць для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси .....	38
3 Розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси .....	39
3.1 Вибір інструментальних засобів для реалізації поставленої задачі.....	39
3.2 Етапи розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.....	40
3.3 Тестування розробленого вебзастосунку та аналіз результатів.....	44
3.4 Перспективи подальшої роботи.....	58
Висновки.....	60
Перелік джерел посилання .....	62

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

CRS – Computer Reservation Systems (комп'ютерні системи бронювання)

GDS – Global Distribution Systems (глобальні системи розподілу)

IoT – Internet of Things (інтернет речей)

СУБД – система управління базами даних

IDEF3 – Integrated DEFinition methods

REST – Representational State Transfer (архітектурний стиль для створення масштабованих вебсервісів)

API – Application Programming Interface (інтерфейс програмування застосунків)

HTTP – Hypertext Transfer Protocol (протокол передачі даних)

GET – операція отримання даних

POST – операція надсилання даних

PUT – операція оновлення даних

C# – об'єктно-орієнтована мова програмування

ASP.NET – платформа розробки вебзастосунків

PostgreSQL – Postgres Structured Query Language (об'єктно-реляційна система керування базами даних)

IDE – Integrated Development Environment (інтегроване середовище розробки)

UI – User Interface (користувацький інтерфейс)

UX – User Experience (досвід користувача)

PDF – Portable Document Format (формат електронних документів)

QR-code – Quick Response Code (код швидкої відповіді)

## ВСТУП

На сьогоднішній день застосунки для бронювання квитків відіграють важливу роль у суспільстві. Кожного дня люди стикаються з потребою у транспорті – чи то громадському, щоб дібратися до місця до роботи чи навчання, чи то міжміського та міжнародного, коли є потреба поїхати в подорож чи по справах. Для цього є необхідність в розробці зручних застосунків для бронювання квитків на різноманітні види транспорту для різних верств населення, адже це може бути як молодь, яка розбирається в новітніх технологіях, так і люди похилого віку, яким складно даються пізнання всіх передових технологій.

Дана робота спрямована на реалізацію зручного вебзастосунку для бронювання квитків на авіаційні рейси. У всьому світі щоденно здійснюється більше ніж 100 тисяч перельотів, які перевозять мільйони пасажирів. Це спосіб добратися до пунктів призначення, тому процес бронювання має надавати зручну можливість та не плутати людей під час його здійснення.

Для зрозумілої масштабованої структури під час реалізації застосунку використано мікросервісну архітектуру. Даний підхід дозволяє створити структуровану систему, яку можна легко доповнювати новими можливостями без необхідності внесення змін до наявних компонентів. Зважаючи на постійний розвиток технологій та високу конкуренцію серед інших компаній, які надають схожі послуги, гнучкість архітектури є критично важливою.

Окрім технічної складової, було приділено увагу не менш важливій складовій – інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу користувача. Адже саме він взаємодіє між системою та користувачем, надаючи візуальні підказки щодо послідовності дій. Тому при розробці даних типів застосунків потрібно брати до уваги принцип зручності, щоб процес бронювання був простим та приємним для користувачів будь-якого віку.

# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВЕБЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ НА ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

1.1 Аналіз сучасних вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт, зокрема авіаційні рейси в Україні та за кордоном

Вебзастосунки для бронювання квитків на громадський транспорт відіграють важливу роль у сучасному світі. Вони стали важливою складовою для планування подорожей, значно полегшують процес купівлі квитків, надаючи можливість користувачам планувати маршрут, порівнювати ціни у різних перевізників та бронювати рейси, які найкраще відповідають їхнім потребам.

Це стосується різноманітних видів транспорту – авіаційні рейси, автобуси, залізничні перевезення, навіть таксі. Зручність таких застосунків робить їх незамінними в повсякденному житті, адже за допомогою них можна не тільки обрати та забронювати квиток, але й ще переглядати актуальну інформацію про рейси, зміни в розкладі, дозволяють легко управляти своїми подорожами.

Популярність таких інформаційних засобів зростає серед різних верств населення. Туристи можуть швидко знайти потрібний маршрут. Студенти використовують такі застосунки для того, щоб заощадити гроші та знайти економний варіант. Бізнесмени можуть планувати свої відрядження, комфортно організувати сімейні поїздки.

Варто зауважити, що хоча існує багато вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт, вони відрізняються своєю зручністю та функціональністю. Не всі програми надають однаковий рівень комфорту та швидкості під час бронювання квитків. Деякі застосунки вирізняються інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і широким набором функцій, які роблять процес бронювання максимально простим і приємним для користувачів.

Однак, на практиці зустрічаємо інструментальні засоби, що є складними у використанні або мають обмежені можливості.

У даному підрозділі пропонується розглянути вебзастосунки для бронювання квитків на громадський транспорт, зокрема авіаційні рейси, порівняти їх між собою, визначивши переваги та недоліки кожного з них.

«Boryspil Airport» – вебзастосунок для покупки авіаквитків в Україні, за допомогою нього користувачі можуть знайти потрібний маршрут та придбати квиток (рис. 1.1) [1].

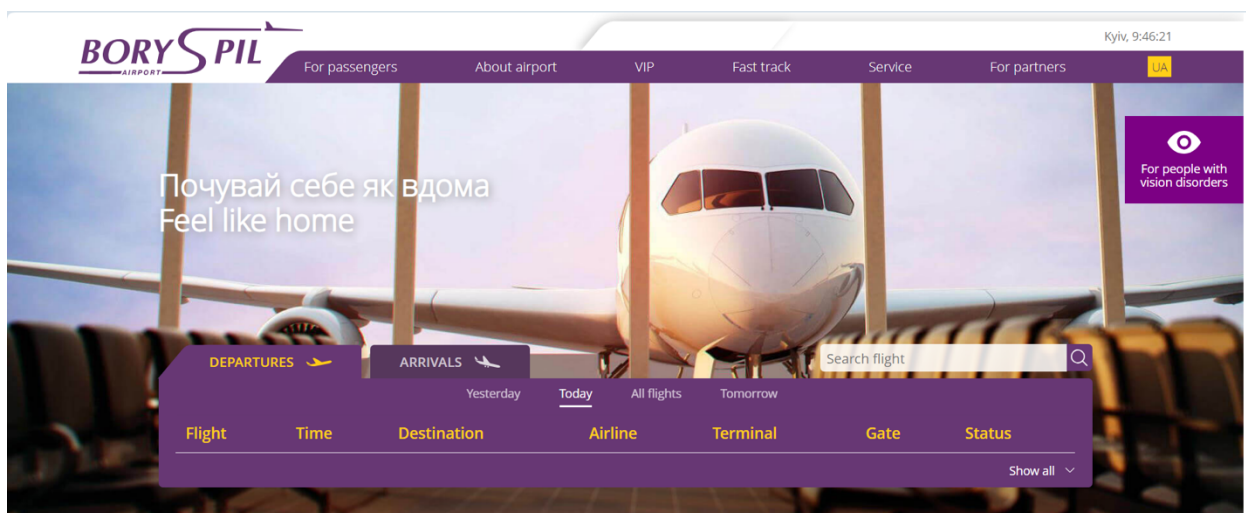


Рисунок 1.1 – Головний екран вебзастосунку «Boryspil Airport»

Переваги застосунку «Boryspil Airport»:

- бронювання та оновлення інформації про відправлення одразу на головному екрані;
- на головному екрані є функція збільшення інформації для людей з вадами зору (рис. 1.2);
- застосунок наповнений інформаційно, є різноманітна інформація для пасажирів, про аеропорт, авіарейси, трансфери;
- є можливість придбати квиток на автобус (це зручно для тих категорій людей, які не знають як добратися з міста Бориспіль до іншого міста України, тому вони одразу можуть придбати квиток на автобус), цю функцію показано на рисунку 1.3;

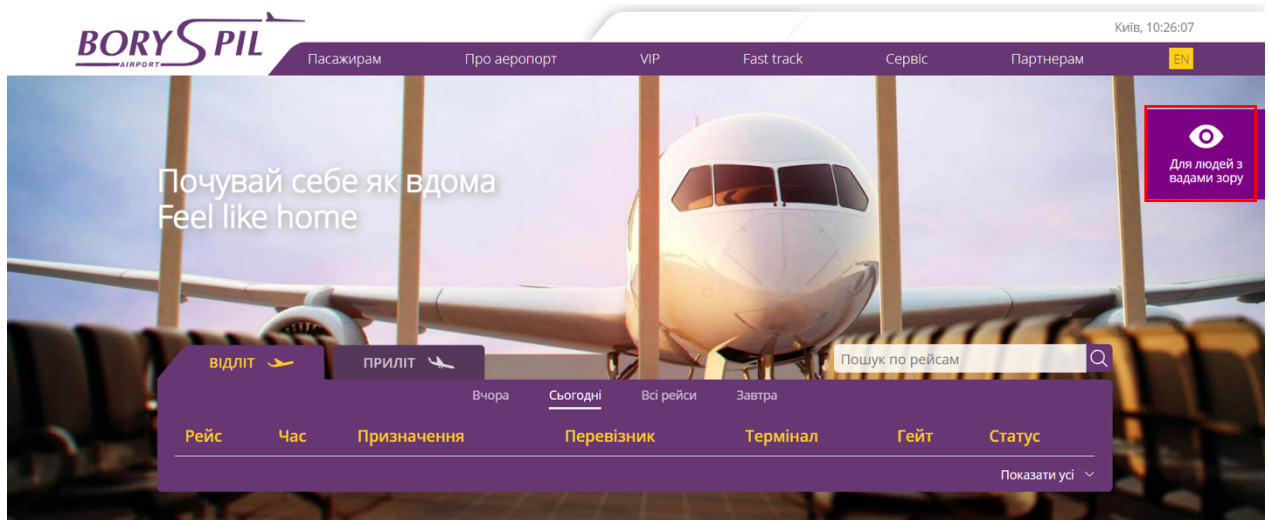


Рисунок 1.2 – Збільшення інформації для людей з вадами зору

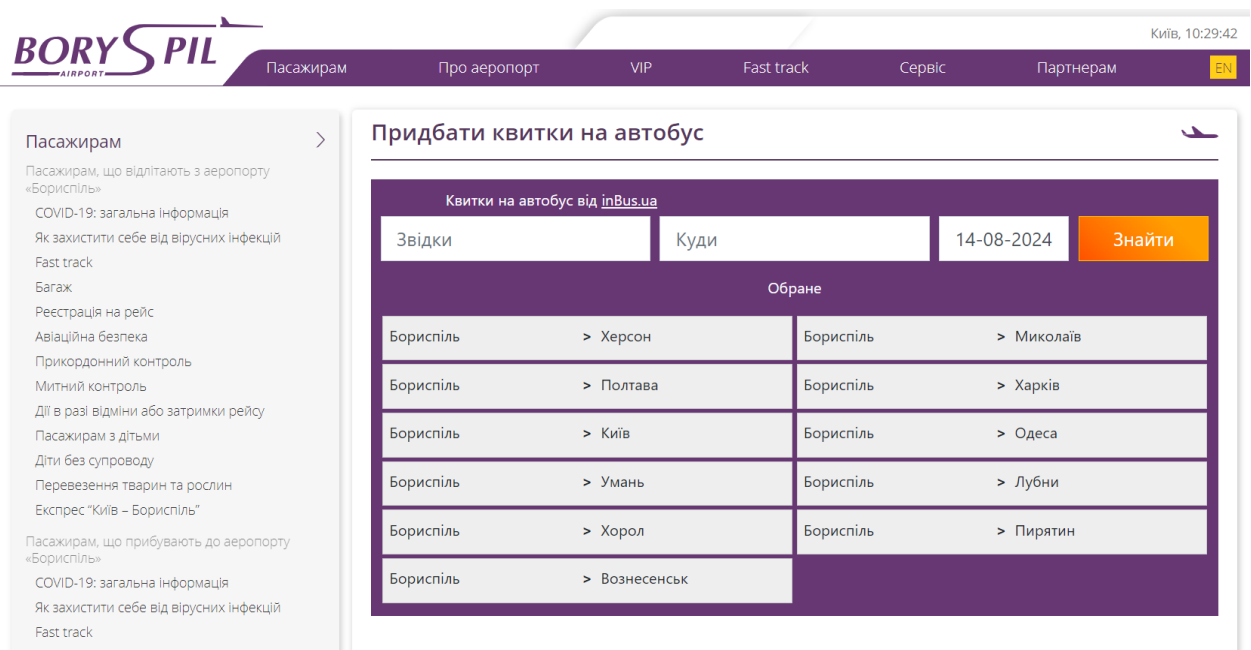


Рисунок 1.3 – Екран купівлі квитків на автобус

– двомовна версія – українська та англійська, що є дуже зручно для іноземців;

– присутня інформація для пасажирів з інвалідністю, обмеженою рухливістю та пасажирів літнього віку (рис. 1.4).

Недоліки застосунку «Boryspil Airport»:

– нові користувачі можуть заплутатись в кількості інформації в розділі «Пасажирам», її краще розділити на категорії для зручності перегляду;

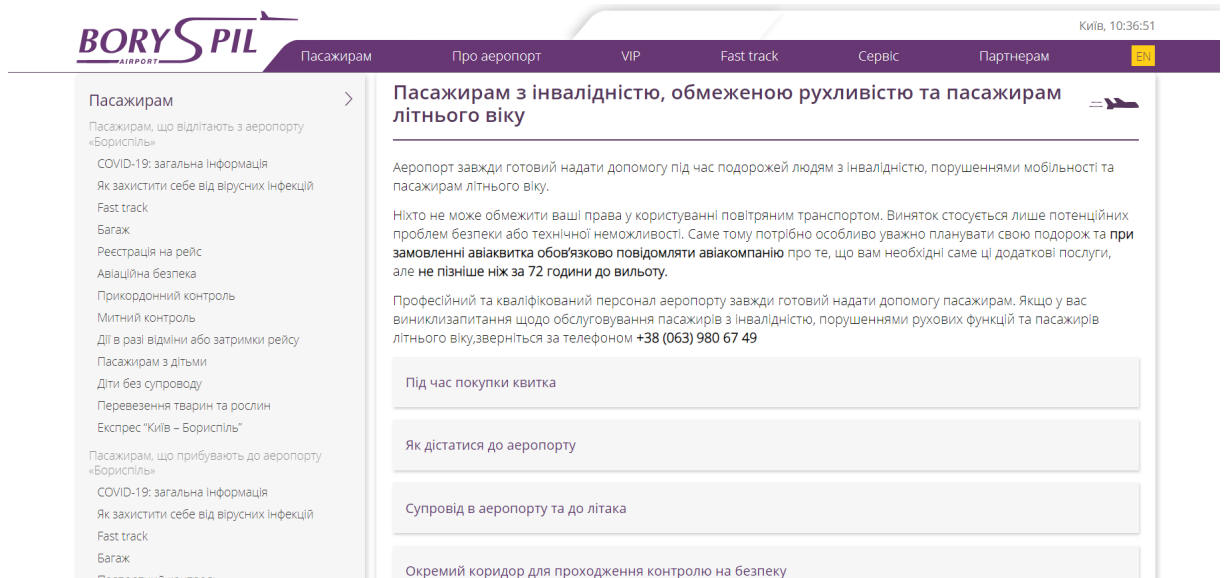


Рисунок 1.4 – Інформація для вразливої категорії осіб

– інформацію для вразливих осіб краще помістити на головному екрані на видному місці;

– можна було б додати ще популярних мов для туристів, наприклад, взявши статистику по відвідувачам, з яких країн найбільше приїжджають та користуються саме цим застосунком для бронювання квитків.

«Укрзалізниця» – найпопулярніший вебзастосунок для покупки квитків на залізничний транспорт в Україні. Платформа надає список рейсів для подорожей по всій Україні та Європі (рис. 1.5) [2].

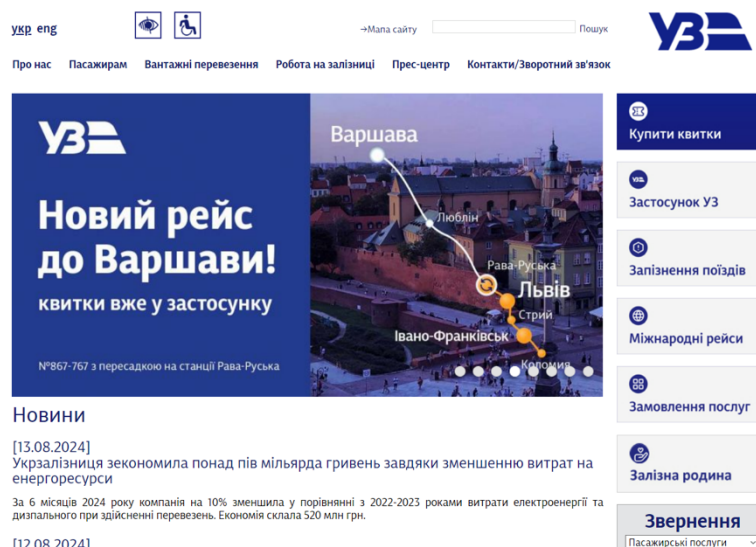


Рисунок 1.5 – Головний екран вебзастосунку «Укрзалізниця»

## Переваги застосунку «Укрзалізниця»:

– на головному екрані одразу можна перейти до купівлі квитків як по Україні, так і на міжнародні рейси, а також переглянути інформацію про запізнення потягів, замовлення додаткових послуг (рис. 1.6);

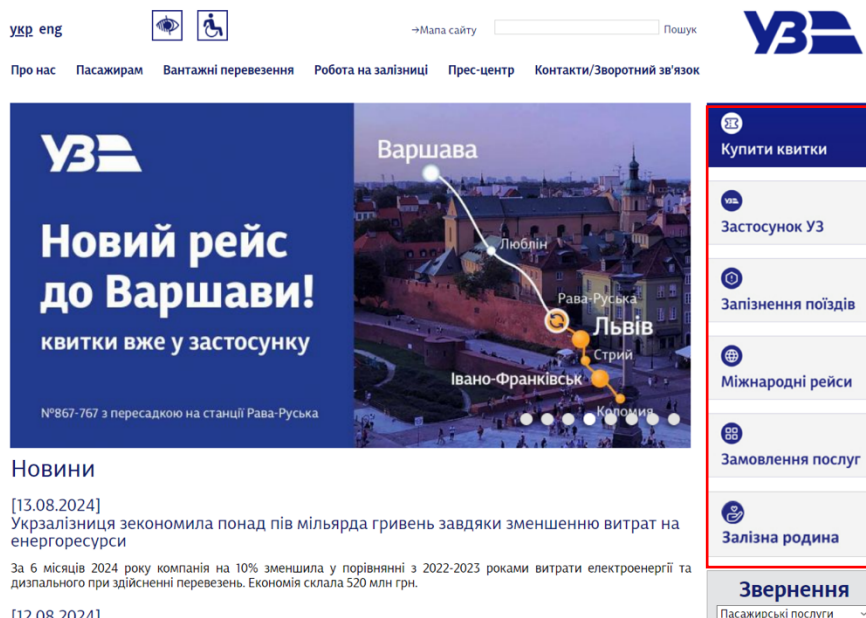


Рисунок 1.6 – Головна інформація на екрані вебзастосунку «Укрзалізниця»

