

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт»
інформаційної системи ІТ-компанії

(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,
групи ІТУ-21-3

Дмитро БАБЕНКО

(власне ім'я, прізвище)

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

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології
управління
(повна назва освітньої програми)

Керівник: асист. каф. ІУС Адріан КОЖАНОВ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
 Кафедра _____ Інформаційних управляючих систем _____
 Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
 Спеціальність _____ 122 Комп'ютерні науки _____
 (код і повна назва)
 Тип програми _____ освітньо-професійна _____
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)
 Освітня програма _____ Інформаційні технології управління _____
 (повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

“ 19 ” травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві _____ Бабенку Дмитрові Сергійовичу _____
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи розробка модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт»
інформаційної системи ІТ-компанії

затверджена наказом по університету від “ 19 ” травня 2025 р. № 370Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “ 17 ” червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи опис об'єкта автоматизації , схема організаційної структури,
технічне завдання для створення модулю «Аналіз часових витрат на виконання робіт»
інформаційної системи ІТ-компанії

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі опис функціональних та
структурних особливостей предметної області, огляд сучасного стану розглянутої
проблеми, формулювання завдання розробки, опис структурних і функціональних
особливостей модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт», опис архітектури
об'єкта розробки на рівні функцій, розробка елементів інформаційного, програмного та
математичного забезпечення модуля, розробка User Experience (UX) та User Interface (UI)
рішень, синтез і обґрунтування засобів захисту інформації від несанкціонованого
доступу. опис пропозицій щодо впровадження та експлуатації об'єкта розробки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області та основних забезпечуючих систем	19.05.2025 – 20.05.2025	Виконано
2	Огляд і аналіз сучасного стану розглянутої проблеми, а також існуючих методів і засобів вирішення задач КВР	20.05.2025 – 21.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки	22.05.2025 – 23.05.2025	Виконано
4	Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій	24.05.2025 – 26.05.2025	Виконано
5	Розробка й обґрунтування елементів інформаційного забезпечення модуля	27.05.2025 – 28.05.2025	Виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів програмного забезпечення модуля	28.05.2025 – 29.05.2025	Виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів математичного забезпечення модуля	30.05.2025 – 01.06.2025	Виконано
8	Тестування та оцінка надійності функціонування програмних і технічних рішень	02.06.2025 – 04.06.2025	Виконано
	Синтез і обґрунтування засобів захисту інформації від несанкціонованого доступу	05.06.2025 – 06.06.2025	Виконано
9	Розробка UX та UI рішень	09.06.2025 – 10.06.2025	Виконано
10	Опис впровадження та експлуатації об'єкта розробки	11.06.2025 – 12.06.2025	Виконано
11	Перевірка на плагіат, нормоконтроль	13.06.2025	Виконано
12	Оформлення пояснювальної записки, підготовка графічних матеріалів	14.06.2025 – 15.06.2025	Виконано
13	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06.2025	Виконано
14	Захист кваліфікаційної роботи в екзаменаційній комісії	17.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач



(підпис)

Керівник роботи



(підпис)

ас. каф. ІУС Адріан КОЖАНОВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 59 сторінок, 20 рисунків, 10 таблиць, 1 додаток, 7 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, БІЗНЕС-АВІАЦІЯ, АНАЛІЗ ЧАСОВИХ ВИТРАТ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, МОДУЛЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ, ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процеси аналізу часових витрат на виконання робіт в компанії бізнес-авіації «Скайблю».

Метою роботи є розробка автоматизованого модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для інформаційної системи компанії «Скайблю», який забезпечить швидкий та точний аналіз використання робочого часу персоналу у сфері бізнес-авіації.

Методи дослідження включають аналіз існуючих процесів обліку часу, порівняльний аналіз програмних рішень, статистичні методи обробки даних, методи проектування інформаційних систем.

Проведено аналіз поточного стану процесів обліку часових витрат в компанії, виявлено недоліки ручного методу в Excel.

Спроектовано функціональну структуру модуля з підсистемами обліку, аналітичної обробки, планування та звітності.

Новизна результатів полягає в адаптації методів аналізу часових витрат до специфіки бізнес-авіації з урахуванням критично важливих операцій, таких як підготовка повітряних суден, технічне обслуговування та організація чартерних рейсів, а також інтеграції з існуючою архітектурою для забезпечення високої продуктивності та масштабованості системи.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work: 59 pages, 20 figures, 10 tables, 1 appendix, 7 sources.

AUTOMATION, BUSINESS AVIATION, TIME COST ANALYSIS, INFORMATION SYSTEM, MODULE, PROCESS OPTIMIZATION, RESOURCE PLANNING, PRODUCTIVITY, STATISTICAL ANALYSIS.

The object of this thesis is the analysis of time spent on work at the business aviation company Skybleu.

The goal is to develop an automated module called “Analysis of Time Spent on Work” for Skybleu's information system, which will provide quick and accurate analysis of how staff time is used in business aviation.

Research methods include analysis of existing time accounting processes, comparative analysis of software solutions, statistical methods of data processing, methods of designing information systems.

An analysis of the current state of time tracking processes in the company was conducted, and the shortcomings of the manual method in Excel were identified.

The functional structure of the module was designed with subsystems for accounting, analytical processing, planning, and reporting.

The novelty of the results lies in the adaptation of time tracking analysis methods to the specifics of business aviation, taking into account critical operations such as aircraft preparation, maintenance, and charter flight organization, as well as integration with existing company system architecture to ensure high performance and scalability.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки	7
Вступ.....	8
1 Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області	10
1.1 Огляд проведення аналізу часових витрат	10
1.2 Мета розробки модулю	11
1.3 Огляд існуючих засобів для аналізу часових витрат	12
2 Огляд і аналіз сучасного стану розглянутої задачі «Аналіз часових витрат на виконання робіт»	13
2.1 Аналіз та опис особливостей предметної області	13
2.2 Основні забезпечуючі функції.....	16
2.3 Вимоги до функціональної структури	17
3 Формулювання завдання розробки	20
3.1 Опис вимог до об'єкта розробки	20
3.1.1 Функціональні вимоги.....	21
3.1.2 Нефункціональні вимоги.....	22
3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки	23
4 Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій.....	25
5 Розробка й обґрунтування елементів інформаційного забезпечення модуля.....	28
6 Розробка й обґрунтування елементів математичного забезпечення модуля.....	36
7 Розробка й обґрунтування елементів програмного забезпечення модуля.....	39
8 Тестування та оцінка надійності функціонування програмних і технічних рішень	45
9 Синтез і обґрунтування засобів захисту інформації від несанкціонованого доступу	47

10 Пропозиції щодо експлуатації застосунку	48
Висновки	49
Перелік джерел посилання	50
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	51

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

ІС – інформаційна система

СУБД – система управління базами даних

API – Application Programming Interface

CI/CD – Continuous Integration/Continuous Deployment

CSV – Comma-Separated Values

DFD – Data Flow Diagram

HTTP – HyperText Transfer Protocol

JWT – JSON Web Token

KPI – Key Performance Indicators

OAuth – Open Authorization

RAID – Redundant Array of Independent Disks

RxJS – Reactive Extensions for JavaScript

SQL – Structured Query Language

SSD – Solid-State Drive

SSL – Secure Sockets Layer

ВСТУП

У сучасному конкурентному середовищі бізнес-авіації ефективно управління часовими ресурсами стає критично важливим фактором успіху компанії. Авіаційна індустрія характеризується високими вимогами до безпеки, точності та оперативності виконання завдань, де кожна хвилина може мати визначальне значення для забезпечення якості послуг та задоволення потреб клієнтів.