– при купівлі квитка одразу можна вибрати вагон та місце (рис. 1.7),  
обрати додаткові послуги (рис. 1.8);

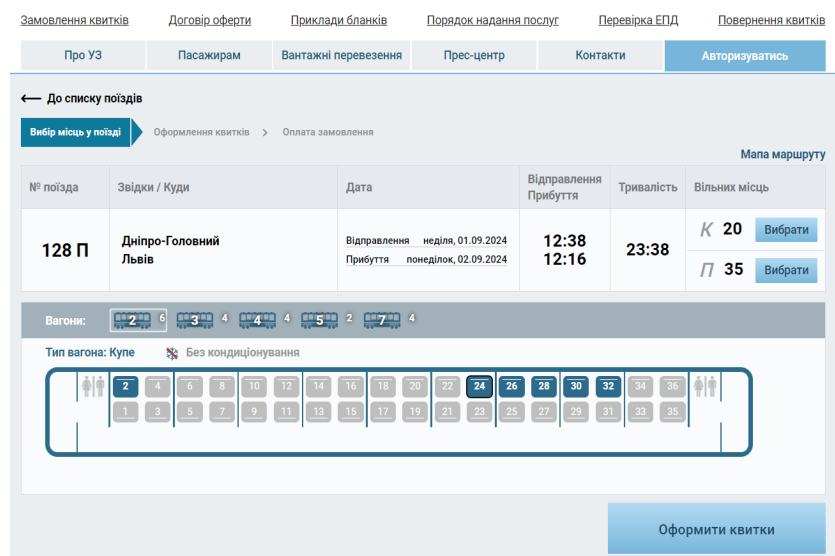


Рисунок 1.7 – Екран застосунку при виборі місця в потязі

<b>128 П</b>	<b>Дніпро-Головний Львів</b>	Відправлення <b>неділя, 01.09.2024</b> Прибуття <b>понеділок, 02.09.2024</b>	<b>12:38</b> <b>12:16</b>	<b>23:38</b>
--------------	----------------------------------	---	------------------------------	--------------

**Введіть дані пасажирів**  
Обов'язково введіть прізвище та ім'я пасажирів, який буде здійснювати поїздку  
Зміна прізвища та імені після здійснення оплати проїзних документів **НЕМОЖЛИВА**

**Пасажир 1**

Прізвище  Ім'я  [Відмінити](#)

**Поїзд 128 П Вагон 2 Місце 28**

<input checked="" type="radio"/> Купити	Тип документу <input checked="" type="radio"/> Повний <input type="radio"/> Дитячий <input type="radio"/> Пільговий <a href="#">?</a>	Послуги <input checked="" type="checkbox"/> Постільна білизна <input checked="" type="checkbox"/> Бойовий чай <a href="#">?</a> <input checked="" type="checkbox"/> 1 напій <a href="#">?</a> <input type="checkbox"/> Авторський чай <a href="#">?</a> <input type="checkbox"/> Дріп-кава <a href="#">?</a>	<b>511,04 грн</b>
---	--	---	-------------------

Загальна вартість: **511,04 грн**

[В кошик](#)

Рисунок 1.8 – Екран застосунку при виборі додаткових послуг

– можна скористатися послугою «Замовлення сервісів онлайн»: замовлення групових квитків, вагону-автомобілевоза, онлайн-пошук забутих речей (рис. 1.9);

**УКРЗАЛІЗНИЦЯ**

**ЗАМОВЛЕННЯ СЕРВІСІВ ОНЛАЙН**





			
<b>Замовлення спеціального вагона</b> Для людей з інвалідністю	<b>Замовлення вокзального помічника</b> Для маломобільних пасажирів	<b>Замовлення групових квитків</b> Зручне замовлення для груп	<b>Квитки для військовослужбовців</b> Бронювання місць

Рисунок 1.9 – Екран сторінки «Замовлення сервісів онлайн»

– одразу на сайті є кнопки для людей із вадами зору для застосування спеціальних шрифтів та кольорів, а також кнопка для осіб з інвалідністю, вони одразу можуть переглянути всю необхідну інформацію (рис. 1.10).

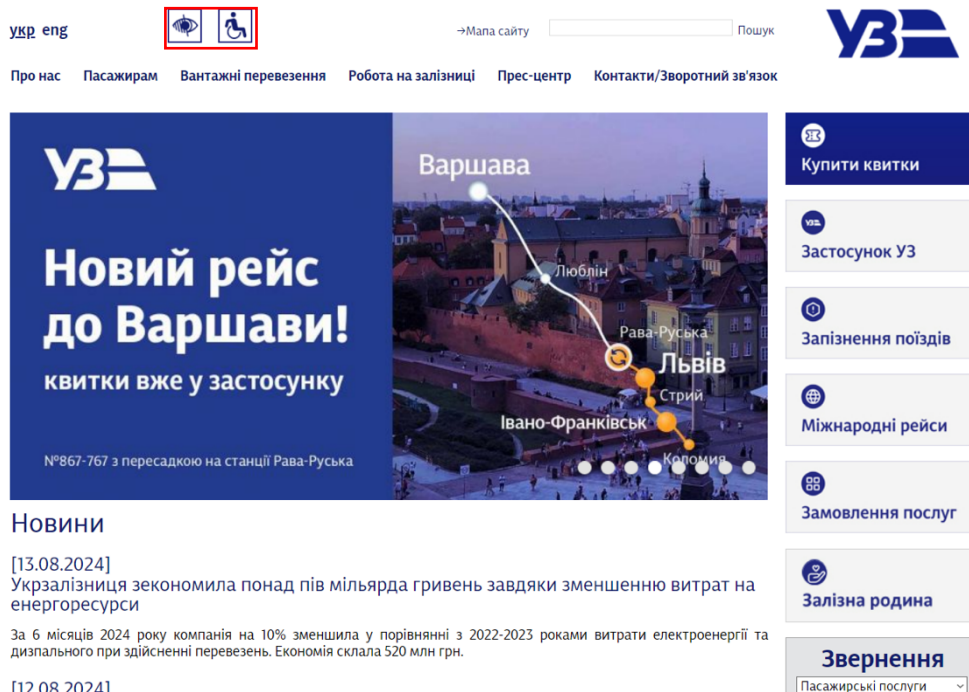


Рисунок 1.10 – Кнопки для осіб з вадами зору та інвалідністю

#### Недоліки застосунку «Укрзалізниця»:

– головні кнопки розташовані збоку, їх можна побачити не одразу (рис. 1.6);

– застосунок має тільки 2 мовні версії: українську та англійську, що може бути замало для іноземних туристів, які не володіють цими мовами;

– інформація про міжнародні маршрути є не зовсім зрозуміла, адже немає можливості напряму забронювати квиток, бо потрібно переходити на застосунок закордонного перевізника для вибору та оплати квитка.

«České dráhy» – один із провідних застосунків у Чехії, а також Європі, для покупки квитків на залізничний транспорт на різні сполучення [3].

#### Переваги застосунку «České dráhy»:

– одразу на головному екрані можна обрати потрібне сполучення, дату та час, для яких осіб купується квиток та клас (рис. 1.11);

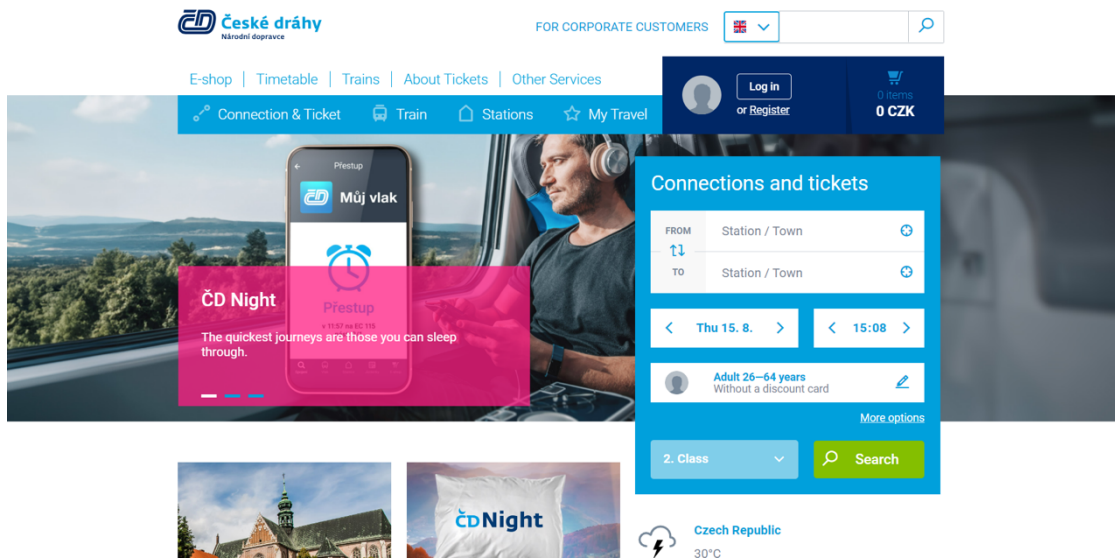


Рисунок 1.11 – Головний екран вебзастосунку «České dráhy»

– є можливість при покупці квитка обрати місце (рис. 1.12), а також можна додати додатковий сервіс (рис. 1.13);

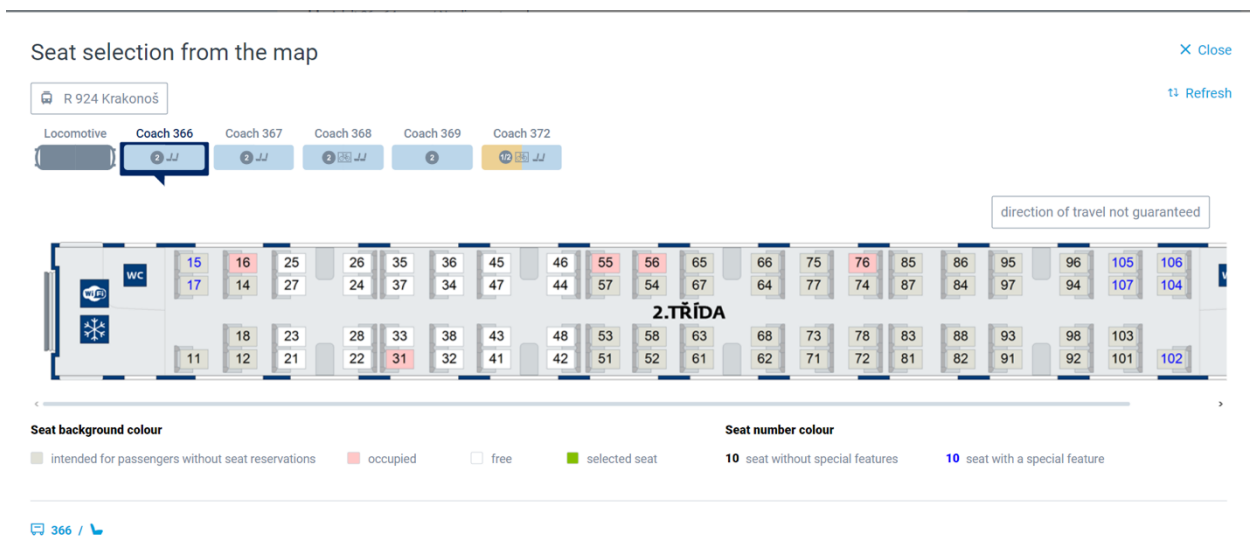


Рисунок 1.12 – Схема для вибору місця у вагоні

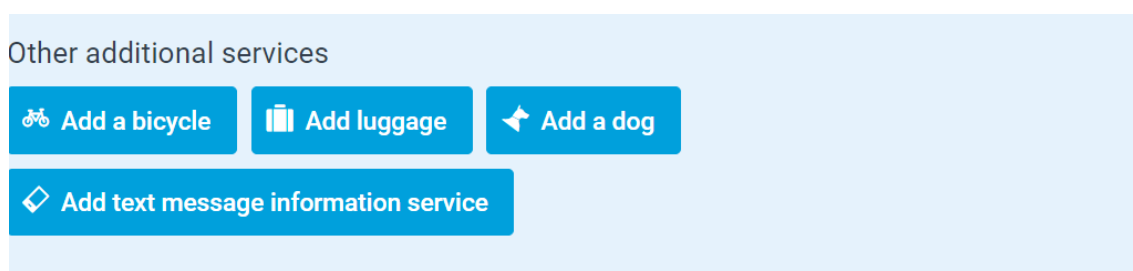


Рисунок 1.13 – Вибір додаткового сервісу

– користувачі можуть зберігати свої посадкові талони в застосунку та отримувати до них доступ навіть без Інтернету, що зручно під час подорожей (рис. 1.14);

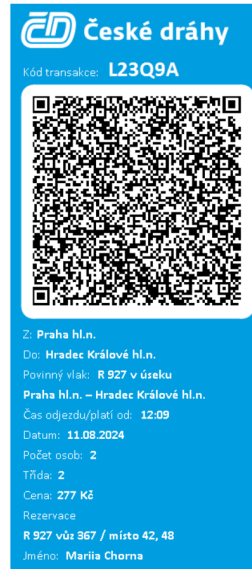


Рисунок 1.14 – Приклад електронного квитка

– присутні різноманітні типи служб: умови перевезення для людей, які їдуть з великим багажем, тваринами, візочками, а також пропонують трансфери з вокзалу до аеропорту;

– застосунок має детальну інформацію для осіб з інвалідністю, вадами зору та слуху, що є зручним для ознайомлення та планування маршруту.

Недоліки застосунку «České dráhy»:

– застосунок має тільки дві мови: англійська та чеська, але так як вони пропонують різноманітні маршрути по Європі, можна додати ще затребовані мови;

– на головному екрані відсутня інформація для людей із вадами зору та особам з інвалідністю.

«Wizz Air» – популярний вебзастосунок для купівлі авіаквитків по всьому світу. Він відомий своїми вигідними цінами та пропозиціями для мандрівників [4].

### Переваги застосунку «Wizz Air»:

– застосунок дозволяє легко бронювати авіаквитки, керувати бронюваннями та додавати послуги: додатковий багаж, вибір посадкового місця (рис. 1.15);

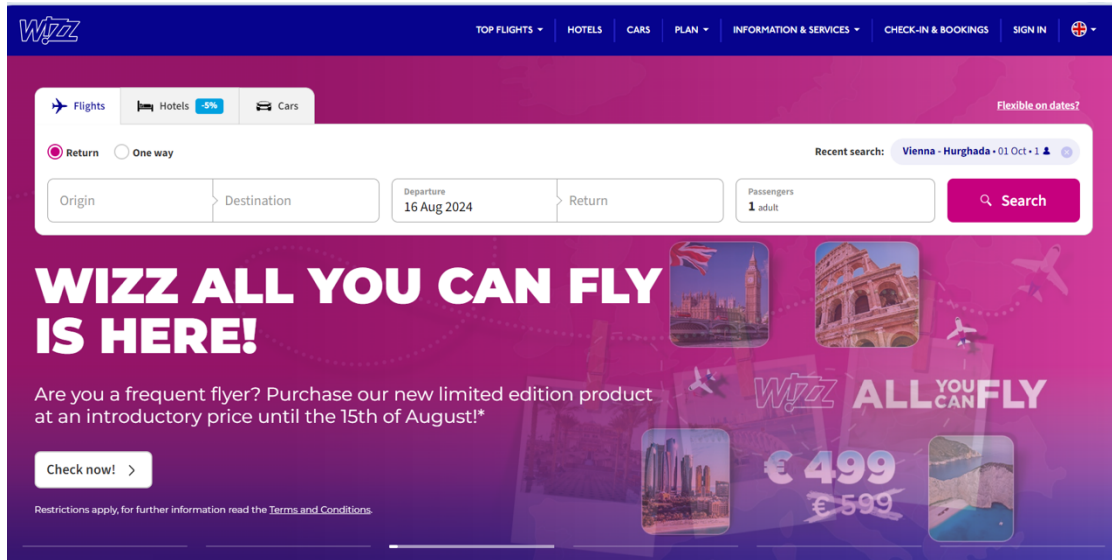


Рисунок 1.15 – Головний екран вебзастосунку «Wizz Air»

– при бронюванні квитків особи з інвалідністю можуть відмітити, що вони потребують спеціального асистента в аеропорту;

– застосунок має більш ніж 30 мовних версій;

– користувачі можуть зберігати свої посадкові талони в застосунку та отримувати до них доступ навіть без Інтернету, що зручно під час подорожей;

– застосунок має зрозумілий та сучасний інтерфейс, можна легко знайти всю необхідну інформацію;

– вебзастосунок інтегрований з додатковими сервісами, такими як замовлення таксі, бронювання готелю (якщо одразу з квитком забронювати готель, то платформа надає знижку 10%).

### Недоліки застосунку «Wizz Air»:

– може бути складно здійснювати процес бронювання новим користувачам через велику кількість кроків при купівлі квитка;

– контакти для зв'язку з технічною підтримкою знаходяться не на видному місці, їх потрібно шукати, щоб звернутися за допомогою.

Усі вище перераховані застосунки мають свої переваги та недоліки. Більшість з них мають складний або погано спроектований користувацький інтерфейс, через що користувачі можуть мати незручності та проблеми під час бронювання квитків. Отже, для вдосконалення користувацького досвіду, потрібно зосередити увагу на покращенні дизайну інтерфейсу та спрощенні етапів бронювання квитків.

## 1.2 Аналіз літературних джерел щодо апробації результатів розроблення вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт

У процесі аналізу літератури розглянуто та проаналізовано ряд статей, які стосуються розробки вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт.

Автор статті [5] детально описує еволюцію технологій електронного туризму, починаючи з перших автоматизованих систем бронювання авіаквитків (CRS), які використовувалися на великих обчислювальних машинах, та до сучасних глобальних розподільчих систем (GDS) та вебплатформ для онлайн-бронювання. Автор підкреслює, що впровадження Інтернет-технологій та винайдення Всесвітньої павутини дало поштовх до створення інтуїтивних браузерних систем онлайн-бронювання, які забезпечують зручність самостійного бронювання. Архітектура та компоненти сучасних систем бронювання, такі як вебінтерфейси для систем бронювання та їх інтеграція з глобальними розподільчими системами, стали ключовими елементами для забезпечення ефективного онлайн-бронювання. Стаття чітко демонструє, як технології Інтернету та Всесвітньої павутини

стали критично важливими в розвитку систем та застосунків онлайн-бронювань.

У статті [6] зазначається, що подорожі літаком стали більш популярними завдяки передовим технологіям, адже квитки можна легко забронювати в застосунках авіакомпаній. Але порадити найкращий квиток відповідно до вимог покупця є складним завданням через коливання ціни, яка залежить від багатьох факторів. Традиційні пропозиції оптимізовані для прогнозування ціни на певний час або оцінки періоду найнижчої ціни. Однак врахування несподіваних змін є важливою справою для підвищення точності. У даній роботі представлено вебсистему в реальному часі, яка рекомендує найбільш відповідний авіаквиток незалежно від постійних змін ціни. Автори також зазначають, що окрім зручності використання, застосунок пропонує придбати квиток за найнижчою ціною на потрібну дату та напрямок.

У дослідженні [7] аналізуються проблеми, з якими стикається Kereta Api Indonesia під час адаптації застосунку до новітніх технологій, зокрема онлайн-купівля та бронювання квитків на потяги. Зазначається, що поштовхом до дослідження даної проблеми стала велика кількість скарг користувачів щодо звичайних методів купівлі квитків. Дослідження підкреслює важливість розуміння потреб споживачів у цифрову еру, наголошуючи на значущості запровадження онлайн-бронювання для зручності користувачів.

У статті [8] проводиться дослідження, у якому вивчається вплив клієнтського досвіду на перевагу послуг онлайн-бронювання автобусів у Танзанії. Автори за мету ставлять:

- вивчити вплив знайомства з послугами бронювання серед клієнтів;
- вивчити вплив сприйняття переваг онлайн-бронювання серед клієнтів;
- вивчити вплив задоволеності клієнтів щодо онлайн-бронювання автобусів.

Для аналізу було залучено 384 респондентів, які заповнили Google Forms та відповіли там на поставлені запитання. Згідно з отриманими даними дослідження, задоволеність та сприйняття клієнтів даних можливостей мають значущий вплив на їхні вподобання щодо онлайн-бронювання квитків на автобуси.

Метою наступного дослідження є вивчення планування та оптимізації систем громадського транспорту в середовищу Інтернету речей (IoT) – мережі, яка поєднує об'єкти з вбудованими датчиками та програмним забезпеченням для збору та обміну даними [9]. У дослідженні створюються математичні моделі та здійснений аналіз поточного стану систем громадського транспорту. За результатом дослідження автори роблять висновок, що математичні моделі мають велику перевагу в підвищенні ефективності громадського транспорту, зниженні витрат, забезпеченні екологічної стабільності та покращенні досвіду пасажирів.

У статті [10] зазначається, що міжнародні залізничні подорожі можуть стати більш екологічною альтернативою авіаперельотам, особливо для коротких подорожей до 750 кілометрів. Хоча обидва види транспорту мають значний негативний вплив на навколишнє середовище, екологічні витрати на подорожі потягом значно менші, ніж на авіаперельоти. На відміну від бронювання авіаквитків, яке можна здійснити за декілька хвилин, пошук, порівняння та бронювання залізничних квитків виявилось більш складнішим. Тому для стимулювання переходу від авіації до залізниці, у межах коротких відстаней, потрібно покращити можливість бронювання міжнародних залізничних квитків в Європі. Це дослідження має на меті розробку нової платформи бронювання, яка буде інтуїтивно зрозумілою, надаватиме користувачам чітку інструкції та допомагатиме на кожному етапі їхньої подорожі. Основні функції включають характеристику маршрутів, альтернативні варіанти пересадок та фільтри пошуку. Тестування платформи користувачами показало високу зацікавленість щодо зручності застосування,

що може слугувати більшому переходу від авіаподорожей до залізничних перевезень.

У наступному дослідженні розглядається як пандемія COVID-19 вплинула на стиль подорожей в Японії [11]. Як наслідок цього, зросла кількість індивідуального бронювання літаків. Тому зручність застосунків бронювання є одним із ключових аспектів, оскільки користувачі стають більш вибагливими до функціоналу та дизайну платформ. Об'єктами дослідження стали три найбільші авіакомпанії Японії – JAL, ANA та PEACH. Для оцінки їх систем бронювання було створено експериментальну платформу, на якій учасники виконали завдання з бронювання внутрішніх авіаквитків. Результат аналізу показав, що застосунок JAL отримав найвищі оцінки за п'ять з семи критеріїв, за ним слідує ANA та PEACH. Важливими факторами, що вплинули на оцінки, стали зручність вибору тарифів та часу рейсів, а також розмір та розташування літер та іконок. Це демонструє, що зручний та зрозумілий дизайн і функціональність системи є вирішальним аспектом для покращення користувацького досвіду під час процесу бронювання авіаквитків.

Отже, проаналізувавши результати досліджень [5–11], можна зробити висновок, що всі роботи вказують на важливість впровадження новітніх технологій для застосунків громадського транспорту. Сучасні технології покращують функціональність та зручність систем бронювання, підвищують якість обслуговування та задоволеність клієнтів.

### 1.3 Постановка задачі

Таким чином, розробка застосунку для бронювання квитків на авіаційні рейси є важливою та актуальною інформаційною системою для вирішення проблем сьогодення.

Об'єктом роботи є розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.

Метою роботи є розробка функціонального вебзастосунку, який надає можливість обирати та бронювати квитки на авіаційні рейси.

Для зручності користувачів є реалізація функції для завантаження квитків після здійснення бронювання, а також створення особистого кабінету для відстеження власних бронювань та збереження авіаквитків.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі застосунки для бронювання квитків на громадський транспорт та визначити ключові проблеми, на які потрібно звернути увагу під час розробки;

- розділити застосунок на компоненти для реалізації мікросервісного підходу;

- розробити структуру баз даних відповідно до кожного мікросервісу;

- розробити модель застосунку, візуалізувавши всі наявні процеси та взаємодію між ними;

- реалізувати логіку для вибору та бронювання місць на авіарейси;

- розробити вебзастосунок для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси за допомогою мікросервісної архітектури;

- розробити інтуїтивно зручний та зрозумілий інтерфейс користувача;

- провести тестування застосунку та виявити перспективи для подальшої роботи.

## 2 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИБОРУ ТА БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ НА АВІАЦІЙНІ РЕЙСИ

2.1 Детальний аналіз структури бази даних для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси

Важливим критерієм у розробці застосунку для бронювання квитків є створення зручної та масштабованої системи.

Для даної інформаційної системи було обрано мікросервісний підхід. Мікросервісна архітектура – це розбиття монолітного застосунку на окремі невеликі компоненти, кожен з яких відповідає за свій функціонал та має власну логіку.

Детальний аналіз шляхом порівняння з монолітною архітектурою – виявив багато переваг мікросервісної архітектури:

- застосунок розкладається на окремі частини, у той час як моноліт це один загальний модуль;
- кожен мікросервіс має свою відповідну базу даних, а монолітна – єдину, яка зберігає повністю всі дані застосунку;
- під час розробки, мікросервіси являють собою гнучкі частини, адже кожен із них може розробляти окремий розробник, що дозволяє розділити логіку під час створення застосунку;
- при тестуванні достатньо запустити один мікросервіс, а не запускати весь застосунок одразу, як робиться в монолітній архітектурі;
- можна вносити зміни в код в окремий мікросервіс, і не буде застосовано ніяких змін в інших мікросервісах, адже вони усі розділені та являються окремими компонентами.

У даному застосунку передбачена реалізація п'ятьох мікросервісів:

- UserService – відповідає за реєстрацію та авторизацію користувача;
- PassengerService – зберігає всю детальну інформацію про пасажирів, які будуть зареєстровані на рейси;

- FlightService – відповідає за управління авіарейсами, розкладами, аеропортами відправлення та прибуття, місцями, їх типами та вартістю;
- BaggageService – відповідає за управління тарифами на багаж за ваговими обмеженнями;
- BookingService – реалізує логіку здійснення бронювання авіаквитків, зберігає всю інформацію про бронювання, пасажирів та додаткові послуги (багаж), а також реалізація прорахунку вартості за переліт разом із багажем.

Відповідно до розподілення відповідальності та легкого керування, у мікросервісному підході кожен мікросервіс має власну базу даних (рис. 2.1) [12]. Головна роль баз даних – це збереження всієї інформації. Застосунок для бронювання квитків має зберігати велику кількість інформації щодо: користувачів, пасажирів, аеропортів, літаків, рейсів, багажу та бронювань.

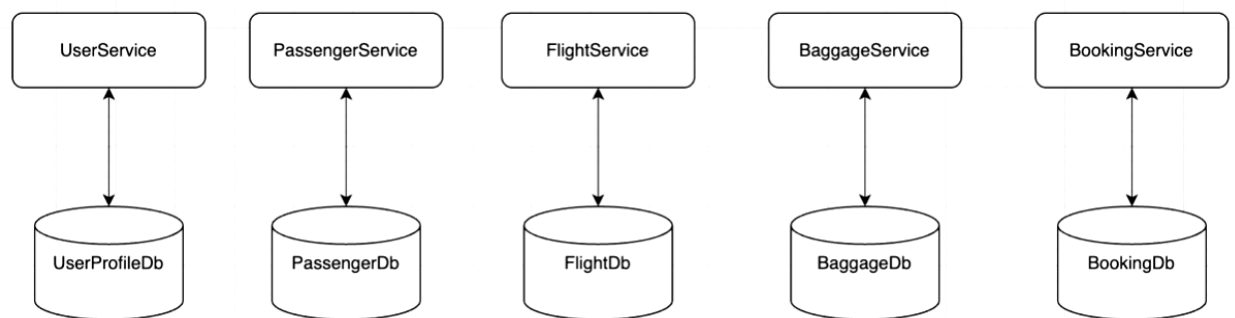


Рисунок 2.1 – Мікросервісна архітектура з окремими базами даних

У застосунку використано метод комунікації REST API, що дозволяє налаштували зв'язок між компонентами системи (рис. 2.2) [12]. У такому підході кожен мікросервіс має свої кінцеві точки (endpoints), через які відбувається передача інформації.

REST API використовує стандартні HTTP-методи: GET – отримання даних, POST – створення даних, PUT – оновлення даних, DELETE – видалення даних. Таким чином, даний вид комунікації надає можливість адаптувати систему до змін та полегшує подальшу технічну підтримку та розвиток застосунку.

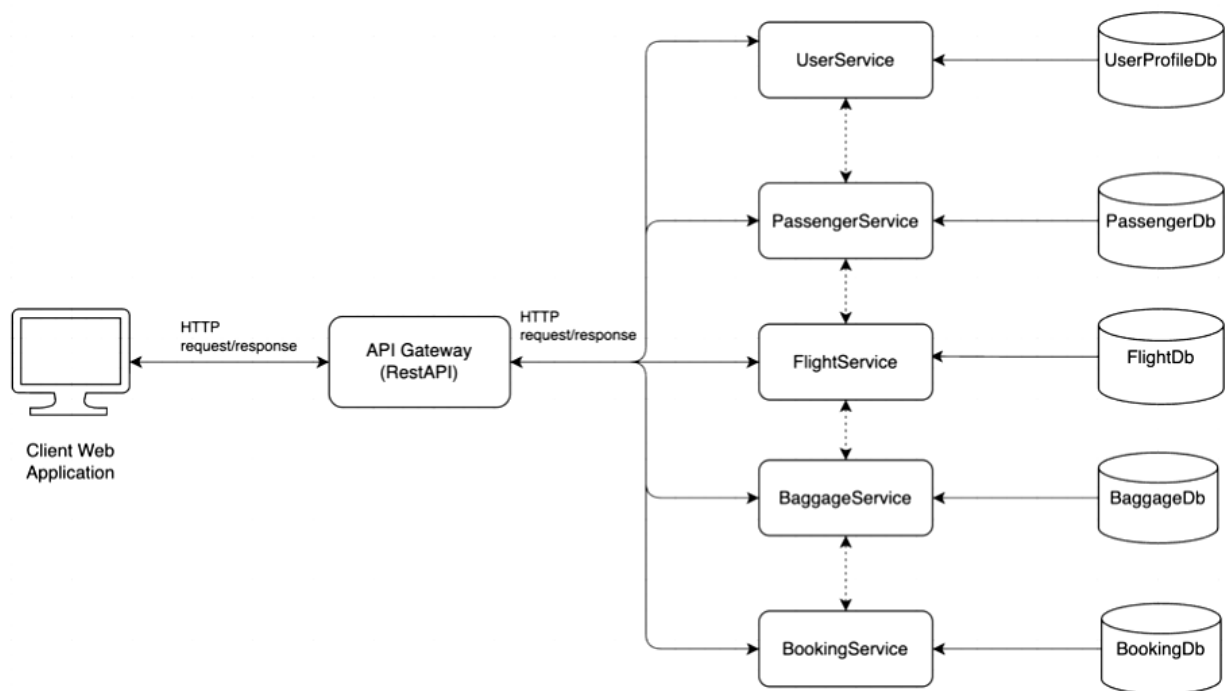


Рисунок 2.2 – Взаємодія компонентів у застосунку

Для розгортання баз даних було обрано СУБД PostgreSQL.

Нижче буде приведено кожен з баз даних відповідно до мікросервісу.

UserProfileDb – база даних, яка відповідає за реєстрацію та авторизацію користувачів, зберігає усю необхідну інформацію про них (рис. 2.3).

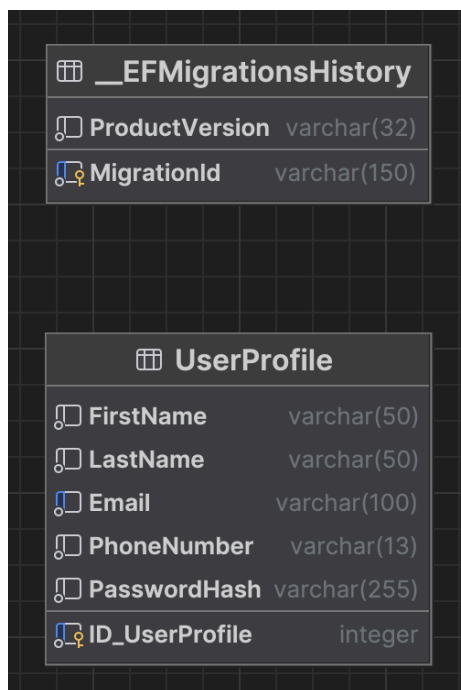


Рисунок 2.3 – Схема бази даних для мікросервісу користувача

База даних містить дві таблиці:

- UserProfile – таблиця відповідає за реєстрацію та авторизацію користувача, зберігає всю необхідну інформацію про нього (табл. 2.1);
- \_\_EFMigrationsHistory – таблиця, яка автоматично створюється Entity Framework Core для відстеження міграцій, які були застосовані до бази даних. Це дозволяє відслідковувати, які зміни та до якої з таблиць були застосовані.

Таблиця 2.1 – Таблиця UserProfile для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_UserProfile	Integer (Counter)	Yes	1
FirstName	String	–	Mariia
LastName	String	–	Chorna
Email	String	–	chorna@gmail.com
PhoneNumber	String	–	+380665478156
PasswordHash	String	–	\$2a\$10\$3ZP/x7Zm3JLjGxL

PassangerDb – база даних, яка зберігає дані пасажира (рис. 2.4).

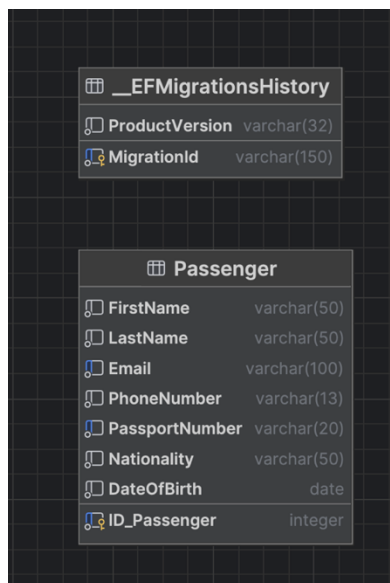


Рисунок 2.4 – Схема бази даних для мікросервісу пасажира

База даних містить дві таблиці:

- Passenger – таблиця відповідає за збереження даних про пасажира, які будуть внесені під час здійснення бронювання (табл. 2.2);
- \_\_EFMigrationsHistory.

Таблиця 2.2 – Таблиця Passenger для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_Passenger	Integer (Counter)	Yes	1
FirstName	String	—	Olena
LastName	String	—	Koval
DateOfBirth	Date	—	1978-11-05
Email	String	—	koval@gmail.com
PasportNumber	String	—	FU4456
Nationality	String	—	UKR

FlightDb – база даних, яка відповідає за керування рейсами (рис. 2.5).

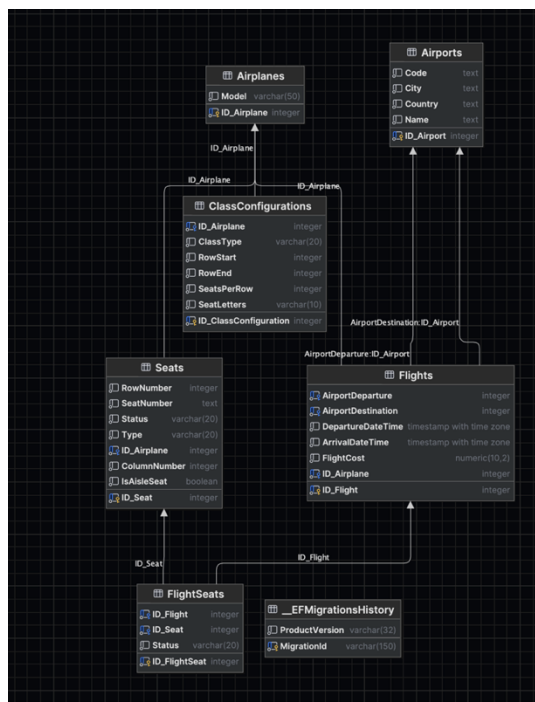


Рисунок 2.5 – Схема бази даних для мікросервісу рейсів

База даних містить сім таблиць.