Компанії, що працюють у сфері бізнес-авіації, стикаються з численними викликами у плануванні та контролі часових витрат персоналу. Це пов'язано з різноманітністю операційних процесів, від підготовки повітряних суден до виконання чартерних рейсів, технічного обслуговування та адміністративних функцій. Кожен з цих процесів має свої специфічні вимоги та нормативи, що ускладнює централізований контроль та аналіз ефективності використання робочого часу.

Метою роботи є розробка автоматизованого модуля "Аналіз часових витрат на виконання робіт" для інформаційної системи (ІС) компанії "Скайблю". Цей модуль покликаний революціонізувати підхід до управління часовими ресурсами, забезпечуючи швидкий, точний та комплексний аналіз використання робочого часу персоналу. Автоматизація процесу аналізу дозволить скоротити час обробки даних з 4-6 днів до 3-5 хвилин та підвищити точність аналізу з 88% до 99%.

Розроблений модуль надасть менеджменту компанії потужний інструмент для виявлення неефективних процесів, оптимізації розподілу ресурсів та вдосконалення планування завдань.

Кваліфікаційну роботу виконано відповідно до вимог національних стандартів ДСТУ 3008:2015 [1], ДСТУ 8302:2015 [2], згідно з методичними вказівками [3] та враховує специфічні потреби авіаційної індустрії у сфері управління людськими ресурсами та оптимізації бізнес-процесів.

1 ЗМІСТОВНИЙ ОПИС ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд проведення аналізу часових витрат

Аналіз часових витрат виконується аналітиком у Microsoft Excel методом порівняльного аналізу з використанням КРІ та даних Time Tracking. Досліджуються підготовка повітряних суден, технічне обслуговування, організація чартерних рейсів і адміністративні функції. Дані з PostgreSQL експортуються у CSV, імпортуються в Excel і групуються за регіонами, типами операцій і департаментами.

Нормалізація даних проводиться вручну через Excel і умовне форматування, щоб врахувати регіональні особливості, такі як тип повітряного судна чи інфраструктура аеропорту.

Метрики, які використовуються для аналізу часових витрат на виконання завдання:

- середній час виконання операції (хвилини) — показує типову тривалість операції для порівняння з нормативними значеннями. Обчислюється як сума часу виконання всіх операцій, поділена на їх кількість;

- коефіцієнт варіації — характеризує стабільність виконання операцій. Визначається як відношення розкиду часу виконання до середнього часу;

- відхилення від нормативу (%) — показує, наскільки фактичний час відрізняється від запланованого у відсотковому вираженні. Розраховується як різниця між фактичним і нормативним часом, поділена на нормативний час і помножена на 100;

- відсоток операцій у межах нормативу (%) — визначає частку операцій, виконаних у встановлені терміни. Обчислюється як кількість операцій, виконаних у межах нормативного часу, поділена на загальну кількість операцій і помножена на 100;

— значущість різниць (p-value) — встановлює, чи є виявлені відмінності між регіонами статистично значущими.

Для розрахунків аналітик застосовує формули Excel, обчислюючи відхилення фактичного часу від нормативного. Зведені таблиці використовуються для порівняння показників між регіонами та типами операцій, щоб виявити розбіжності. Статистична значущість різниць перевіряється через інструмент «Аналіз даних» (t-тест для двох вибірок). Результати відображаються у стовпчикових діаграмах, створених майстром діаграм Excel.

Аналіз займає 4-6 днів через ручну нормалізацію даних. Точність становить 88% через помилки при обробці. Діаграми неінтерактивні, що ускладнює швидке виявлення проблем.

1.2 Мета розробки модулю

Метою розробки модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю» є створення автоматизованого інструменту, який забезпечить швидкий, точний і аналіз використання робочого часу персоналу. Модуль спрямований на підвищення операційної ефективності компанії шляхом виявлення неефективних процесів, оптимізації розподілу ресурсів і вдосконалення планування завдань у сфері бізнес-авіації.

Модуль замінить ручний аналіз у Microsoft Excel, який займає 4–6 днів і має точність 88%, на автоматизований процес, що скоротить час аналізу до 3–5 хвилин і підвищить точність до 99%. Він дозволить виконувати аналітичну роботу дозволяючи в будь-який час на основі зібраних даних провести аналітику діяльності, що дозволить оперативно виявляти роботи, які із-за певних причин тормозять весь процес. Він дозволить приймати більш обґрунтовані управлінські рішення, що дозволить підвищити якість управління послугами.

1.3 Огляд існуючих засобів для аналізу часових витрат

Аналіз часових витрат у компанії «Скайблю» виконується в Microsoft Excel із даними у форматі CSV, експортованими із системи Time Tracking, інтегрованої з PostgreSQL 16. Аналітик вручну нормалізує дані через фільтри та умовне форматування, враховуючи регіональні особливості групує їх за регіонами, операціями, департаментами. Метрики (середній час, коефіцієнт варіації, відхилення від нормативу) обчислюються формулами Excel. Зведені таблиці порівнюють показники, t-тест через «Аналіз даних» оцінює значущість відмінностей. Результати візуалізуються стовпчиковими діаграмами через майстер діаграм [4].

Альтернативи включають:

- «Toggl Track», «Harvest», «Clockify» забезпечують автоматизований облік часу, KPI-аналітику, API, офлайн-режим, але не адаптовані до бізнес-авіації та не підтримують глибокий статистичний аналіз;
- «Time Doctor» пропонує моніторинг продуктивності (скріншоти, активність), але має обмежену інтеграцію та не підтримує прогнозування;
- «Tableau», «Power BI» забезпечують інтерактивну візуалізацію, але потребують налаштування, не підтримують офлайн-режим і автоматичну нормалізацію для бізнес-авіації.

Технології, які зараз є на ринку, не вкладаються в вимоги до швидкості обробки і перекидання даних, інтеграції з існуючою архітектурою, роботи офлайн і напевно виходячи з даних прогнозу. Жодне з них не адаптоване під бізнес-авіацію і, зокрема, під контроль критичних операцій. Наприклад, Time Doctor дає змогу контролювати продуктивність через моніторинг активності, але інтегрується мало, а прогностичної функції взагалі немає. Tableau і Power BI дають можливість інтерактивно візуалізувати дані, але налаштування складне, офлайн доступу немає і не передбачено нюансів аналізу в авіабудуванні для автоматичної нормалізації даних [4].

2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗГЛЯНУТОЇ ЗАДАЧІ «АНАЛІЗ ЧАСОВИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ РОБІТ»

2.1 Аналіз та опис особливостей предметної області

Компанія «Скайблю» — провідна Сінгапурська компанія з надання послуг у сфері бізнес-авіації. Штаб-квартира «Скайблю» розташована в Індії, на перехресті Сходу і Заходу, і має стратегічні зв'язки з ключовими ринками Африки, Європи, Азії, Австралії та Америки [5].