Таблиця Airports (табл. 2.3) зберігає інформацію про аеропорти, де у кожного є код, місто та країна розташування, назва.

Таблиця 2.3 – Таблиця Airports для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
ID_Airport	Integer (Counter)	Yes	1
Code	String	–	PRG
City	String	–	Prague
Country	String	–	Czech Republic
Name	String	–	Václav Havel Airport Prague

Таблиця Airplanes (табл. 2.4) зберігає інформацію про літаки, де для кожного зазначається ID та модель.

Таблиця 2.4 – Таблиця Airplanes для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
ID_Airplane	Integer (Counter)	Yes	1
Model	String	–	Boeing 737

Таблиця ClassConfigurations (табл. 2.5) зберігає інформацію про місця згідно з типом класу літака.

Таблиця Seats (табл. 2.6) зберігає інформацію про кожне місце в літаку, статус, тип, а також нумерує колонки та додає значення про знаходження місця біля проходу.

Таблиця 2.5 – Таблиця ClassConfigurations для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
ID_ClassConfiguration	Integer (Counter)	Yes	1
ID_Airplane	Integer	–	2
ClassType	String	–	Business
RowStart	Integer	–	1
RowEnd	Integer	–	4
SeatsPerRow	Integer	–	4
SeatsLetters	String	–	ABCD

Таблиця 2.6 – Таблиця Seats для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
ID_Seat	Integer (Counter)	Yes	1
ID_Airplane	Integer	–	22
RowNumber	Integer	–	1
SeatNumber	String	–	A
Status	String	–	Available
Type	String	–	Economy
ColumnNumber	Integer	–	2
IsAisleSeat	Boolean	–	True

Таблиця FlightSeats (табл. 2.7) зберігає інформацію про місця в літаку для до кожного рейсу.

Таблиця Flights (табл. 2.8) зберігає інформацію про рейси, де зазначається номер літака, який бере участь в даному рейсі, аеропорт і дата та час відправки та прибуття, а також вартість, яка прорахована в залежності від вибору класу – бізнес чи економ.

Таблиця 2.7 – Таблиця FlightSeats для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_FlightSeat	Integer (Counter)	Yes	1
ID_Flight	Integer	–	7
ID_Seat	Integer	–	20
Status	String	–	Available

Таблиця 2.8 – Таблиця Flights для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_Flight	Integer (Counter)	Yes	1
ID_Airplane	Integer	–	22
AirportDeparture	Integer	–	1
AirportDestination	Integer	–	2
DepartureDateTime	DateTime	–	2025-05-07 12:00:00
ArrivalDateTime	DateTime	–	2025-05-07 14:00:00
FlightCost	Decimal	–	120.00

Сьома таблиця \_\_EFMigrationsHistory автоматично створюється Entity Framework Core для відстеження міграцій, які були застосовані до бази даних Flights. Це дозволяє відслідковувати, які зміни та до якої з таблиць були застосовані.

BaggageDb – база даних, яка зберігає інформацію про тарифи на багаж (рис. 2.6).

База даних містить дві таблиці:

- BaggageTariffs – таблиця відповідає за збереження даних про тарифи на багаж, його вагу та вартість (табл. 2.9);
- \_\_EFMigrationsHistory.

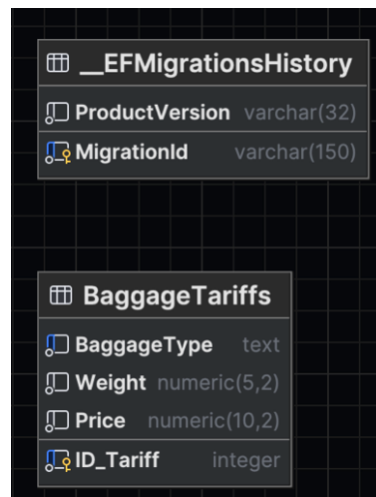


Рисунок 2.6 – Схема бази даних для мікросервісу багажу

Таблиця 2.9 – Таблиця Baggage для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_Tariff	Integer (Counter)	Yes	1
BaggageType	String	–	Hand luggage
Weight	Decimal	–	5.00
Price	Decimal	–	10.00

BookingFlightDb – база даних, яка зберігає інформацію про бронювання та квитки (рис. 2.7).

База даних містить п'ять таблиць:

– Bookings – таблиця, яка містить відповідні дані про бронювання та вартість (табл. 2.10);

– BookingPassengers – таблиця, що відповідає за збереження інформації про бронювання, пасажирів та номер місця (табл. 2.11);

– BookingBaggage – таблиця, що відповідає за багаж до кожного бронювання (табл. 2.12);

– Tickets – таблиця, що відповідає за збереження квитків відповідно до кожного з бронювань (табл. 2.13);

– \_\_EFMigrationsHistory.

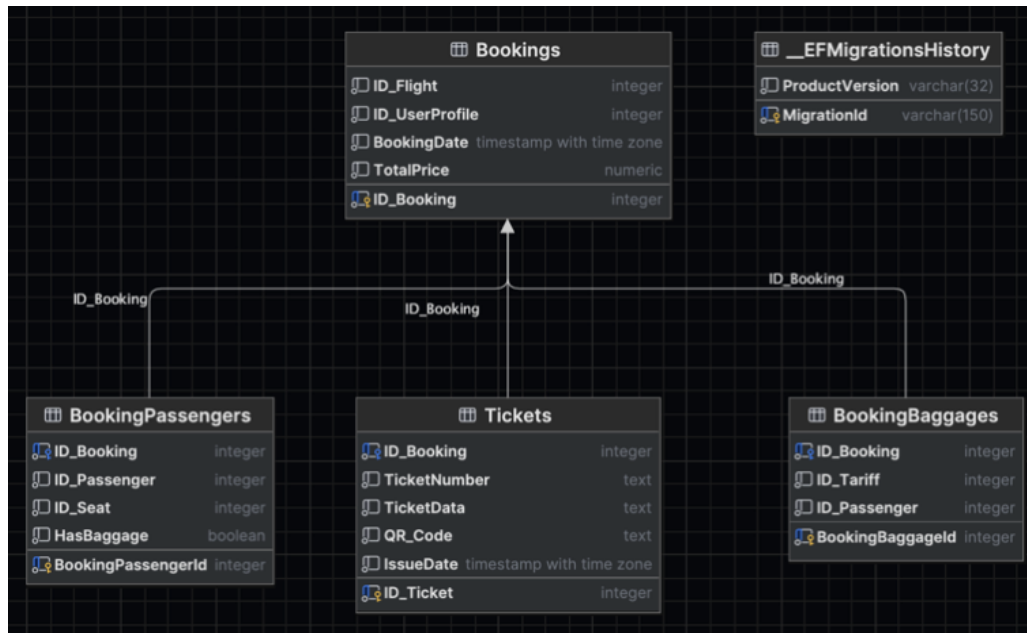


Рисунок 2.7 – Схема бази даних для мікросервісу бронювання

Таблиця Bookings (табл. 2.10) зберігає інформацію про здійснені бронювання, де містить інформацію про рейс, користувача, а також підраховує загальну вартість за бронювання, разом із багажем, та містить точну дату створення бронювання.

Таблиця 2.10 – Таблиця Bookings для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Data	Type	Primary Key	Example
ID_Booking	Integer (Counter)	Yes	101
ID_Flight	Integer	–	77
ID_UserProfile	Integer	–	2
BookingDate	DateTime	–	2025-05-07 14:00:00
TotalPrice	Decimal	–	150.00

Таблиця BookingPassengers (табл. 2.11) зберігає інформацію про бронювання та пасажирів, які були додані до реєстрації.

Таблиця BookingBaggage (табл. 2.12) зберігає інформацію про багаж, відповідно до кожного пасажирів та бронювання.

Таблиця 2.11 – Таблиця BookingPassengers для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
BookingPassengerId	Integer (Counter)	Yes	156
ID_Booking	Integer	–	77
ID_Passenger	Integer	–	11
ID_Seat	DateTime	–	130
HasBaggage	Boolean	–	true

Таблиця 2.12 – Таблиця BookingBaggage для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
BookingBaggageId	Integer (Counter)	Yes	111
ID_Booking	Integer	–	1
ID_Tariff	Integer	–	2
ID_Passenger	Integer	–	3

Таблиця Tickets (табл. 2.13) зберігає інформацію про створений квиток на рейс.

Таблиця 2.13 – Таблиця Tickets для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

<b>Data</b>	<b>Type</b>	<b>Primary Key</b>	<b>Example</b>
ID_Ticket	Integer (Counter)	Yes	111
ID_Booking	Integer	–	1
TicketNumber	String	–	4ea81c8e-812b-43a3
TicketData	DateTime	–	3
QR_Code	String	–	
IssueDate	DateTime	–	2025-05-07 14:00:00

## 2.2 Моделювання структури вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси

Створення структурованого застосунку – важливий крок моделювання. Моделювання допоможе з’ясувати усі наявні процеси та зв’язки між ними.

Для даної роботи було обрано технологію моделювання IDEF3 – методологію опису логіки взаємодії процесів та компонентів.

Початковою точкою моделювання для обраної технології є побудова контекстної діаграми (рис. 2.8), яка визначає головний процес «Бронювання квитків на авіаційні рейси», вхідні дані та що потрібно отримати в результаті.

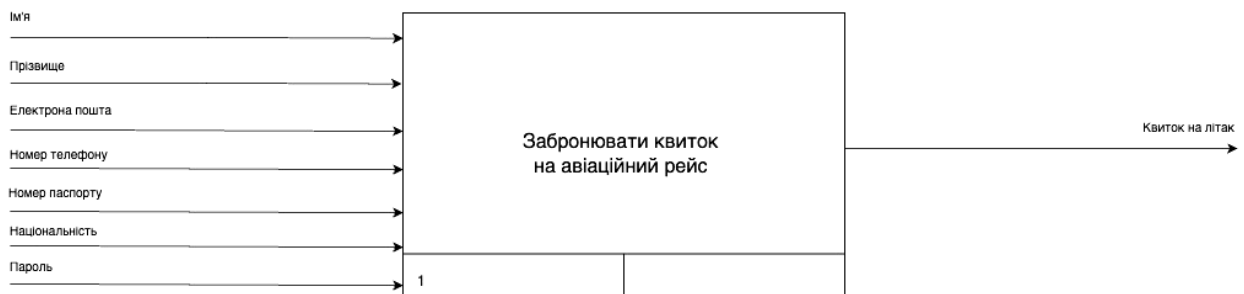


Рисунок 2.8 – Контекстна діаграма процесу «Забронювати квиток на авіаційний рейс» у нотації IDEF3

Наступним кроком є декомпозиція контекстної діаграми, що надає можливість проаналізувати застосунок на всіх рівнях.

Діаграма декомпозиції першого рівня (рис. 2.9) зображує основні етапи, які потрібно пройти для здійснення бронювання. Тобто спочатку користувач має обрати спосіб доступу до застосунку – або зареєструватися, або авторизуватися, якщо він був уже зареєстрований. Далі користувач переходить до пошуку рейсу та здійснення бронювання.

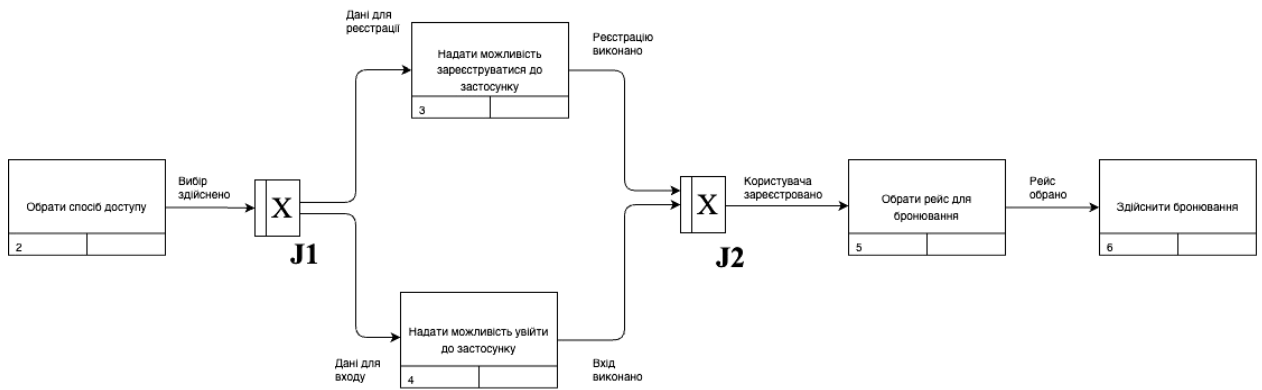


Рисунок 2.9 – Діаграма декомпозиції першого рівня процесу  
«Забронювати квиток на авіаційний рейс»

Для кращого розуміння роботи застосунку, потрібно провести декомпозицію другого рівня, відповідно до кожного з процесів, які продемонстровані на рисунку 2.9.

Першим процесом є «Обрати спосіб доступу», де користувачу пропонуватимуться варіанти та йому потрібно буде його обрати (рис. 2.10).

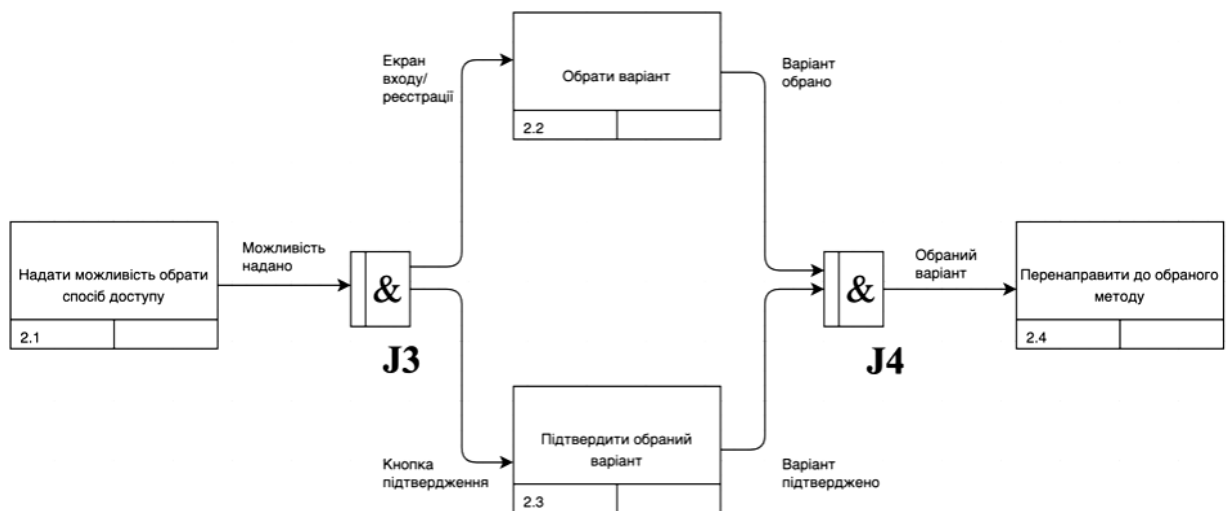


Рисунок 2.10 – Діаграма декомпозиції другого рівня процесу  
«Обрати спосіб доступу»

Далі, відповідно до декомпозиції першого рівня та перехрестя, потрібно обрати щось одне: або реєстрацію, або вхід до застосунку.

На діаграмі (рис. 2.11) продемонстрована послідовність дій для реєстрації, а на діаграмі (рис. 2.12) – виконання дій для входу.

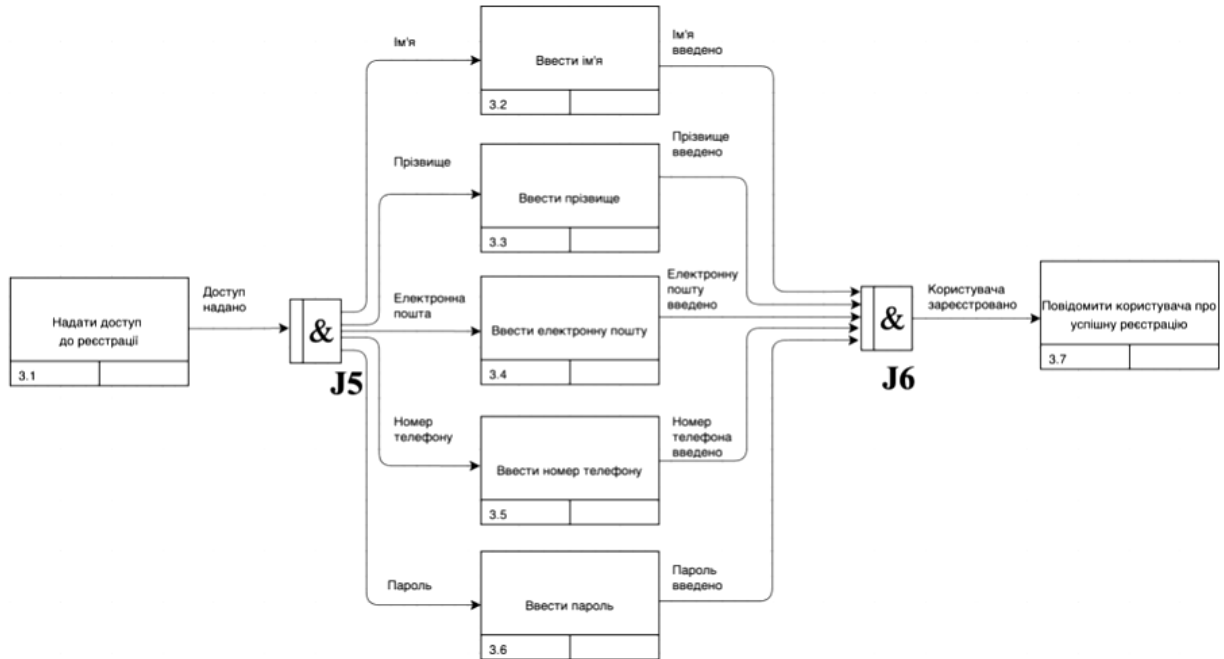


Рисунок 2.11 – Діаграма декомпозиції другого рівня процесу  
«Надати можливість зареєструватися до застосунку»

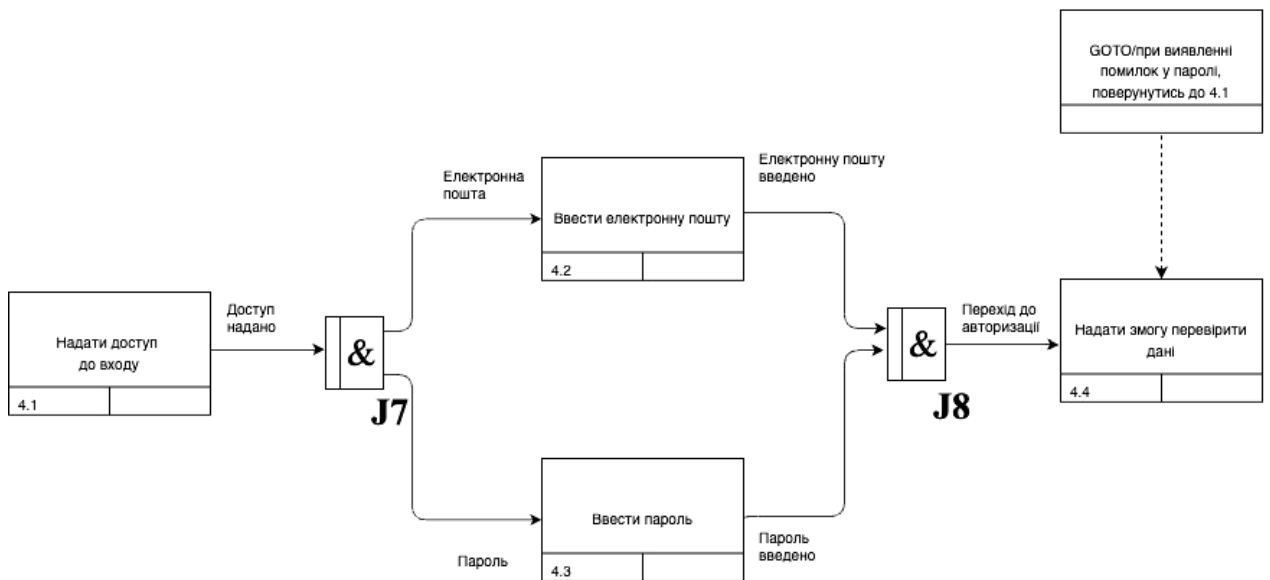


Рисунок 2.12 – Діаграма декомпозиції другого рівня процесу  
«Увійти до застосунку»

Користувач може перейти до перегляду рейсів (рис. 2.13), увівши місто відправлення, прибуття та дату. Застосунок знаходить відповідні рейси та надає цю інформацію користувачеві.