Компанія пропонує повний спектр індивідуальних, комплексних та інтегрованих послуг ділової авіації для приватних осіб, компаній та урядів, що дозволяє їм зосередитися на ключових бізнес-процесах у своїх галузях. Ділова авіація — це поєднання швидкості, гнучкості, зручності, економічності, надійності і, звичайно ж, безпеки. Тому наявність досвідченого партнера вкрай важлива для того, щоб клієнти могли насолоджуватися повним комфортом і спокоєм, які забезпечує справді глобальна мережа [5].

З операційних баз на Близькому Сході, в США, Великобританії, Сінгапурі та Індії. «Скайблю» пропонує продаж нових і вживаних літаків, чартерні авіаперевезення, управління повітряними суднами, авіаційні послуги та послуги FBO (Fixed-Base Operator), консультування з питань комплектації повітряних суден, технічне обслуговування та консалтинг [5].

Компанія також займається наданням послуг із менеджменту, пошуку персоналу і навіть пошуку палива за привабливими цінами. Це дає змогу запропонувати замовнику уже готову інфраструктуру і необхідні зв'язки, які дозволять швидше налагодити бізнес і дадуть змогу зосередитись на масштабуванні бізнесу [5].

Нище на рисунку 2.1 зображено схему організаційної структури компанії «Скайблю»:

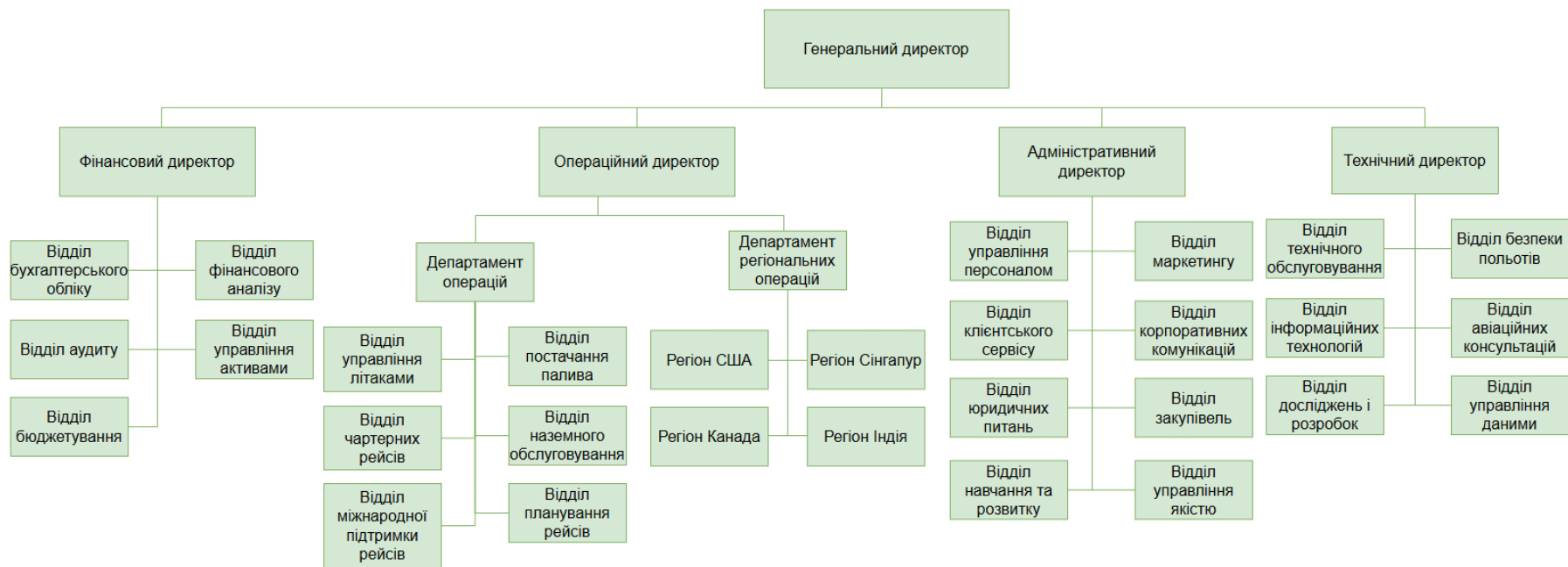


Рисунок 2.1 – Схема організаційної структури компанії «Скайбл»

Головним є генеральний директор, якому підпорядковуються чотири директори: фінансовий директор, операційний директор, адміністративний директор та технічний директор.

Фінансовий директор відповідає за департамент до складу якого входять такі відділи як: бухгалтерська служба, аналітичний відділ, аудиторська служба та відділ бюджетування. Цей департамент відповідає за всі фінансові питання компанії такі як: бухгалтерський облік, фінансове планування та звітність і т.п.

Операційний директор керує двома основними напрямками: польотними операціями та регіональним управлінням. Польотний підрозділ займається експлуатацією авіапарку, організацією чартерних рейсів, міжнародними перельотами та складанням польотних графіків. Регіональний підрозділ здійснює управління представництвами в Північній Америці та Азії через мережу територіальних керівників.

До сфери відповідальності операційного директора також входять відділ забезпечення паливом та служба наземного обслуговування. Ці підрозділи займаються закупівлею авіапалива, пошуком оптимальних варіантів поставок, а також технічним обслуговуванням повітряних суден.

Адміністративний директор відповідає за управління персоналом, маркетингові комунікації, обслуговування клієнтів, зовнішні зв'язки, юридичний супровід, навчальні програми для співробітників, процеси закупівель та контроль якості послуг.

Технічний директор очолює підрозділи, що займаються обслуговуванням техніки, забезпеченням авіаційної безпеки, впровадженням цифрових технологій, науково-дослідними роботами та управлінням інформаційними системами.

Запроваджена організаційна структура дозволяє компанії ефективно розподіляти обов'язки між підрозділами та забезпечує виконання авіаційних операцій відповідно до встановлених вимог.

2.2 Основні забезпечуючі функції

Уже існуюча ІС характеризується тим, що вона реалізована на базі .NET 8.0.15 із використанням фреймворку ASP.NET 4.8.0, фронтенд частина реалізована за допомогою фреймворку Angular версії 19.

Використовувана СУБД PostgreSQL 16, вся ІС розгорнута на сервері із операційною системою Ubuntu Linux Alpine 3.18.

Серверна частина розташована в місті Мумбаї, де знаходиться сервер, оснащений процесором Intel Xeon E5-2667 V2 із оперативною пам'яттю об'ємом 256 GB і оснащений 20-ма SSD – Samsung 3.84TB SAS 12.0 Gbps 2.5 PM1643a, налаштовано на роботу в RAID-5 заради забезпечення оптимальної відмовостійкості і роботи шляхом збереження місця, оскільки при переході на RAID-10 була б необхідність пожертвувати більше 50% місця.

ІС побудована на базі архітектури контейнеризації, за допомогою Docker 18.09. Для ефективного управління контейнерами використовується Kubernetes у якості управління контейнерами. У якості балансирувщика навантаження використовуються програма HAProxy та апаратне рішення Barracuda CloudGen SCB-6988A-BC3 Firewall Appliance- BNGF80B.

CI/CD налаштовано на базі GitLab [6], де кожен push у main приводить до розгортання на продакшені налаштованого за допомогою Jenkins, де спочатку проводиться тестування, а після успішних тестів усе деплоїться.

Комунікація між компонентами організована через RabbitMQ 3.12, що забезпечує асинхронний обмін повідомленнями та гарантує доставку даних між компонентами системи.

Резервне копіювання даних проходить щоденно о 6:00 за допомогою Veeam Backup & Replication 12. Архівні копії даних зберігають на окремому сховищі NetApp AFF A250 з гарантованим терміном зберігання 1 рік.

API задокументований за допомогою Open API (Swagger), також використовується GitBook, оскільки деякі ендпоінти можуть бути не

зрозумілими, тому найкращим виходом буде описати. Для автентифікації та авторизації використовується Identity Server 4 з підтримкою OAuth 2.0 та JWT токенів, це забезпечить безпеку шляхом підтвердження підпису.

Для мережевої інфраструктури використовується комутатор MikroTik CCR2216-1G-12XS-2XQ із пропускнуою здатністю до 100 Гбіт/с, частотою процесора - 2 ГГц 16 ядер, оперативною пам'яттю 16 ГБ, flash пам'ять 128 МБ із портами:

- 12 × 25G SFP28;
- 2 × 100G QSFP28;
- 1 × 1 Гбіт/с LAN;
- 1 × RJ-45 Console порт (для сервісного обслуговування);
- 2 × M.2 слот для SSD дисків (рекомендується використовувати

SSD диски до 1 TB).

Система витримує навантаження до 5000 одночасних користувачів з середнім часом відповіді на запит не більше 200 мс. Використовується кешування на API за допомогою Redis, тоді як на фронтенді використовується ng cache.

2.3 Вимоги до функціональної структури

Модуль «Аналіз часових витрат на виконання робіт» ІС компанії «Скайблю» повинен забезпечувати комплексний моніторинг та аналіз ефективності використання робочого часу працівників компанії при виконанні різноманітних операційних завдань. Функціональна структура модуля має відповідати специфіці бізнес-процесів компанії, що спеціалізується на наданні послуг у сфері бізнес-авіації.

Основними функціональними блоками модуля повинні стати підсистеми обліку часових витрат, аналітичної обробки даних, планування робочого

навантаження та формування звітності. Підсистема обліку часових витрат має забезпечувати точну фіксацію тривалості виконання робіт різними категоріями персоналу з можливістю класифікації за типами операцій, проектами, клієнтами та географічними регіонами. Особлива увага повинна приділятися обліку часу персоналу, задіяного у критично важливих операціях, таких як підготовка повітряних суден до вильоту, проведення технічного обслуговування та організація чартерних рейсів.

Аналітична підсистема має містити інструменти для багатовимірного аналізу зібраних даних з метою виявлення неефективних процесів, визначення причин перевищення часових нормативів та оцінки продуктивності окремих працівників і підрозділів. Функціонал аналітичної підсистеми має включати механізми прогнозування часових витрат на основі історичних даних із застосуванням методів статистичного аналізу та машинного навчання для підвищення точності планування.

Підсистема планування робочого навантаження повинна забезпечувати інструменти для встановлення часових нормативів на типові операції, оптимального розподілу завдань між працівниками з урахуванням їх кваліфікації та поточного завантаження, а також планування потреби в персоналі на короткострокову та середньострокову перспективу. Функціональність цієї підсистеми має бути інтегрована з процесами управління польотними операціями для забезпечення ефективного планування робочого часу льотного та наземного персоналу.

Підсистема формування звітності має надавати інструменти для створення комплексних аналітичних звітів про часові витрати в різних розрізах: за департаментами, проектами, типами операцій, часовими періодами. Особлива увага має приділятися візуалізації даних через інтерактивні дашборди з можливістю гнучкого налаштування представлення інформації відповідно до потреб різних категорій користувачів: від лінійних керівників до топ-менеджменту компанії.

Модуль повинен мати засоби інтеграції з іншими компонентами ІС компанії «Скайблю», зокрема з підсистемами управління персоналом, планування польотів, фінансового обліку та управління проектами. Це забезпечить можливість комплексного аналізу ефективності використання часових ресурсів у взаємозв'язку з фінансовими показниками та операційними результатами діяльності компанії.

Архітектура модуля має враховувати специфіку підходу, що використовується в існуючій ІС, та забезпечувати високу продуктивність при обробці значних обсягів даних про часові витрати персоналу, який працює у різних географічних локаціях. Необхідна підтримка режиму офлайн-роботи з подальшою синхронізацією, що критично важливо для забезпечення безперервного обліку часу персоналу під час виконання польотних завдань або роботи у віддалених регіонах.

Інтерфейс користувача модуля має бути інтуїтивно зрозумілим, адаптованим під різні категорії персоналу та підтримувати багатомовність з урахуванням географії діяльності компанії. Модуль повинен забезпечувати диференційований доступ до функціональності відповідно до ролей користувачів у системі та їх повноважень щодо перегляду та редагування даних про часові витрати.

Модуль має надавати інструменти для оцінки економічної ефективності використання робочого часу шляхом співставлення часових витрат з вартісними показниками та результатами діяльності. Ця функціональність дозволить формувати обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації процесів та підвищення загальної операційної ефективності компанії «Скайблю».

3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ

3.1 Опис вимог до об'єкта розробки

Мета створення модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю» полягає в розробці автоматизованого інструменту, який забезпечить швидкий і точний аналіз використання робочого часу персоналу. Цей модуль спрямований на підвищення операційної ефективності компанії, що працює у сфері бізнес-авіації, шляхом виявлення неефективних процесів, оптимізації розподілу ресурсів і вдосконалення планування завдань. Об'єктом автоматизації є процеси обліку та аналізу часових витрат працівників, задіяних у підготовці повітряних суден, технічному обслуговуванні, організації чартерних рейсів та адміністративних функціях.

Автоматизація спрямована на заміну ручного аналізу, який виконується в Microsoft Excel і займає 4–6 днів із точністю 88%, на швидкий автоматизований процес, що скоротить час аналізу до 3–5 хвилин і підвищить точність до 99%. Модуль має забезпечити оперативне виявлення операцій, які затримують процеси, та сприяти прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. Робота модуля передбачає інтеграцію з існуючою ІС «Скайблю», що функціонує в Мумбаї, Індія, та підтримує діяльність компанії в різних регіонах.

Модуль не зможе функціонувати за умов технічних збоїв, таких як відмова серверного обладнання, проблеми з програмним забезпеченням або мережею. Відсутність електропостачання чи стабільного інтернет-з'єднання також унеможливить його роботу. Неповна або відсутня інформація в базі даних (БД), недостатня підготовка персоналу до використання системи, неправильна конфігурація програмного забезпечення чи неможливість авторизації користувачів є критичними перешкодами. Зовнішні фактори, такі як географічна віддаленість операційних баз, також можуть вплинути на синхронізацію даних у режимі офлайн.

У межах модуля передбачено два типи користувачів: аналітик і менеджер. Аналітик відповідає за обробку даних про часові витрати, їх нормалізацію, аналіз і підготовку звітів. Менеджер використовує звіти та дашборди для прийняття рішень щодо оптимізації процесів, розподілу ресурсів і планування завдань. Аналітик фіксує час виконання операцій, класифікує їх за типами, регіонами та департаментами, а також проводить статистичний аналіз. Менеджер переглядає інтерактивні звіти, коригує нормативи та призначає завдання.