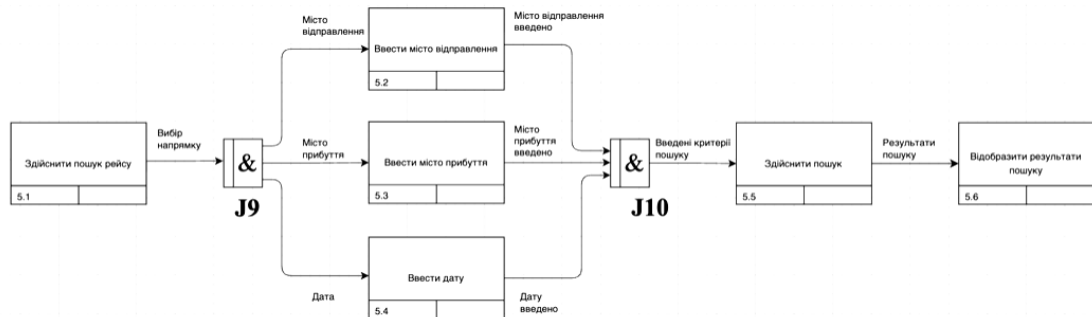


Рисунок 2.13 – Діаграма декомпозиції другого рівня процесу  
«Здійснити пошук рейсу»

Після знаходження потрібного рейсу, застосунок надасть можливість здійснити бронювання, пройшовши всі кроки (рис. 2.14).

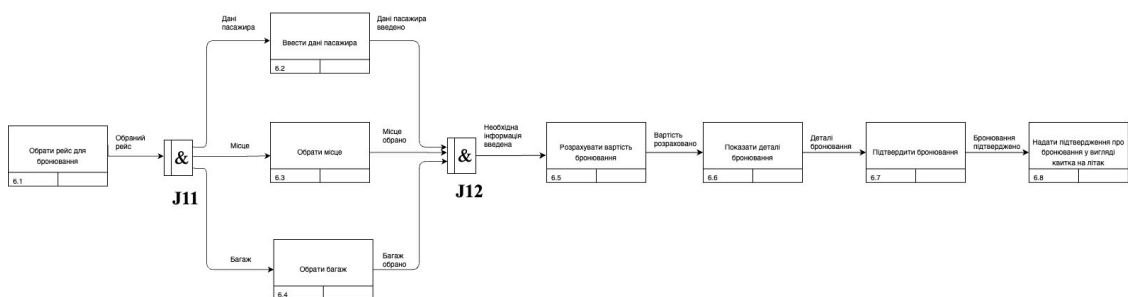


Рисунок 2.14 – Діаграма декомпозиції другого рівня процесу  
«Обрати рейс для бронювання»

Застосунком може користуватися як зареєстрований користувач, так і незареєстрований. У таких користувачів передбачено різні можливості:

- незареєстрований користувач матиме можливість переглядати застосунок, шукати рейси, але без можливості їх бронювання;
- зареєстрований користувач матиме можливість здійснювати перегляд, бронювання та отримувати на них квитки.

### 2.3 Методика формування місць для застосунку бронювання квитків на авіаційні рейси

Для здійснення створення місць у літаку, система використовує гнучку структуру класів, яка дозволяє легко генерувати місця відповідно до їх типу у кожній моделі літака. Це реалізовано за допомогою попереднього визначення параметрів залежно від класу (бізнес чи економ), які потрібно додавати під час створення нового літака в системі.

При додаванні літака до інформаційного засобу, адміністратор має вказати модель, тип класу і відповідні параметри до цього типу – кількість рядів та місць у кожному ряду. На основі введення цих даних, застосунок автоматично формує записи у таблиці Seats, у якій зберігається структура відповідно до моделі літака.

Місця позначатимуться комбінацією номера ряду (від 1) та номеру місця (A, B, C, ...), наприклад 1A. Варто зауважити, що бізнес-клас розрахований на меншу кількість місць, адже він має надавати пасажиром підвищений комфорт, більше простору між місцями та ширші проходи. Економ-клас, зазвичай, має стандартне розташування місць з більшою кількістю рядів та місць, що дозволяє розмістити більшу кількість пасажирів.

Під час створення рейсу, застосунок передаватиме місця з таблиці Seats до таблиці FlightSeats, яка вже налаштує їх відповідно до рейсу. Таким чином, даний підхід забезпечує гнучкість системи, адже один й той самий літак може виконувати польоти за різноманітними напрямленнями.

Запропонована система розраховує вартість квитка в залежності від обраного місця – бізнес-класу чи економ. Кінцева вартість прораховується вже при здійсненні бронювання, адже вона може включати в себе багаж як додаткову послугу.

### **3 РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИБОРУ ТА БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ НА АВІАЦІЙНІ РЕЙСИ**

#### **3.1 Вибір інструментальних засобів для реалізації поставленої задачі**

У кваліфікаційній роботі поставлено задачу розробити вебзастосунок для пошуку та бронювання квитків на авіаційні рейси. Для цього було обрано мікросервісну архітектуру для створення масштабованої та зручної системи як для користувачів, так і для розробників. Для реалізації бекенд-частини використано мову програмування C# на платформі .NET та для фронтенд-частини використано бібліотеку React. Середовищем розробки буде Rider.

C# – об'єктно-орієнтована мова програмування компанії Microsoft, яка використовується для розроблення різноманітних видів застосунків, починаючи від простих програм та закінчуючи масштабними системами для великих корпорацій. Мова надає можливість для створення застосунків з мікросервісним підходом.

Модульна платформа .NET заснована компанією Microsoft, яка є потужним фреймворком для розробки програмного забезпечення. Вона містить в собі велику кількість компонентів, які можна застосовувати для різноманітних застосунків. До них входять вебсервіси та API, десктопні програми та мобільні застосунки, а також можливості створення ігор. ASP.NET Core є вагомою частиною .NET, так як цей фреймворк дозволяє побудувати RESTful API рішень. Даний фреймворк слугує основою для бекенд-частини, тому що він оброблює запити від користувача, здійснює взаємодії з базами даних, дозволяє інтегрувати різноманітні додаткові компоненти.

Для зберігання та керування даними у вебзастосунку обрано PostgreSQL – об'єктно-реляційна система керування базами даних. Вона здатна обробляти та зберігати великі обсяги даних, забезпечуючи високу надійність.

React – бібліотека JavaScript з відкритим вихідним кодом, яка орієнтована на розробку інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Дана бібліотека використовує компонентний підхід, що дозволяє розробникам розділяти інтерфейси на окремі компоненти, які відповідатимуть за свою логіку.

Rider – середовище розробки (IDE) з відкритим кодом від JetBrains. Дане середовище розроблене для розробки на платформі .NET. Воно надає повний функціонал для розробки як бекенд-частини, з використанням C#, так і для фронтенду з підтримкою JavaScript, React та інших вебтехнологій.

### 3.2 Етапи розроблення вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси

Розробка вебзастосунку для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси є доволі комплексним проектом, який потребує закладення правильної логіки для його реалізації. Тому першим етапом є проектування структури застосунку, було детально описано логіку взаємодії процесів та компонентів та викладено у підрозділі 2.2.

Наступним етапом є реалізація бекенд-частини, вона складається з п'ятих мікросервісів (рис. 3.1), кожен з яких відповідає за свою логіку та має окрему базу даних (рис. 3.2).

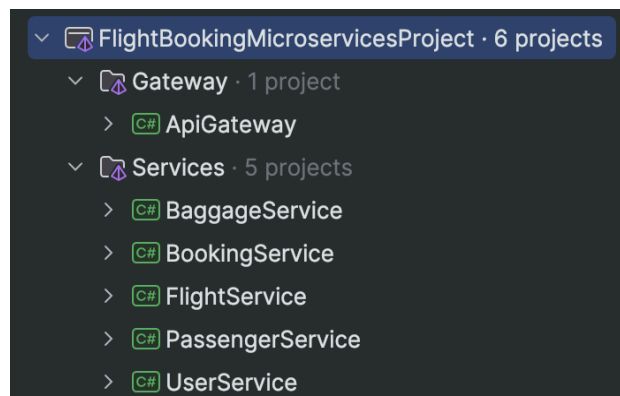


Рисунок 3.1 – Структура мікросервісів у застосунку

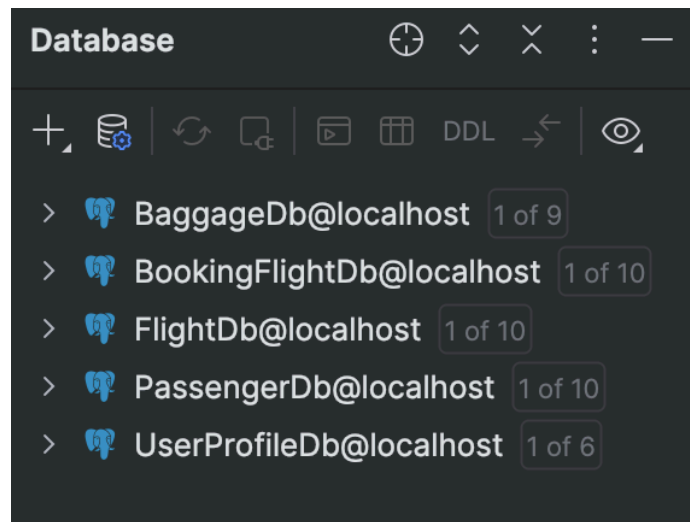


Рисунок 3.2 – Бази даних відповідно для кожного мікросервісу

Мікросервіс `BaggageService` – відповідає за збереження тарифів на багаж, які користувач зможе обирати за потреби при створенні бронювання.

Мікросервіс `BookingService` – відповідає за логіку бронювання, пов’язує пасажирів з бронюванням та, за наявності, з багажем. При створенні успішного бронювання генерується квиток з інформацією про рейс та пасажирів.

Мікросервіс `FlightService` – реалізовує логіку, пов’язану з літаками, аеропортами та рейсами:

- зазначення літака, задається інформація про його класифікацію – кількість рядів, місць, відповідні класи. Це потрібно для того, щоб створити місця до відповідних моделей літаків;
- врахування аеропортів, їх назви та країни розташування;
- під час створення рейсу в окремій таблиці генеруються місця для даного рейсу. Це потрібно для того, щоб розділити логіку та літак мав змогу виконувати рейси за різними напрямками, відмітки про бронювання місця будуть саме в цій таблиці, що пов’язує місця з рейсами.

Мікросервіс `PassengerService` – відповідає за збереження детальної інформації про пасажирів, яка потрібна під час бронювання. Пасажир заповнюватиме такі дані, як: ім’я, прізвище, дата народження, номер телефону, email, номер паспорту та національність.

Мікросервіс UserService – містить логіку для створення акаунту та входу користувача до системи. Неавторизований користувач матиме можливість тільки переглянути рейси та інформацію про них, але не зможе здійснити бронювання, йому буде запропоновано створити власний профіль. Авторизований користувач матиме можливість здійснити бронювання, увійти до свого акаунта, де зможе переглядати інформацію про себе, історію своїх бронювань та придбані квитки на рейси.

Кожен мікросервіс має свою структуру, на рисунку 3.3 представлено приклад структури FlightService.

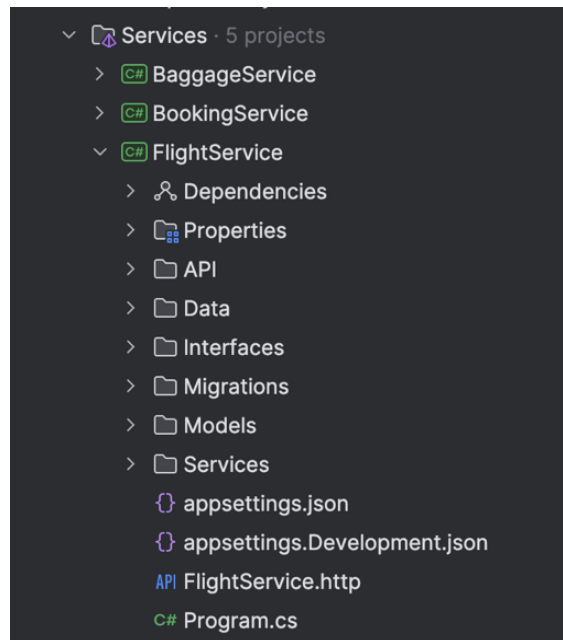


Рисунок 3.3 – Структура мікросервісу для створення рейсів

Спочатку створюються моделі, які описують структуру даних через свої поля. Після чого ці моделі визначаються в контексті бази даних, що дозволяє створити міграцію для керування базою даних.

У папці Interfaces створюються інтерфейси для того, щоб задати логіку, як працюватимуть сервіси. Вони описують, які функції повинні виконувати сервіси.

Далі створюються Services – сервіси, які містять логіку відповідно до ідеї створеного компонента та що саме він має виконувати.

У папці API реалізовано контролери, які відповідають за оброблення вхідних HTTP-запитів від фронтенду – отримують запити від клієнта та повертають результат. При отриманні запиту вони викликають відповідний сервіс для реалізації потрібного функціоналу.

Для забезпечення взаємодії клієнтської (фронтенду) та серверної (бекенд) частин, створено ApiGateway, що реалізований за допомогою бібліотеки Ocelot. Ocelot – це потужний інструмент для налаштування ApiGateway на базі .NET. Даний компонент є єдиною точкою входу для всіх запитів від клієнт до мікросервісів на бекенді. Ocelot отримує запити від клієнта, маршрутизує їх до відповідних мікросервісів та повертає результати клієнту.

Клієнтська частина застосунку реалізована з використанням бібліотеки React. На рисунку 3.4 продемонстровано основні складові фронтенду.

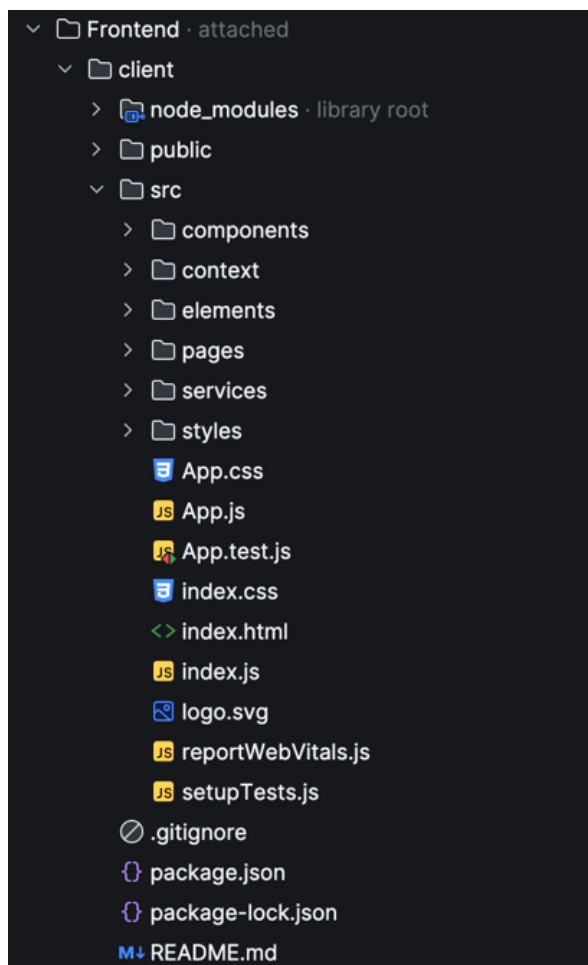


Рисунок 3.4 – Структура фронтенду

Спочатку створена архітектура компонентів, тобто інтерфейс складається з:

- головної сторінки;
- сторінки пошуку;
- сторінки бронювання;
- сторінки успіху;
- сторінки особистого кабінету.

Окремо створено сторінку інформації про літаки, де представлені моделі літаків для пасажирських рейсів, їх вміст та інформацію. Для UX додано чек-лист на головній сторінці для пасажирів, що є гарною пам'яткою етапів здійснення бронювання та проходження реєстрації на рейс в аеропорту, особливо для пасажирів, які з цим ще не знайомі. Також створено генерування квитка у PDF-формат з QR-кодом, відповідно до номера бронювання. Цей квиток містить усю інформацію про рейс та пасажирів, є зручною та надійною можливістю, яку отримає користувач після здійснення бронювання – це завантаження квитка.

Наступним кроком є створення UI-компонентів – спливаючі вікна авторизації та реєстрації, поля вводу для пошуку та бронювання, різноманітні кнопки, блоки для відображення інформації. Під час розробки цих складових, особливу увагу приділено для створення функціонально зручних та зрозумілих компонентів, а також візуальної привабливості для користувачів.