3.1.1 Функціональні вимоги

Модуль «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю» має надавати наступний функціонал:

Модуль забезпечує аутентифікацію користувачів для доступу до системи. Аналітики відстежують дані про часові витрати в реальному часі та отримують сповіщення про завершення збору даних. Система передбачає окремі інтерфейси для аналітиків і менеджерів відповідно до їхніх ролей. Аналітики завантажують дані, нормалізують їх з урахуванням регіональних особливостей і проводять аналіз часових витрат. Менеджери призначають завдання аналітикам, переглядають звіти та коригують нормативи часу для операцій.

Система генерує звіти з ключовими метриками, включаючи середній час виконання операції, коефіцієнт варіації та відхилення від нормативу. Звіти містять інтерактивні дашборди з можливістю фільтрації за регіонами, департаментами та часовими періодами. Модуль інтегрується з підсистемами управління персоналом і польотними операціями для комплексного аналізу даних. Аналітична підсистема прогнозує часові витрати на основі історичних даних.

Модуль підтримує роботу в офлайн-режимі з можливістю подальшої синхронізації даних. Користувачі можуть експортувати звіти у форматі PDF. Система дозволяє фільтрувати операції за регіонами, департаментами, типами операцій та періодами часу. Аналітики переглядають деталі операцій, включаючи назву, тип, регіон, департамент, фактичний і нормативний час, статус та ефективність, з можливістю редагування або видалення записів.

Менеджери аналізують продуктивність персоналу за показниками ефективності, рейтингу та середнього часу виконання завдань. Система відображає дані про використання повітряних суден, включаючи кількість операцій, середній час і витрати на технічне обслуговування. Користувачі налаштовують мову інтерфейсу, часовий пояс, сповіщення та автооновлення даних.

3.1.2 Нефункціональні вимоги

Нефункціональні вимоги визначають якісні характеристики роботи модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю».

Модуль забезпечує високу продуктивність під час обробки пікових навантажень, таких як одночасний аналіз даних з кількох регіональних баз. Час відгуку інтерфейсу при перегляді дашбордів, звітів чи фільтрації даних не перевищує 2 секунд. Система обробляє до 5000 одночасних запитів без зниження продуктивності.

Архітектура модуля підтримує масштабування для забезпечення зростання кількості користувачів і обсягів даних. Це включає можливість додавання нових серверів і оптимізації БД.

Безпека модуля гарантує захист конфіденційної інформації компанії та даних користувачів. Система забезпечує багаторівневу авторизацію з різними рівнями доступу для аналітиків і менеджерів.

Надійність і доступність модуля передбачають безперебійну роботу з мінімальним часом простою, тобто 99.9% всього часу роботи модулю є часом безвідмовної роботи. Система забезпечує резервне копіювання даних і швидке відновлення після збоїв з мінімальною втратою інформації. Технічне обслуговування проводиться в неробочі години, щоб уникнути впливу на користувачів.

Зручність використання модуля досягається завдяки інтуїтивному інтерфейсу з чіткою навігацією та швидким доступом до основних функцій. Інтерфейс підтримує багатомовність, включаючи англійську, хінді та маратхі, для зручності користувачів з різних регіонів. Система адаптована для роботи на десктопах, планшетах і смартфонах з адаптивним дизайном для різних розмірів екранів.

Модуль забезпечує сумісність з іншими компонентами ІС компанії «Скайблю», включаючи підсистеми управління персоналом, польотними операціями та фінансовими даними. Система відповідає сучасним стандартам веб-розробки та протоколам обміну даними для забезпечення легкої інтеграції.

3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки

Мета розробки модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю» полягає у створенні ефективного, надійного та зручного інструменту для автоматизованого аналізу використання робочого часу персоналу.

Модуль спрямований на оптимізацію операційних процесів компанії у сфері бізнес-авіації, підвищення продуктивності працівників, скорочення неефективних витрат часу та підтримку обґрунтованих управлінських рішень.

Описана мета вважатиметься досягнутою за умови відповідності оцінки ефективності модуля наступним критеріям. Час аналізу даних скорочується з 4–6 днів до 3–5 хвилин.

Точність аналізу підвищується з 88% до 99%. Відхилення від нормативного часу виконання операцій зменшується на 30%. Частка операцій, виконаних у межах нормативного часу, досягає 95%. Продуктивність персоналу зростає на 20% завдяки автоматизації рутинних завдань.

4 ОПИС АРХІТЕКТУРИ ОБ'ЄКТА РОЗРОБКИ НА РІВНІ ФУНКЦІЙ

Архітектура модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» розроблена з метою забезпечення ефективного управління процесами аналізу часу, оптимізації операційних процесів та підтримки прийняття управлінських рішень. Модуль складається з набору елементів, інтерфейсів і компонентів, кожен з яких виконує специфічні функції для забезпечення загальної продуктивності, зручності використання та аналітичної цінності. Основні функціональні елементи модуля включають: функцію аутентифікації, дашборд, рішення з аналізу часу виконання операцій, аналізу персоналу, аналізу повітряних суден, функцію звітності та можливість налаштовувати параметри роботи модулю.

В рамках модуля виконуються такі основні функції:

- аутентифікація;
- аналіз ключових показників ефективності;
- аналіз часових витрат за операціями, персоналом та повітряними суднами;
- формування звітів.

Аутентифікація користувачів є першою та критично важливою функцією системи, що забезпечує безпечний доступ до даних. Користувачі (аналітики, менеджери) вводять свої облікові дані через веб-інтерфейс. Система перевіряє коректність даних (наявність заповнених полів, валідність, мінімальну довжину) та порівнює їх із збереженими обліковими даними. Успішна аутентифікація відкриває доступ до відповідних функцій модуля, а невдала повертає повідомлення про помилку.

Аналіз ключових показників ефективності (KPI) виконується через дашборд, який відображає агреговані метрики, такі як загальна кількість операцій, середній час виконання, ефективність та економія витрат. Ця функція включає відображення графіків (динаміка часових витрат,

продуктивність департаментів) та регіонального аналізу, що допомагає швидко оцінити стан операційних процесів.

Детальний аналіз часових витрат охоплює три підфункції:

- аналіз операцій: дозволяє фільтрувати операції за регіоном, департаментом, періодом часу чи типом (наприклад, підготовка судна, технічне обслуговування). Користувачі переглядають таблиці з деталями операцій (назва, час, статус, ефективність) та графіки, що порівнюють середній час і ефективність;

- аналіз персоналу: надає дані про продуктивність працівників, включаючи кількість виконаних операцій, середній час, ефективність та рейтинги. Відображаються у вигляді таблиць та гістограм для порівняння;

- аналіз повітряних суден: аналізує використання авіапарку (операції, середній час, рівень використання, витрати на технічне обслуговування) через таблиці та графіки.

Формування звітів забезпечує експорт аналітичних даних у форматі PDF. Користувачі можуть генерувати звіти на основі відфільтрованих даних про операції, персонал чи судна за вибраний період. Звіти включають ключові метрики, графіки та деталізовані таблиці, що полегшують аналіз та звітність.

Для глибшого розуміння бізнес-процесу «Аналіз часових витрат на виконання робіт» побудовано діаграми потоку даних (Data Flow Diagram, DFD), яка відображає рух інформації між компонентами системи. DFD допомагає чітко представити, як дані обробляються та передаються між модулями, забезпечуючи прозорість процесів.

На рисунку 4.1 зображено контекстну DFD, що показує взаємодію модуля з зовнішніми суб'єктами (користувачами, БД). Вхідними потоками є дані про операції, персонал, судна та запити користувачів, а вихідними – аналітичні звіти та візуалізації. Модуль взаємодіє з БД для зберігання та отримання інформації.



Рисунок 4.1 – Контекстна DFD модуля аналізу часових витрат ІС компанії «Скайблю»

На рисунку 4.2 представлено DFD-діаграму декомпозиції першого рівня, яка деталізує основні функції:

- аналіз ключових показників ефективності;
- аналіз часових витрат за операціями, персоналом і повітряними суднами;
- формування звітів.

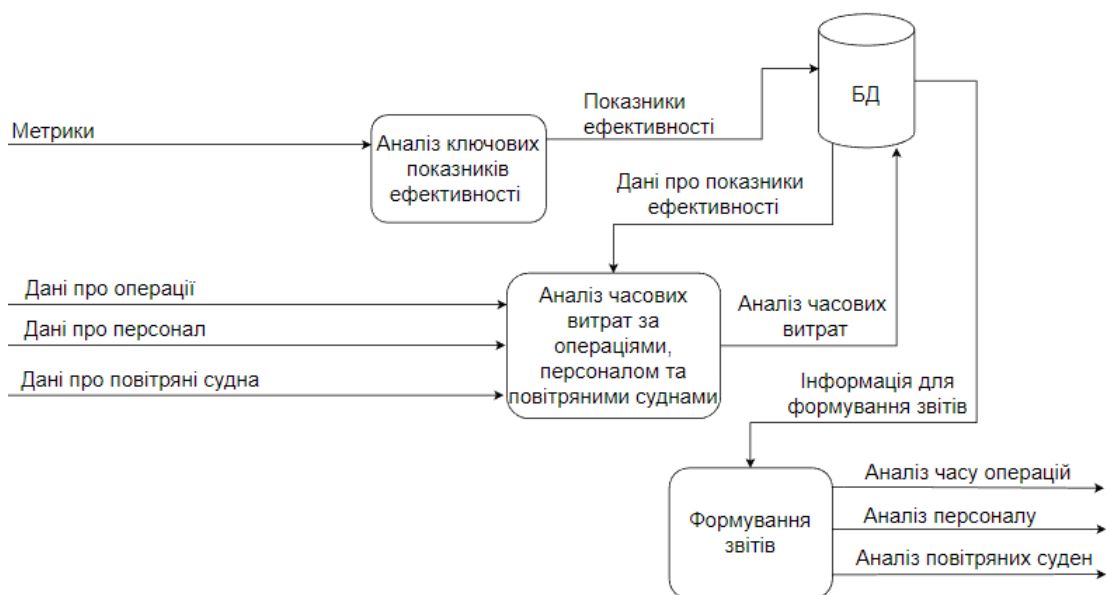


Рисунок 4.2 – DFD декомпозиції першого рівня модуля аналізу часових витрат ІС компанії «Скайблю»

5 РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

Для модуля розроблено сховище даних за схемою «зірка», що складається з центральної таблиці фактів (Fact_Operations) та пов'язаних таблиць вимірів (Dim_Region, Dim_Department, Dim_Staff, Dim_Aircraft, Dim_OperationType, Dim_Date). Схема «зірка» обрана через її ефективність для аналітичних запитів, що включають агрегацію даних (наприклад, середній час, ефективність, витрати) у різних розрізах (регіон, департамент, час).

Першим кроком є визначення сутностей БД. У системі їх сім, включаючи одну таблицю фактів і шість таблиць вимірів. Детальна інформація про сутності наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Відомості про сутності

Ім'я сутності	Опис сутності	Призначення
1	2	3
Fact_Operations	Дані про операції (підготовка судна, технічне обслуговування тощо)	Центральна таблиця фактів, що зберігає метрики для аналізу часу, витрат та ефективності операцій.
Dim_Region	Дані про регіони (Азія, Європа, Америка тощо)	Допоміжна таблиця для аналізу операцій у розрізі географічних регіонів.
Dim_Department	Дані про департаменти (польотні операції, технічне обслуговування тощо)	Допоміжна таблиця для аналізу продуктивності департаментів.

Кінець таблиці 5.1

1	2	3
Dim_Staff	Дані про працівників (аналітики, пілоти, технічний персонал)	Допоміжна таблиця для оцінки ефективності та рейтингу працівників.
Dim_Aircraft	Дані про повітряні судна (Gulfstream G650, Bombardier Global 7500 тощо)	Допоміжна таблиця для аналізу використання та витрат на судна.
Dim_OperationType	Дані про типи операцій (підготовка, техобслуговування, чартер тощо)	Допоміжна таблиця для класифікації операцій за типами.
Dim_Date	Дані про часові періоди (день, місяць, рік, квартал)	Допоміжна таблиця для аналізу часових серій та трендів.

Після визначення сутностей встановлено зв'язки між ними та їхню кардинальність. Відомості про зв'язки наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Відомості про зв'язки між сутностями

Назва першої сутності	Назва другої сутності	Кардинальність
Fact_Operations	Dim_Region	1:M
Fact_Operations	Dim_Department	1:M
Fact_Operations	Dim_Staff	1:M
Fact_Operations	Dim_Aircraft	1:M
Fact_Operations	Dim_OperationType	1:M
Fact_Operations	Dim_Date	1:M

Для кожної сутності визначено атрибути, що описують їхні характеристики. Нижче наведено описи атрибутів для всіх сутностей у таблицях 5.3–5.9.

Таблиця 5.3 – Відомості про атрибути сутності «Fact_Operations»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
1	2	3	4	5
operation_id	Унікальний ідентифікатор операції	Number	Ні	PK
region_id	Ідентифікатор регіону	Number	Ні	FK
department_id	Ідентифікатор департаменту	Number	Ні	FK
staff_id	Ідентифікатор працівника	Number	Так	FK
aircraft_id	Ідентифікатор судна	Number	Так	FK
operation_type_id	Ідентифікатор типу операції	Number	Ні	FK
date_id	Ідентифікатор дати	Date	Ні	FK
actual_time	Фактичний час виконання (хв)	Float	Ні	
normative_time	Нормативний час виконання (хв)	Float	Ні	
cost	Витрати на операцію (USD)	Float	Так	

Кінець таблиці 5.3

1	2	3	4	5
efficiency	Ефективність (%)	Float	Hi	
status	Статус (normal, delayed, critical)	String	Hi	
priority	Пріоритет (high, medium, low)	String	Hi	
operation_count	Кількість операцій (для агрегації)	Number	Hi	

Таблиця 5.4 – Відомості про атрибути сутності «Dim_Region»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
region_id	Унікальний ідентифікатор регіону	Number	Hi	PK
region_name	Назва регіону (Азія, Європа тощо)	String	Hi	
total_operations	Загальна кількість операцій	Number	Так	
avg_time	Середній час виконання (хв)	Float	Так	
efficiency	Середня ефективність (%)	Float	Так	
countries	Список країн у регіоні	String	Так	