Важливою складовою була реалізація взаємодії з бекендом через API для виконання дій та отримання всіх необхідних даних.

### 3.3 Тестування розробленого вебзастосунку та аналіз результатів

Для тестування вебзастосунку потрібно виділити чимало часу, адже це один із найважливіших та відповідальних кроків перед запуском застосунку.

Потрібно здійснити тестування задля перевірки всього функціоналу, а також зручності для користувача.

На рисунку 3.5 представлено головний екран застосунку з відповідним відео на задньому фоні, для того, щоб привернути увагу користувача.

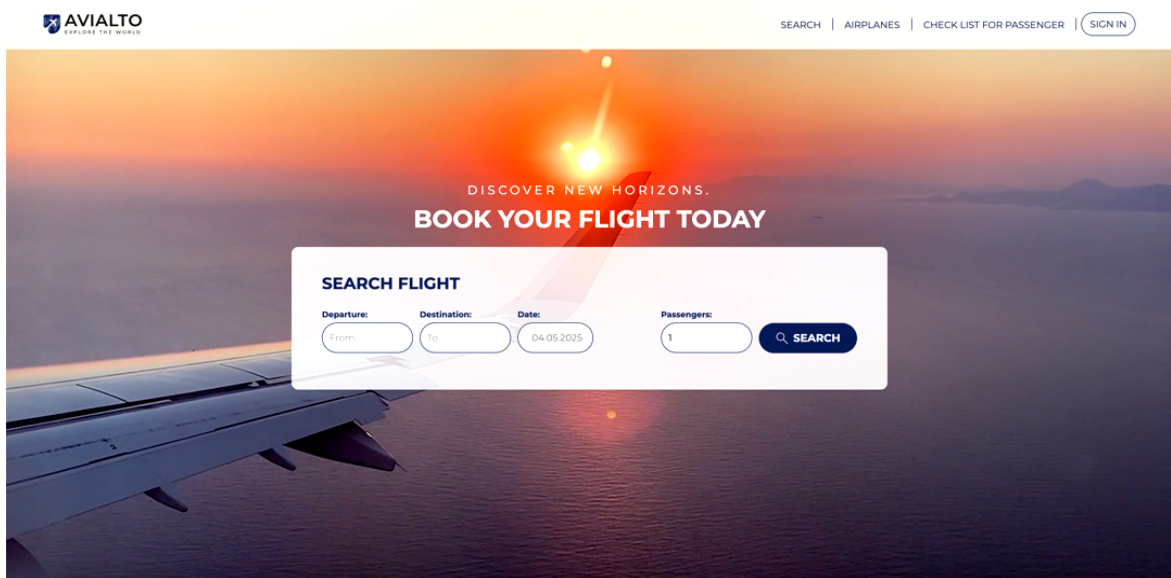


Рисунок 3.5 – Головний екран застосунку

Головний екран містить усю потрібно інформацію, щоб користувач одразу перейшов до ключової дії – пошуку маршруту та здійснення бронювання.

У верхній частині екрану розміщена навігаційна панель – зліва фірмовий логотип, справа усі кнопки для переходу на цільові сторінки. Задля поліпшення користувацького досвіду, при наведенні курсору на кнопки – додано зміну кольору фону та більший шрифт тексту.

Спочатку потрібно ввести місто відправлення та прибуття, дату та кількість пасажирів і натиснути на кнопку «Пошук» (рис. 3.6).

При виборі дати немає можливості обрати день в минулому – ці дні мають напівпрозорий колір та не є клікабельними (рис. 3.7). Для того, щоб зосередити увагу користувача та було зрозуміло, на яку саме дату він натискає – вона має синій фон.

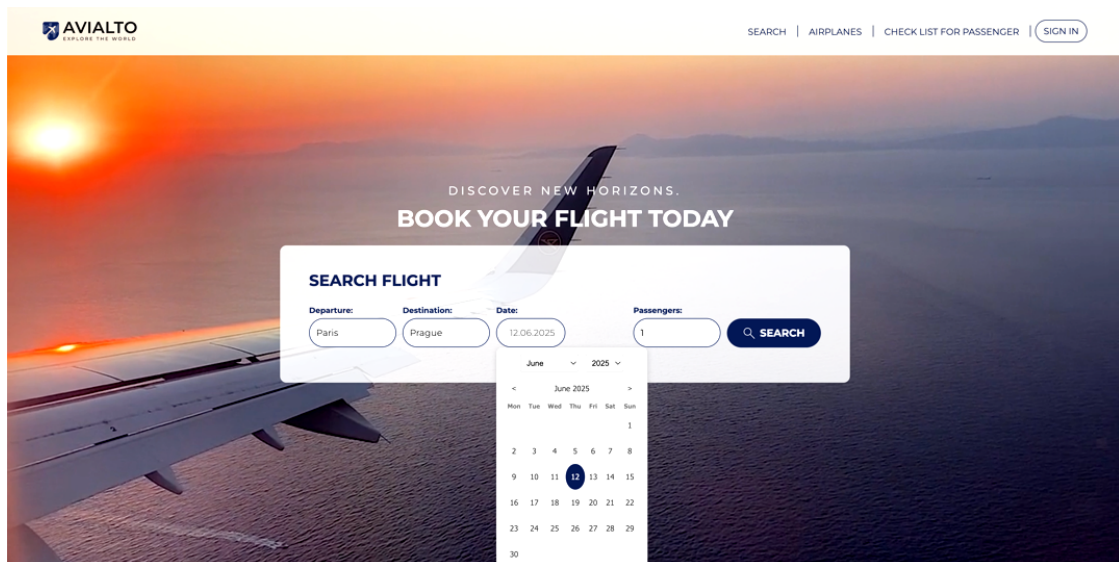


Рисунок 3.6 – Приклад введення даних для пошуку

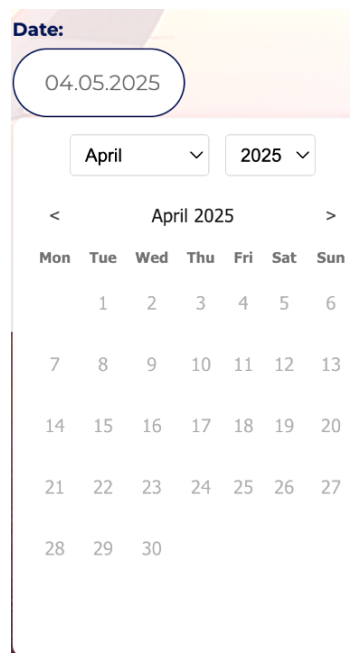


Рисунок 3.7 – Зображення дат у календарі в минулому

При здійсненні пошуку, користувача перенаправляє на результуючу сторінку, де виводять запропоновані варіанти. Зверху присутня панель, де можна додатково здійснювати пошук, якщо немає потрібного рейсу. Далі виводиться інформація, яку користувач вводив на головній сторінці, та результат пошуку. Як результат, виводиться дата відправлення та кількість доступних місць, час, місто, код аеропорту відправлення та прибуття. Окремо відділена базова вартість та кнопка для вибору рейсу (рис. 3.8).

### SEARCH FLIGHT

Departure: 
 Destination: 
 Date: 
 Passengers:

### Search Results

Departure: Paris | Arrival: Prague | Date: 12.06.2025 | Passengers: 1

12.06.2025 AVAILABLE SEATS: 168
 Paris (CDG) **10:40**
 Prague (PRG) **12:20**
 BASE TICKET PRICE **85€**

Рисунок 3.8 – Сторінка результату пошуку рейсу

Для продовження здійснення бронювання потрібно увійти або створити акаунт. Коли користувач обирає потрібний рейс, він або одразу переходить на сторінку бронювання, якщо він вже увійшов до системи, або ж при натисканні на кнопку «Обрати рейс» йому висвітиться вікно (рис. 3.9), де він зможе або увійти, або створити акаунт.

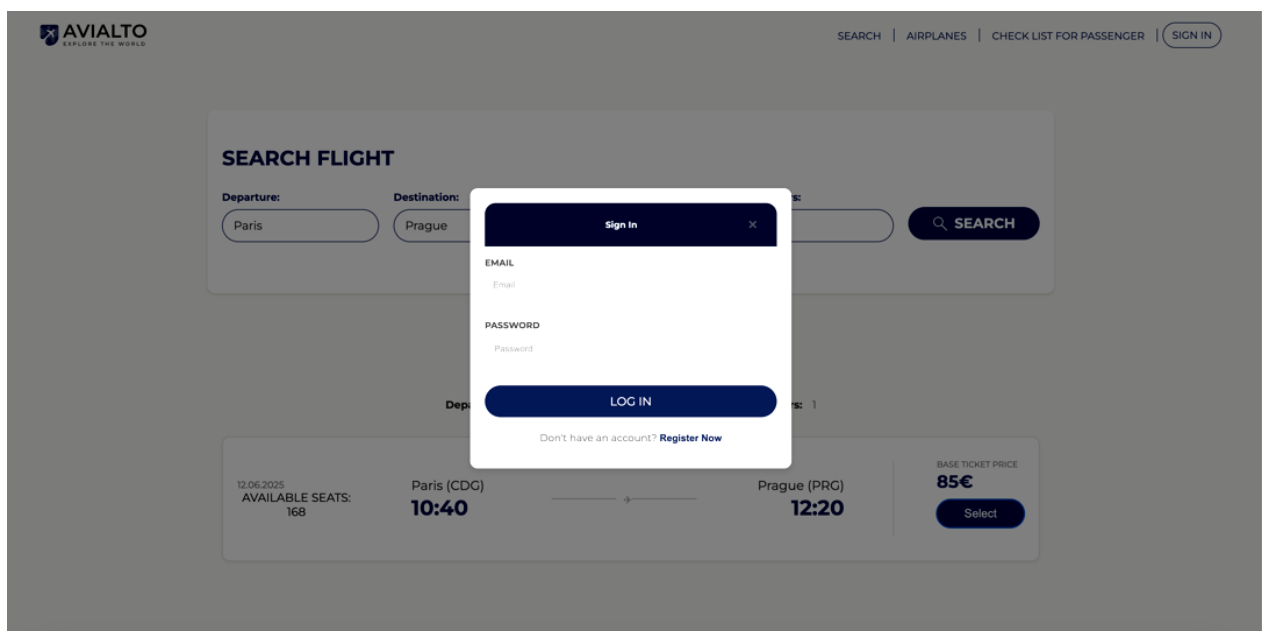


Рисунок 3.9 – Модальне вікно для входу або реєстрації

Для створення акаунта потрібно заповнити необхідні поля (рис. 3.10). Якщо якісь поля будуть або не введені, або введені невірно та буде натиснути кнопку «Створити акаунт» – буде виведено відповідні помилки (рис. 3.11).

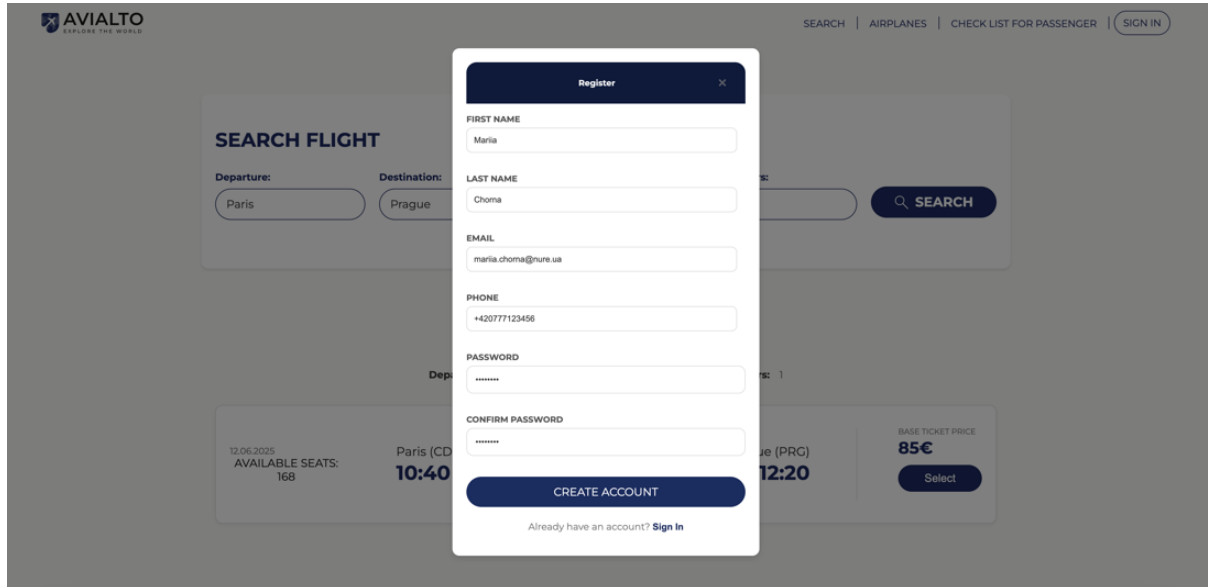
The image shows a web interface for Avialto. In the foreground, a 'Register' modal form is displayed. The form has the following fields: 'FIRST NAME' with the value 'Maria', 'LAST NAME' with 'Chorna', 'EMAIL' with 'maria.chorna@nure.ua', 'PHONE' with '+420777123456', 'PASSWORD' with a masked input, and 'CONFIRM PASSWORD' with a masked input. A 'CREATE ACCOUNT' button is at the bottom of the form, with a link 'Already have an account? Sign In' below it. In the background, a 'SEARCH FLIGHT' section is visible with 'Departure: Paris' and 'Destination: Prague'. A flight card for Paris (CDG) to Prague (PRG) is shown with a departure time of 10:40 and a base ticket price of 85€. A 'SEARCH' button is also visible in the background.

Рисунок 3.10 – Правильне заповнення всіх полів

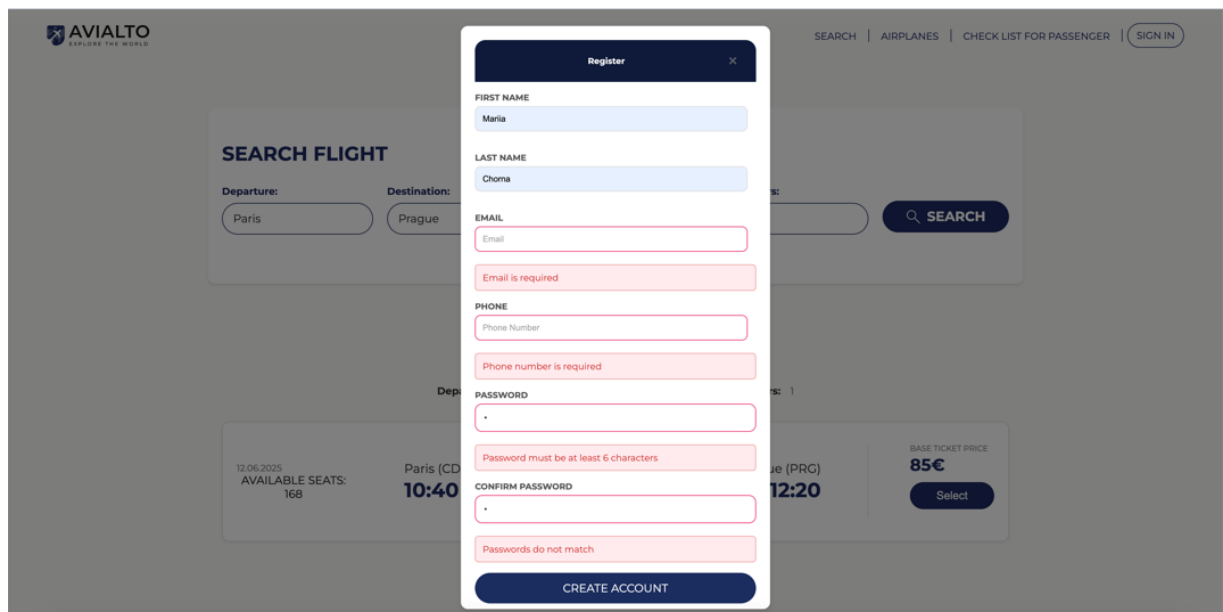
The image shows the same 'Register' modal form as in Figure 3.10, but with error messages. The 'EMAIL' field has a red border and the message 'Email is required'. The 'PHONE' field has a red border and the message 'Phone number is required'. The 'PASSWORD' field has a red border and the message 'Password must be at least 6 characters'. The 'CONFIRM PASSWORD' field has a red border and the message 'Passwords do not match'. The 'CREATE ACCOUNT' button is still visible at the bottom.

Рисунок 3.11 – Виведення помилок при спробі створення акаунта

При успішному вводі всіх даних – користувачу потрібно буде заповнити форму для входу (рис. 3.12) та його перенаправить на сторінку здійснення бронювання.

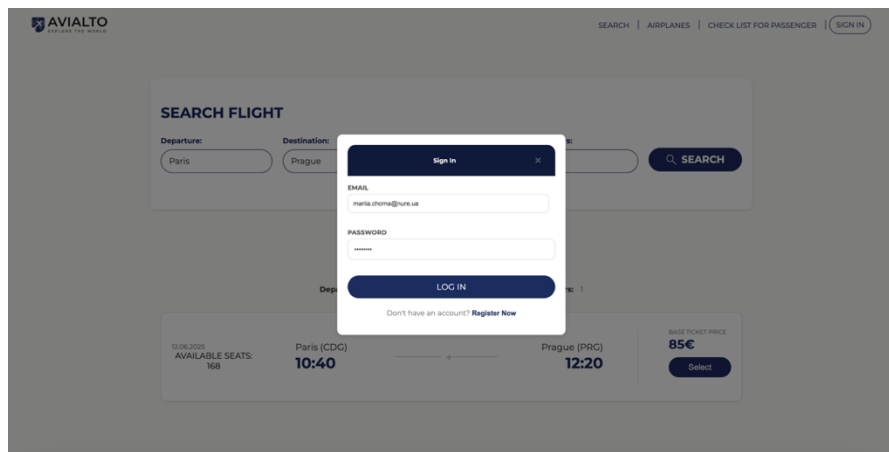


Рисунок 3.12 – Заповнення форми для входу

На сторінці бронювання (рис. 3.13) крок за кроком показано, що саме за інформацію має вводити користувач. Першим блоком є інформація про сам рейс, далі блок про дані пасажирів. Якщо пасажирів більше ніж 14 років – у визначеному місці буде мапа для вибору місця, якщо ж він молодший за 14 років – мапа для вибору місця буде показана тільки після того, як буде додано дорослого пасажирів.