Таблиця 5.5 – Відомості про атрибути сутності «Dim_Department»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
department_id	Унікальний ідентифікатор	Number	Ні	PK
department_name	Назва департаменту	String	Ні	
budget	Бюджет департаменту (USD)	Float	Так	
spent	Витрати департаменту (USD)	Float	Так	
staff_count	Кількість працівників	Number	Так	
avg_salary	Середня зарплата (USD)	Float	Так	
performance	Продуктивність (%)	Float	Так	

Таблиця 5.6 – Відомості про атрибути сутності «Dim_Staff»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
1	2	3	4	5
staff_id	Унікальний ідентифікатор	Number	Ні	PK
staff_name	ПІБ працівника	String	Ні	
department_id	Ідентифікатор департаменту	Number	Ні	FK

Кінець таблиці 5.6

1	2	3	4	5
avg_time	Середній час виконання (хв)	Float	Так	
operations	Кількість виконаних операцій	Number	Так	
efficiency	Ефективність (%)	Float	Так	
rating	Рейтинг працівника	Float	Так	
experience	Досвід (роки)	Number	Так	
salary	Зарплата (USD)	Float	Так	

Таблиця 5.7 – Відомості про атрибути сутності «Dim_Aircraft»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
aircraft_id	Унікальний ідентифікатор	Number	Ні	PK
model	Модель судна	String	Ні	
operations	Кількість операцій	Number	Так	
avg_time	Середній час виконання (хв)	Float	Так	
utilization	Рівень використання (%)	Float	Так	
maintenance_cost	Витрати на ТО (USD)	Float	Так	

Таблиця 5.8 – Відомості про атрибути сутності «Dim_OperationType»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
operation_type_id	Унікальний ідентифікатор	Number	Ні	PK
type_name	Назва типу операції	String	Ні	
avg_time	Середній час виконання (хв)	Float	Так	
total_operations	Загальна кількість операцій	Number	Так	
efficiency	Ефективність (%)	Float	Так	

Таблиця 5.9 – Відомості про атрибути сутності «Dim_Date»

Атрибут	Опис	Тип даних	NULL	Ключ
date_id	Унікальний ідентифікатор дати	Date	Ні	PK
day	День	Number	Ні	
month	Місяць	Number	Ні	
year	Рік	Number	Ні	
quarter	Квартал	String	Так	
day_of_week	День тижня	String	Так	

Логічна та фізична моделі даних розроблені на рисунках 5.1 і 5.2 відповідно. Логічна модель відображає сутності, їхні атрибути та зв'язки, тоді як фізична модель деталізує типи даних, індекси та обмеження.