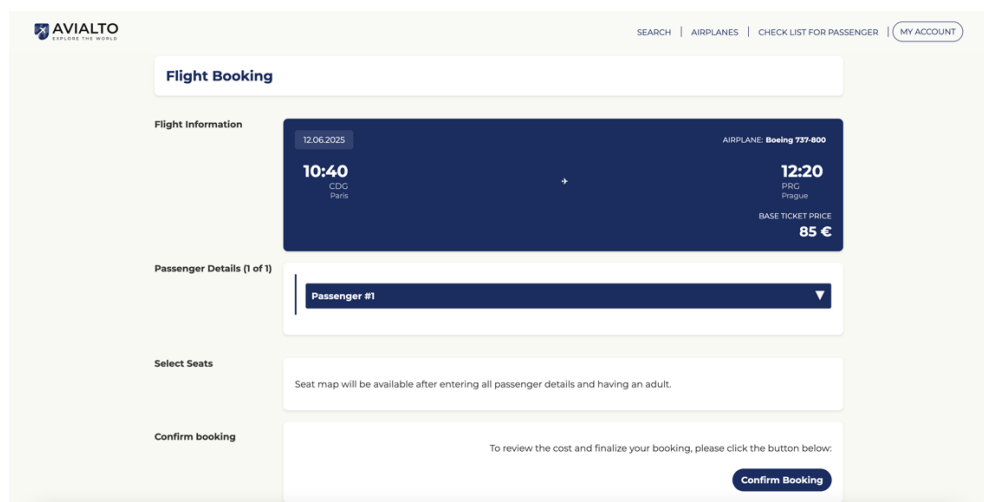


Рисунок 3.13 – Сторінка бронювання

Першим кроком є внесення даних пасажирів. Спочатку потрібно ввести ім'я, прізвище та дату народження (рис. 3.14). Усі майбутні дати в календарі зроблено не клікабельними, користувач може обрати тільки минулу дату.

Passenger Details (1 of 1)

**Passenger #1**

First Name\* Maria Last Name\* Choma Date of Birth\* 07.05.2004

Email\* : Passport Number\* :  
 Email: Passport Number:

Phone Number\* : Nationality\* :  
 Phone Number: Nationality:

**Additional Baggage**

One small personal item (e.g., laptop bag, small backpack, handbag) is allowed free of charge.

No Additional Baggage	Checked Bag (Up to 20kg)	Checked Bag (Up to 23kg)	Checked Bag (Up to 30kg)
Free	20 kg	23 kg	30 kg
	Price: 45 €	Price: 55 €	Price: 70 €

Рисунок 3.14 – Заповнення ім'я, прізвища та дати народження пасажирів

Далі потрібно внести електронну адресу, номер телефону, номер паспорту та громадянство (рис. 3.15).

Passenger Details (1 of 1)

**Passenger #1**

First Name\* Maria Last Name\* Choma Date of Birth\* 07.05.2004

Email\* : Passport Number\* :  
 maria. If you are filling in the information for a child under 14 years old, please enter the email of a parent or guardian. MA0101

Phone Number\* : Nationality\* :  
 +420722225110 UKR

**Additional Baggage**

One small personal item (e.g., laptop bag, small backpack, handbag) is allowed free of charge.

No Additional Baggage	Checked Bag (Up to 20kg)	Checked Bag (Up to 23kg)	Checked Bag (Up to 30kg)
Free	20 kg	23 kg	30 kg
	Price: 45 €	Price: 55 €	Price: 70 €

Рисунок 3.15 – Заповнення електронної адреси, номера телефону, номера паспорту та громадянства пасажирів

Для зручності користувачів додані невеликі підказки для цих полів, які з'являються при наведенні на іконку. Для електронної адреси та номеру телефону це повідомлення про те, що якщо пасажир менше 14 років –

потрібно внести дані батьків або опікуна. Для номеру паспорта та громадянства – необхідно ввести дані, як записано в паспорті (рис. 3.16).

**Passport Number\*** ⓘ

MA0101

Enter your passport number exactly as it appears on your passport.

Рисунок 3.16 – Повідомлення про внесення номеру паспорта

Якщо дані будуть внесені неправильно, або з помилками – система покаже відповідні повідомлення щодо цього (рис. 3.17).

Passenger Details (1 of 1)

**Passenger #1**

**Passenger #1**

First Name\* Maria

Last Name\* Choma

Date of Birth\* 04.05.2025

Email\* ⓘ jkf

Passport Number\* ⓘ M

Invalid email format.

The length of the passport number must be between 5 and 20 characters.

Phone Number\* ⓘ Phone Number

Nationality\* ⓘ Nationality

Phone Number is required.

Please specify the nationality.

**Additional Baggage**

One small personal item (e.g., laptop bag, small backpack, handbag) is allowed free of charge.

No Additional Baggage <b>Free</b>	Checked Bag (Up to 20kg) 20 kg Price: 45 €	Checked Bag (Up to 23kg) 23 kg Price: 55 €	Checked Bag (Up to 30kg) 30 kg Price: 70 €
--------------------------------------	--	--	--

Рисунок 3.17 – Приклад заповнення даних пасажирів з помилками

Пасажиру надається можливість обрати додатковий багаж (рис. 3.18). Для ознайомлення прописано повідомлення про те, що невелика ручна поклажа входить до вартості. Для вибору додаткового багажу, потрібно обрати відповідний тариф або обрати, що додатковий багаж не потрібен.

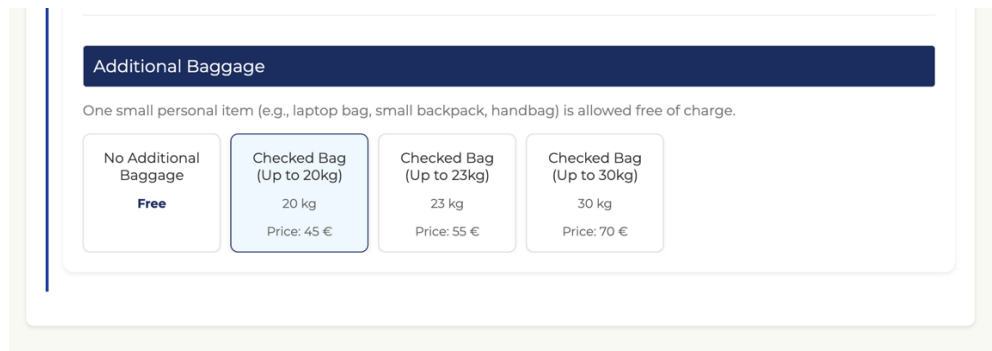


Рисунок 3.18 – Вибір тарифу багажу

Після успішного заповнення даних пасажир, буде продемонстрована карта для вибору місця. Для цього потрібно натиснути на відповідне місце, яке пасажир бажає забронювати. Справа на панелі з'являтиметься інформація про вибране місце (рис. 3.19). Також було додано невелику підказку про стан місць: світло-бірюзовим кольором позначено доступні місця, синім – місця, які обирає пасажир, червоним – уже заброньовані місця.

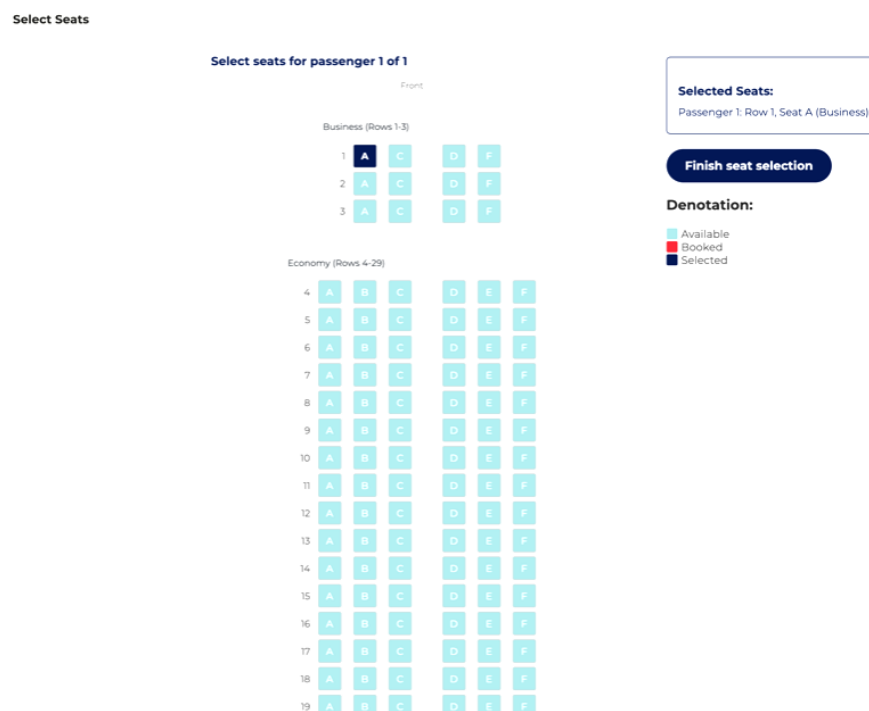


Рисунок 3.19 – Вибір місць для бронювання

Далі при натисканні на кнопку «Завершити вибір місць» – користувача перенаправить на блок підтвердження (рис. 3.20).

Confirm booking

To review the cost and finalize your booking, please click the button below:

Confirm Booking

### Рисунок 3.20 – Підтвердження інформації

При натисканні на кнопку «Підтвердити бронювання», з'явиться модальне вікно з підтвердженням рейсу, даних пасажирів, а також вартості (рис. 3.21). Вартість прораховується залежно від обраного класу – якщо це місце з економ-класу, то вартість буде як зазначено вище «Базова вартість». Для місць бізнес-класу вартість прораховується окремо. У загальну вартість входить місце та багаж, якщо його обрано. Якщо всі дані вірні, потрібно натиснути на кнопку «Забронювати» і користувача буде перенаправлено на сторінку успіху.

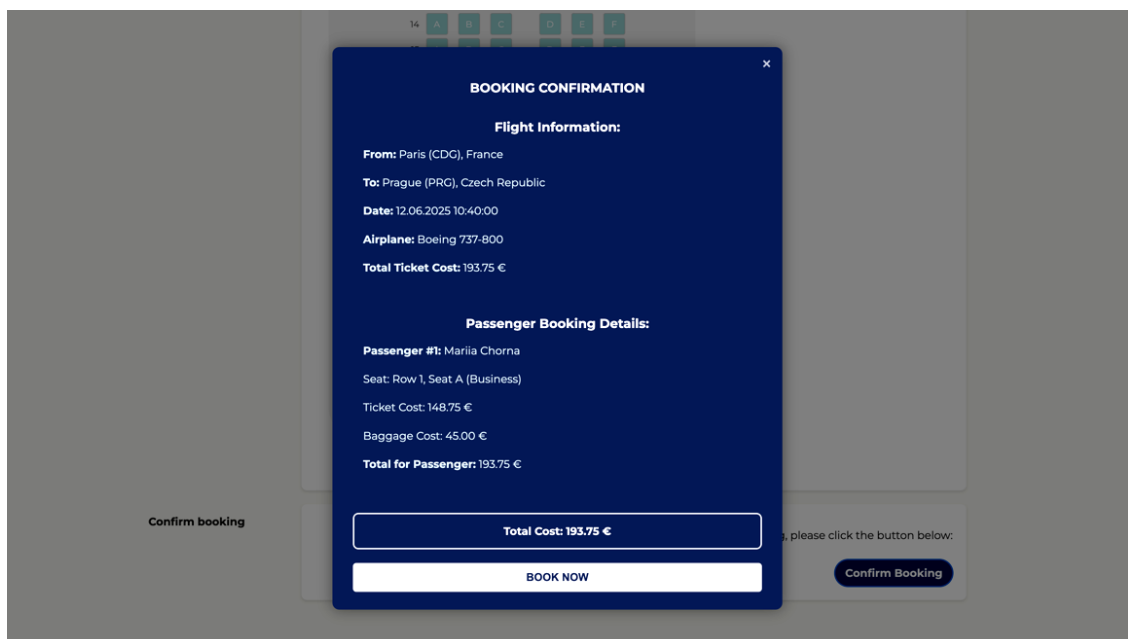


Рисунок 3.21 – Модальне вікно з підтвердженням інформації бронювання

На сторінці успішного бронювання (рис. 3.22), розміщено квиток на рейс, його можна завантажити у форматі PDF, натиснувши на кнопку «Отримати квиток» (рис. 3.23).

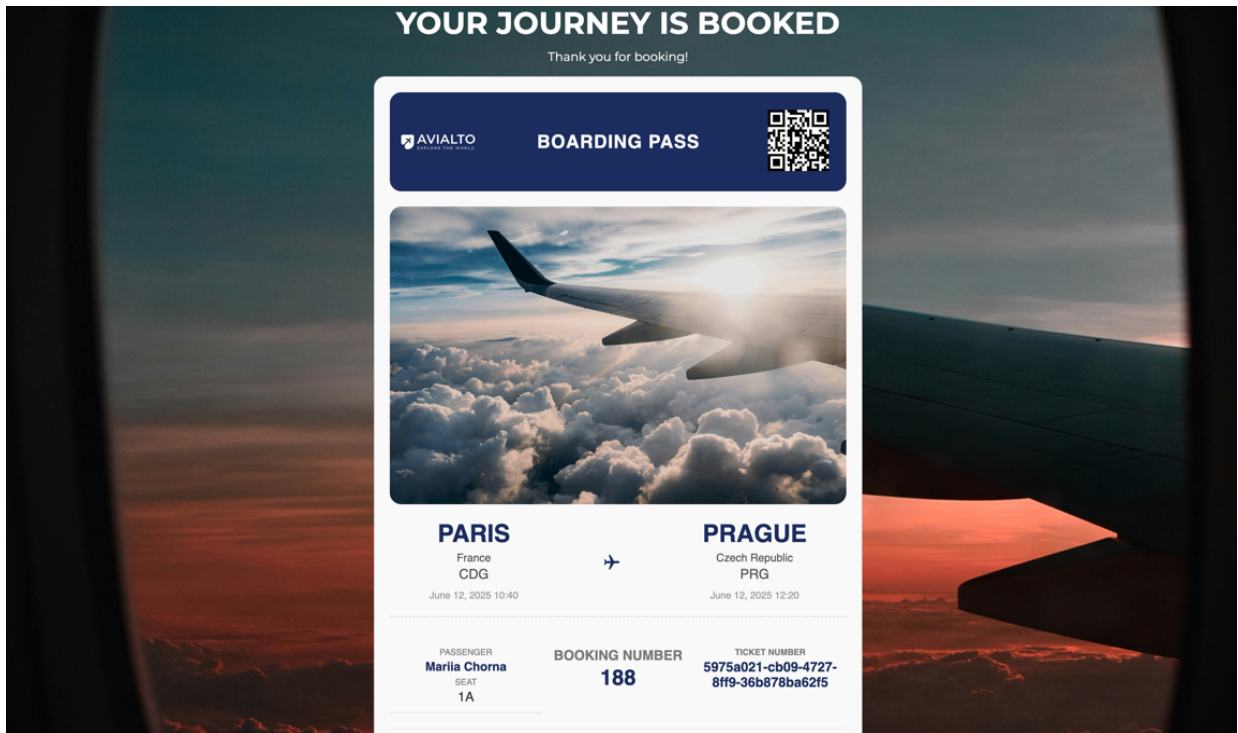


Рисунок 3.22 – Сторінка підтвердження бронювання з квитком на рейс



Рисунок 3.23 – Кнопка для завантаження квитка

Квиток містить усю інформацію про рейс, пасажира, його місце, а також QR-код, який потрібно буде пред'явити при реєстрації в аеропорті.

Зареєстрований користувач має доступ до особистого кабінету, у якому є навігація по відповідних розділах (рис. 3.24).



Рисунок 3.24 – Особистий кабінет користувача

Розділ «Інформація про користувача» містить інформацію про нього, а також кнопку для редагування даних, при натисканні на яку будуть надані поля для внесення редагувань та кнопка для збереження (рис. 3.25).

The screenshot shows the 'My Account' section of the AVIALTO website. On the left, there is a sidebar with 'My Account' and three sub-items: 'Information about the user', 'My Bookings', and 'My Tickets'. The 'Information about the user' item is highlighted. The main content area is titled 'Information about the user:' and contains four input fields: 'First Name' (filled with 'Mariia'), 'Last Name' (filled with 'Chorna'), 'Email' (filled with 'mariia.chorna@nure.ua'), and 'Phone Number' (filled with '+420777123456'). At the bottom of the form are two buttons: 'Save' (blue) and 'Cancel' (red).

Рисунок 3.25 – Редагування даних про користувача

Розділ «Мої бронювання» (рис. 3.26), містить інформацію про всі здійснені бронювання з інформацією про рейс.

The screenshot shows the 'My Bookings' section of the AVIALTO website. On the left, there is a sidebar with 'My Account' and three sub-items: 'Information about the user', 'My Bookings', and 'My Tickets'. The 'My Bookings' item is highlighted. The main content area is titled 'My Bookings:' and contains a box with the following information: 'Booking Number: 188', 'Flight: 8', 'From: Paris- To: Prague', and 'Booking Date: 04.05.2025 17:54:11'.

Рисунок 3.26 – Розділ «Мої бронювання»

Розділ «Мої квитки» (рис. 3.27), містить інформацію про номер квитка та дату його створення. Також є можливість переглянути квиток (рис. 3.28) та завантажити у форматі PDF.

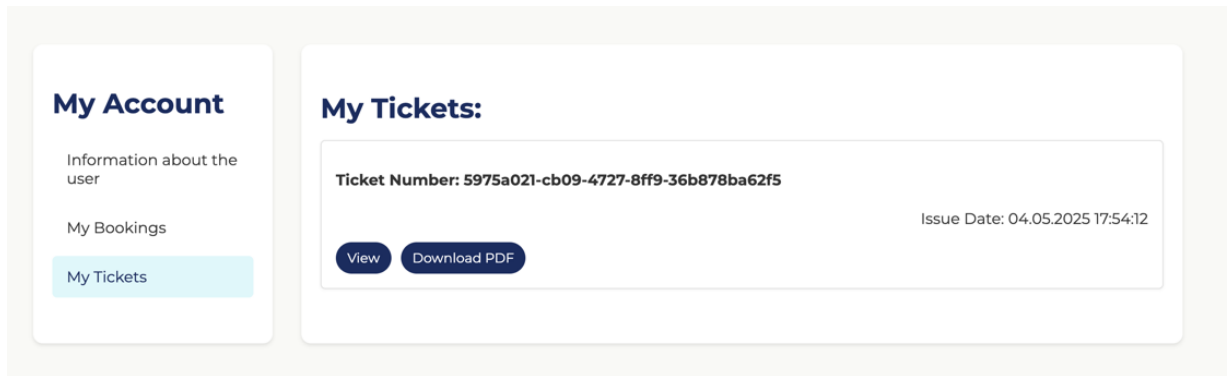


Рисунок 3.27 – Розділ «Мої квитки»

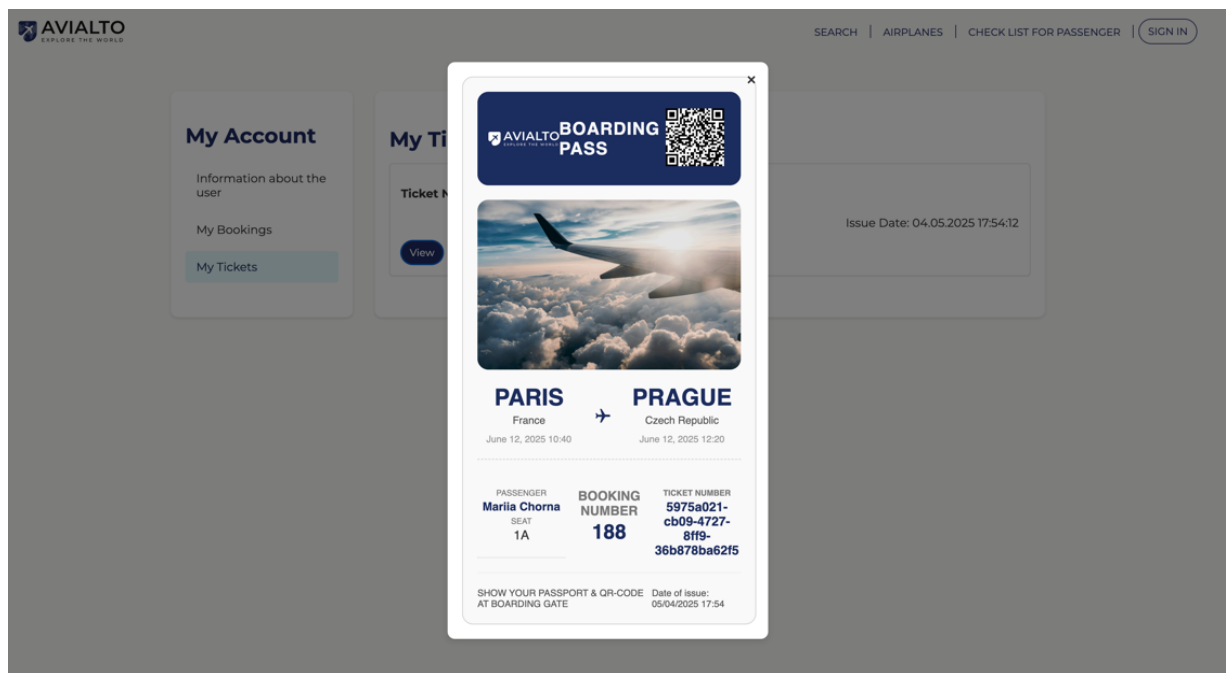


Рисунок 3.28 – Модальне вікно при перегляді квитка

На головній сторінці застосунку додано інтерактивний блок (рис. 3.29), який відображає ключові кроки для підготовки до авіаперельоту – інформацію від кроків здійснення бронювання до збору документів та прибуття в аеропорт. Даний блок особливо корисний для категорії осіб, які ще жодного разу не використовували авіаперельоти.

Також для привернення уваги при скролі налаштовано анімацію літака, який здвигается вниз. Це зроблено для зручного користувацького досвіду, щоб було зрозуміло, на якому розділі знаходиться користувач.

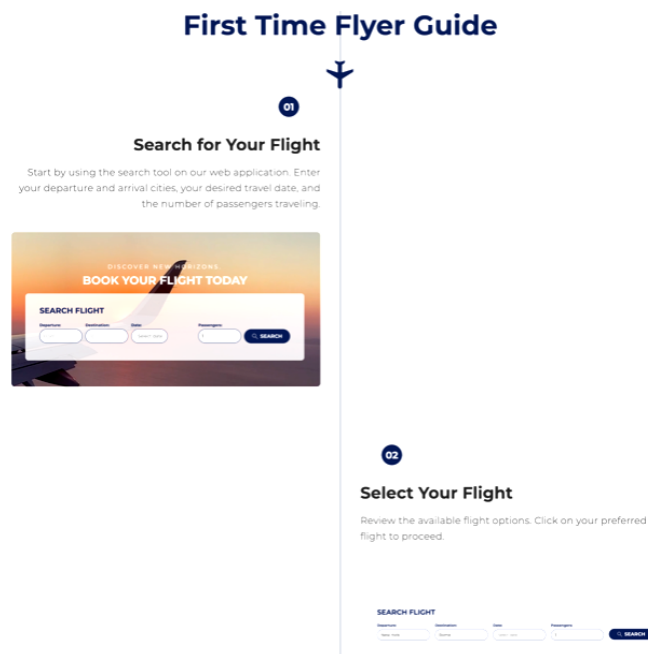


Рисунок 3.29 – Блок «Ключові кроки для підготовки до авіаперельоту»

Для обізнаності користувачів, у вебзастосунку додано окрему сторінку про літаки, за допомогою яких реалізуються рейси. На головному блоці сторінки (рис. 3.30) використано відеополіт літака для привертання уваги користувачів.

На сторінці продемонстровано декілька видів літаків (рис. 3.31), додано фото та інформацію про розмір, можливу кількість пасажирів, а також короткий опис моделі літака.

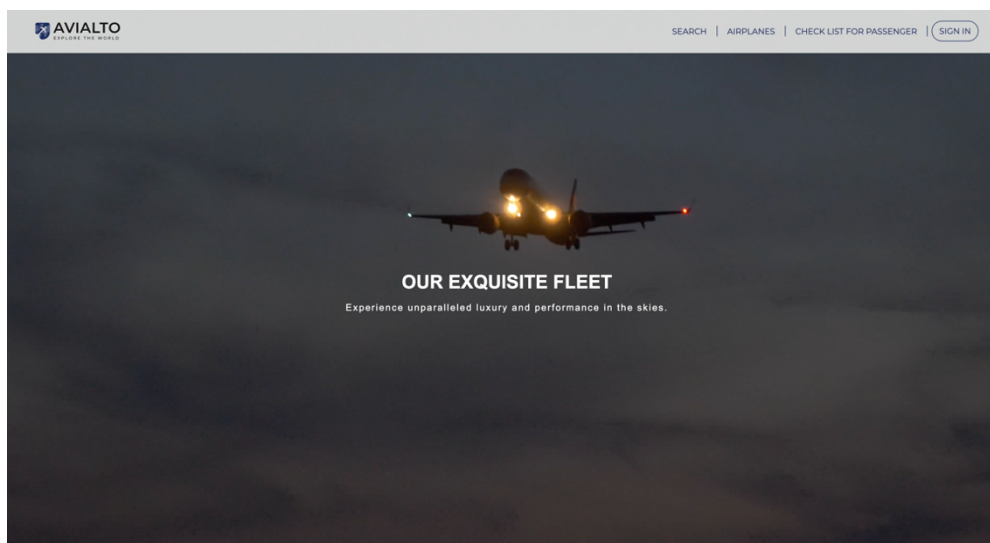


Рисунок 3.30 – Головний вигляд сторінки літаків



Рисунок 3.31 – Блок опису літаків

Під час тестування вебзастосунку пройдено усі етапи для створення успішного бронювання та отримання квитка на рейс. Встановлено, що застосунок має гарний функціонал і є інтуїтивно зрозумілим, бо демонструє, які кроки потрібно зробити при здійсненні бронювання.

### 3.4 Перспективи подальшої роботи

У процесі розроблення застосунку виконано найголовніші етапи – реалізовано пошук та бронювання квитків на авіаційні рейси.

Для вдосконалення та масштабування системи, потрібно продумати подальші кроки для цього:

– потрібно налаштувати додавання пасажирів при бронюванні за різними категоріями – немовляти, діти, дорослі, пенсіонери. Це надає можливість розділити пасажирів на різні категорії та застосувати відповідний розрахунок вартості місця для кожного;

– додати можливість придбати квитки одразу в зворотній напрямок. Це буде зручно для осіб, які вже знають точну дату повернення та можуть одразу придбати такий квиток за зниженою вартістю;

– для постійних клієнтів запровадити програму лояльності. Застосунок зможе нараховувати бали за поїздки, які потім пасажир зможе міняти на знижки, або, наприклад, на придбання харчування в літаку. Дана програма заохотить пасажирів здійснювати більшу кількість подорожей та отримувати за це приємні подарунки;

– передбачити інформативні сторінки для пасажирів з обмеженими можливостями. На цій сторінці можна зобразити усю інформацію для різних категорій осіб, яку допомогу їм потрібно надати при здійсненні перельоту. Також необхідно додати форму зворотного зв'язку, щоб одразу менеджер авіакомпанії з даних питань міг відповісти та надати допомогу;

– щоб залишатися постійно на зв'язку та надавати клієнтам потрібну допомогу, можна реалізувати чат-підтримку, куди б користувачі могли писати та отримувати одразу відповіді від менеджерів авіакомпанії;

– створення інформації із пропозицією напрямків для подорожей, інформацією, які місця можна відвідати та гарно провести час. Ця сторінка буде необхідна пасажирам, які подорожують та не знають, який готель можна обрати та які місця необхідно відвідати;

– реалізувати додатковий застосунок саме для персоналу літаків, який би вони використовували для перевірки квитків. Багато пасажирів мають електронні посадкові талони з QR-кодом, система допомогла б відсканувати QR-код та отримати усю детальну інформацію про дане бронювання.

Таким чином, для удосконалення застосунку є чимало ідей, які можна реалізувати в подальшому. Зазначені можливості допоможуть вебзастосунку збільшити попит пасажирів та вирізнитися своїм функціоналом серед аналогів.

## ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи розроблено застосунок для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси.

Розглядаючи прогрес у галузі інформаційних технологій, варто зазначити стрімкий розвиток інформаційних системи, які пропонують широкий діапазон різноманітних можливостей [13–28].

Проаналізовано схожі застосунки для бронювання рейсів на громадський транспорт, визначено їхні переваги та недоліки. Такі інформаційні системи мають складний функціонал та можуть заплутати користувача в етапах здійснення бронювання через велику кількість кроків. Задачею було розробити зрозумілий застосунок для різних верств населення.

Важливим кроком є розроблення надійних баз даних під кожен мікросервіс для розділення логіки між ними. Особливу увагу було приділено розробці баз даних, які відповідають за створення літаків, місць та рейсів, адже потрібно було правильно організувати створення вільних місць у літаку окремо під кожен рейс.

За допомогою діаграм, що описують логіку взаємодії процесів та компонентів, створено структуру застосунку та визначено всі ключові етапи, щоб перейти до подальшого розроблення.

Для розроблення вебзастосунку використано мікросервісний підхід, що дозволив створити гнучку систему для здійснення бронювання. Даний підхід дозволяє незалежне розгортання окремих сервісів, а також внесення редагувань та масштабування вже створених мікросервісів з найменшим впливом на інші компоненти системи.

Під час тестування пройдено всі кроки пошуку рейсу та здійснення бронювання квитків. Тестування дозволило виявити можливі помилки для пасажирів під час внесення неправильних даних та виведення цих повідомлень на екран. Інтерфейс для користувача створено інтуїтивно зрозумілим, щоб користувач швидко перейшов до цільової дії.

Як підсумок, розроблено функціональний вебзастосунок для вибору та бронювання квитків на авіаційні рейси, який надає можливість не тільки здійснювати бронювання, а також містить різноманітну корисну інформацію.

Такий застосунок має перспективи для подальшого розвитку, які дозволять його вдосконалити та наповнити різними можливостями.

Результати роботи апробовано у вигляді статті у журналі «ІННОВАЦІЙНА НАУКА: ПОШУК ВІДПОВІДЕЙ НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ» [29] та двох тез доповідей під час V Міжнародної науково-теоретичної конференції «The driving force of science and trends in its development» [30] та Міжнародного молодіжного форуму «РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ У ХХІ СТОЛІТТІ» [31].

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Міжнародний аеропорт Бориспіль. URL: <https://kbp.aero/en> (дата звернення 12.08.2024).
2. Укрзалізниця. URL: <https://booking.uz.gov.ua> (дата звернення 13.08.2024).
3. České dráhy. URL: <https://www.cd.cz> (дата звернення 15.08.2024).
4. Wizz Air. URL: <https://www.wizzair.com/en-gb> (дата звернення 16.08.2024).
5. Goecke, R. (2020). The evolution of online booking systems. *Handbook of e-Tourism*, 1-25.
6. Malkawi, M., & Alhajj, R. (2023, August). Real-time web-based International Flight Tickets Recommendation System via Apache Spark. In *2023 IEEE 24th International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)* (pp. 279-282). IEEE.
7. Christanto, H. J., Sutresno, S. A., Singgalen, Y. A., & Dewi, C. (2024). Analyzing Benefits of Online Train Ticket Reservation App Using Technology Acceptance Model. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, 29(1).
8. Bwemelo, G., & Mashenene, R. (2023). Influence of customer experiences on the preference for online bus booking services in Dar es Salaam, Tanzania. *International Journal of Research in Business and Social Science* (2147-4478), 12(5), 53-61.
9. Bashir, M., Asghar, S., Ashfaq, M., Raza, S. S., & Zahoor, S. (2024). Digitalizing Tourism and Interactive Navigation: A Case Study of Pakistan. *Journal of Asian Development Studies*, 13(1), 547-566.
10. van Coevorden, S. (2024). Reshaping the booking process of international train tickets in Europe: An iterative design process towards intuitive ticketing.

11. Otsuka, E., & Kang, N. (2023, July). Usability of Reservation Systems of Japanese Airlines. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 192-199). Cham: Springer Nature Switzerland.
12. Draw.io. URL: <https://www.drawio.com> (дата звернення 12.04.2025).
13. Tvoroshenko I., and Gorokhovatskyi V. (2022) The Application of Hybrid Intelligence Systems for Dynamic Data Analysis, *International Journal of Engineering and Information Systems*, 6(2), pp. 40-48.
14. Pomazan V., Tvoroshenko I., and Gorokhovatskyi V. (2023) Development of an application for recognizing emotions using convolutional neural networks, *International Journal of Academic Information Systems Research*, 7(7), pp. 25-36.
15. Daradkeh Y.I., Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., and Zeghid M. (2024) Improving the effectiveness of image classification structural methods by compressing the description according to the information content criterion, *Computers, Materials & Continua*, vol. 80, no. 2, pp. 3085-3106.
16. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., and Yakovleva O. (2024) Transforming image descriptions as a set of descriptors to construct classification features, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 33, no. 1, pp. 113-125.
17. Pomazan V., Tvoroshenko I., and Gorokhovatskyi V. (2023) Handwritten character recognition models based on convolutional neural networks, *International Journal of Academic Engineering Research*, 7(9), pp. 64-72.
18. Гороховатський В., Передрій О., Творошенко І., Марков Т. (2023) Матриця відстаней для множини компонентів структурного опису як інструмент для створення класифікатора зображень, *Сучасні інформаційні системи*, 7(1), С. 5-13.
19. Gorokhovatskyi, V., Tvoroshenko, I., Kobylin, O., & Vlasenko, N. (2023). Search for visual objects by request in the form of a cluster representation for the structural image description, *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, 21(1), pp. 19-27.

20. Gorokhovatskyi V., Chmutov Y., Tvoroshenko I., and Kobylin O. (2025) Reducing computational costs by compressing the structural description in image classification methods, *Advanced Information Systems*, vol. 9, no. 1, pp. 5–12.

21. Tvoroshenko I., Gorokhovatskyi V., Kobylin O., and Tvoroshenko A. (2023) Application of deep learning methods for recognizing and classifying culinary dishes in images, *International Journal of Academic and Applied Research*, 7(9), pp. 57-70.

22. Tvoroshenko I., Pomazan V., Gorokhovatskyi V., and Kobylin O. (2023) Application of video data classification models using convolutional neural networks, *International Journal of Academic and Applied Research*, 7(11), pp. 134-145.

23. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I. (2023) Identification of visual objects by the search request. *International scientific symposium «INTELLIGENT SOLUTIONS-S». Computational intelligence (results, problems and perspectives). Decision making theory: proceedings of the international symposium, September 28, 2023, Kyiv-Uzhorod, Ukraine*, pp. 25-27.

24. Daradkeh Y.I., Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Gadetska S., and Al-Dhaifallah M. (2023) Statistical data analysis models for determining the relevance of structural image descriptions, *IEEE Access*, vol. 11, pp. 126938-126949.

25. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Yakovleva O., Hudáková M., and Gorokhovatskyi O. (2024) Application a committee of Kohonen neural networks to training of image classifier based on description of descriptors set, *IEEE Access*, vol. 12, pp. 73376-73385.

26. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Yakovleva O., and Hudáková M. (2025) Image description compression in classification structural methods, *IEEE Access*, vol. 13, pp. 43631-43641.

27. Yakovleva O., Matúšová S., Tvoroshenko I., and Isaiev Y. (2024) Visitor counting based on video stream analysis from surveillance cameras to solve various business problems, *Verejná správa a regionálny rozvoj ekonómia, manažment a marketing*, XX(1), pp. 67-87.

28. Guo, Q., Mu, L., & Lou, S. (2024). Revolutionizing travel experiences: An in-depth analysis of intelligent booking systems and behavioral patterns. *Intelligent Decision Technologies*, 18(2), 1477-1494.

29. Чорна М.К. (2023). Застосування методу аналізу ієрархій для розв'язання задачі вибору найкращої альтернативи доставки замовлень. *Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності*. С. 285-292.

30. Чорна, М., & Вечірська, І. (2023). Застосування методу знаходження N-го лінійного логічного перетворення для розв'язання задачі вибору оптимального маршруту кур'єрської доставки. *V International Scientific and Theoretical Conference «The driving force of science and trends in its development»*, (December 22, 2023; Coventry, UK), 116-118.

31. Чорна М.К. (2025) Особливості сучасних вебзастосунків для бронювання квитків на громадський транспорт. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті: тези доповідей 29-го Міжнародного молодіжного форуму (Харків, 16–19 квітня 2025 р.)*. Харків: ХНУРЕ, 2025. Т. 7. С. 175-177.