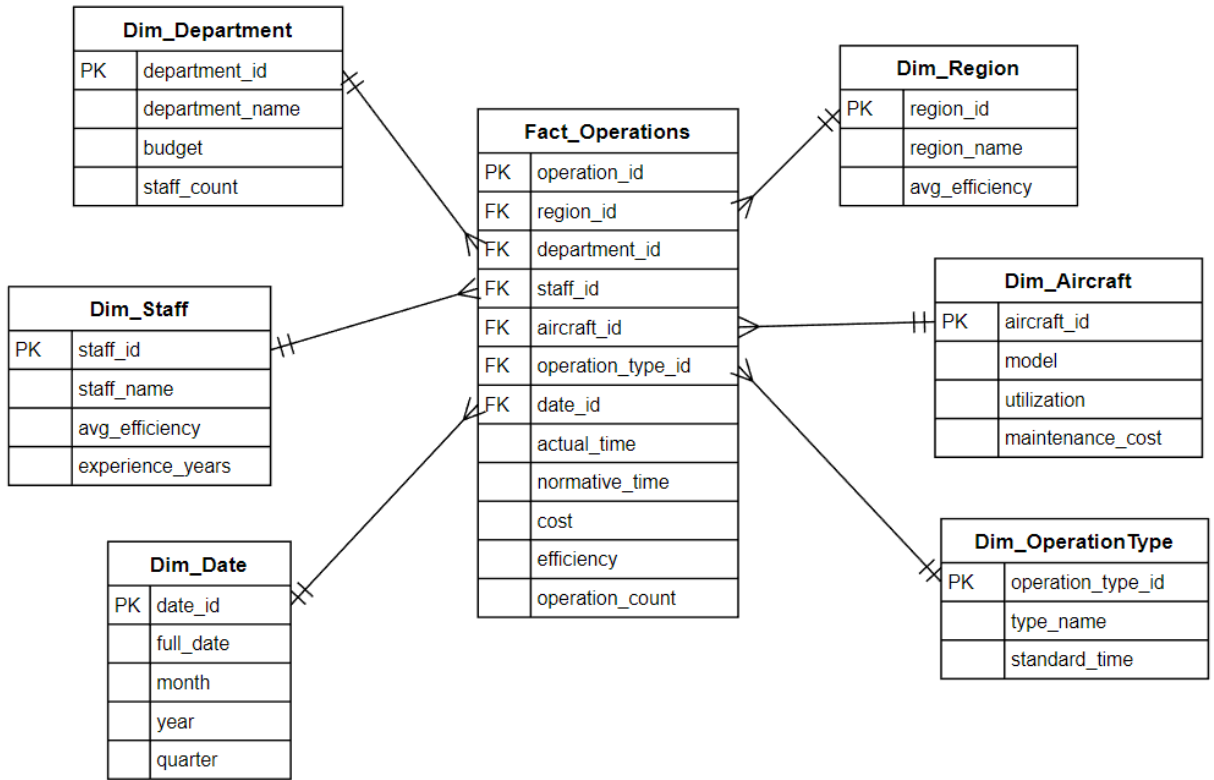


Рисунок 5.1 – Схема логічної моделі даних модуля

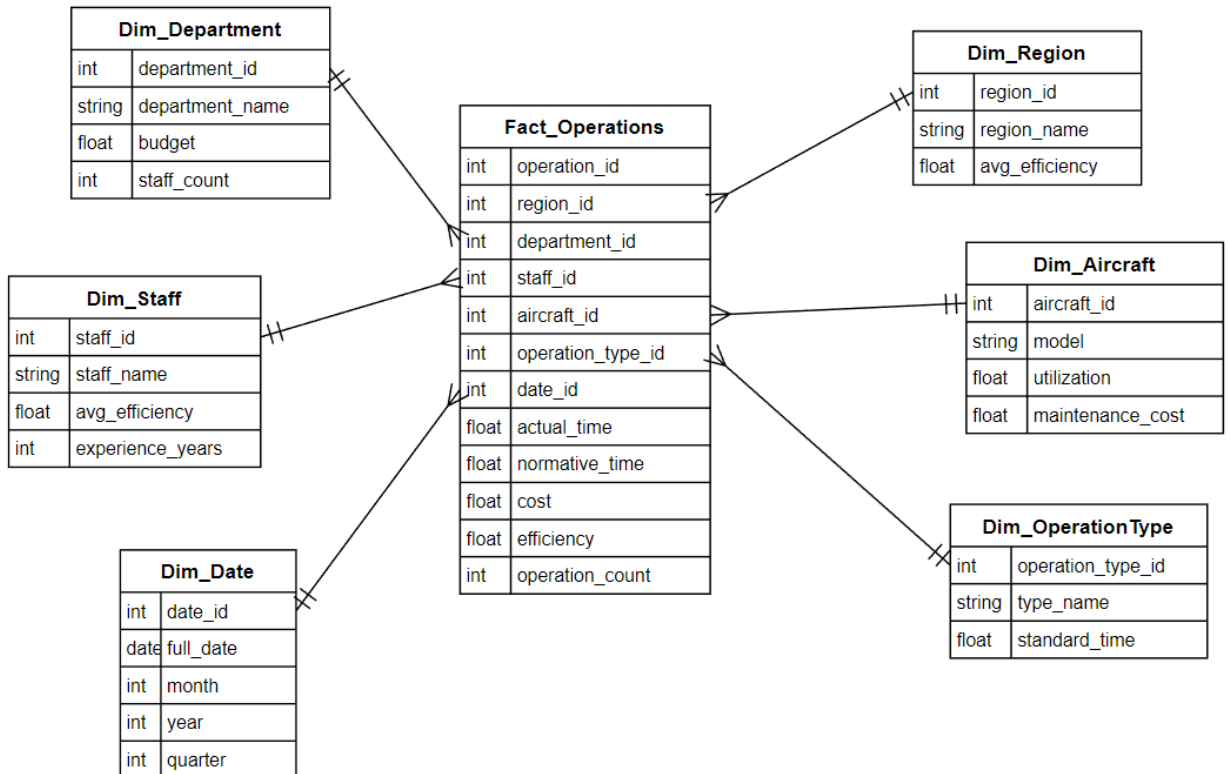


Рисунок 5.2 – Схема фізичної моделі даних модуля

6 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

Алгоритм розрахунку коефіцієнта ефективності є надзвичайно ефективним рішенням для компанії "Скайблю" завдяки своїй унікальній здатності перетворювати складні багатовимірні дані в зрозумілі та дієві показники. Цей метод працює як розумний фільтр, який автоматично виділяє найважливішу інформацію з величезних масивів операційних даних.

Ключова перевага методу полягає в його детерміністичності. На відміну від складних алгоритмів машинного навчання, які можуть давати непередбачувані результати, цей підхід завжди видає однозначний і пояснюваний результат. Кожен менеджер може зрозуміти, чому конкретна операція отримала певний рейтинг ефективності, що критично важливо в авіаційній галузі, де прозорість процесів є питанням безпеки.

Адаптивність алгоритму до реального бізнес-середовища проявляється через його здатність працювати з неповними або нестандартними даними. В умовах, коли операції можуть проводитися в різних часових поясах, з різними типами обладнання і персоналом різної кваліфікації, метод зберігає свою точність та релевантність результатів.

Автоматична класифікація є особливо цінною характеристикою, оскільки вона звільняє аналітиків від рутинної роботи з категоризації операцій. Рішення само визначає, які процеси потребують негайної уваги, а які функціонують в межах норми. Це дозволяє фокусувати людські ресурси на вирішенні реальних проблем замість пошуку цих проблем.

Гнучкість налаштувань методу дозволяє компанії адаптувати його під специфічні потреби різних департаментів. Польотні операції мають одні критерії ефективності, технічне обслуговування - інші, а адміністративні процеси - треті. Алгоритм легко налаштовується під ці відмінності без зміни основної логіки.

Мінімальні вимоги до обчислювальних ресурсів роблять цей метод ідеальним для розподіленої архітектури компанії з операційними базами по всьому світу. Алгоритм може працювати навіть на обмежених серверних потужностях, що особливо важливо для віддалених локацій з поганою інтернет-інфраструктурою.

Найбільшою перевагою є здатність методу давати миттєвий зворотний зв'язок. Менеджери отримують актуальну інформацію про стан операцій практично в реальному часі, що дозволяє швидко реагувати на проблеми до того, як вони переростуть у серйозні збої в роботі авіакомпанії.

Ефективність часу розраховується як відношення нормативного часу до фактичного, виражене у відсотках:

$$E_i = \frac{T_{norm}}{T_{actual}} \times 100\%,$$

де T_{norm} – нормативний час виконання операції (одиниці часу);

T_{actual} – фактичний час виконання операції (одиниці часу).

Середнє значення ефективності всіх операцій у департаменті:

$$E_{dept} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \times 100\%,$$

де n – кількість операцій у департаменті;

E_i – ефективність i -ї операції.

Розраховується як зважене середнє ефективності операцій з урахуванням їх пріоритетів:

$$E_{weighted} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times E_i)}{\sum_{i=1}^n W_i},$$

де W_i – вага пріоритету i -ї операції;

E_i – ефективність i -ї операції.

Відображає відносне відхилення фактичного часу від нормативного:

$$D_i = \frac{|T_{actual} - T_{norm}|}{T_{norm}} \times 100\%,$$

де T_{norm} – нормативний час виконання операції (одиниці часу);

T_{actual} – фактичний час виконання операції (одиниці часу).

Статус операції визначається на основі її ефективності E_i (1):

$$Status = \begin{cases} normal, \text{ якщо } E_i \geq 95\%, \\ delayed, \text{ якщо } 75\% \leq E_i < 95\%, \\ critical, \text{ якщо } E_i < 75\%. \end{cases}$$

7 РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

Архітектура модуля «Аналіз часових витрат» побудована на принципах організації з чітким розподілом відповідальності між компонентами/модулями. Серверна частина реалізована на платформі ASP.NET Core 8.0.15 [7], яка забезпечує високу продуктивність обробки HTTP-запитів та ефективну інтеграцію з Entity Framework Core для роботи з MariaDB. Вибір ASP.NET обумовлений потужними можливостями, вбудованою підтримкою асинхронного програмування та розширеною екосистемою бібліотек для корпоративних рішень.

Клієнтська частина розроблена з використанням Angular 19, що забезпечує створення динамічного користувацького інтерфейсу з реактивним програмуванням через RxJS. Framework обрано через зрілість екосистеми, потужні інструменти розробки, TypeScript-підтримку та ефективну систему компонентів для побудови масштабованих додатків. Інтерфейс оптимізовано для роботи з великими обсягами аналітичних даних через віртуалізацію списків та lazy loading компонентів.

СУБД MariaDB вибрана як основне сховище даних завдяки високій продуктивності при роботі з аналітичними запитами та покращеними можливостями масштабування. Структура БД оптимізована під специфіку часових даних з використанням партиціонування таблиць за датами та створенням композитних індексів для прискорення аналітичних запитів.

Платформа Apache Kafka обрана забезпечення асинхронної комунікації між компонентами, ця платформа має здатність обробляти велику кількість подій одночасно, гарантує доставку повідомлень і можливість масштабування для майбутнього доповнення функціоналу. Конфігурація Kafka включає реплікацію даних між географічно розподіленими центрами обробки даних компанії для забезпечення відмовостійкості.

Безпека системи побудована на основі Identity Server 4 з підтримкою протоколів OAuth 2.0 та OpenID Connect. Реалізовано багаторівневу аутентифікацію, шифрування даних у транзиті та у спокої, а також детальне аудіювання всіх операцій з часовими даними працівників.

Розгортання та оркестрація здійснюються через Kubernetes з автоматичним масштабуванням подів на основі навантаження. CI/CD pipeline побудовано на GitLab з автоматизованим тестуванням, контейнеризацією через Docker та поетапним розгортанням у тестовому та продуктивному середовищах.

На рисунках 7.1–7.5 показані екранні форми взаємодії з модулем.

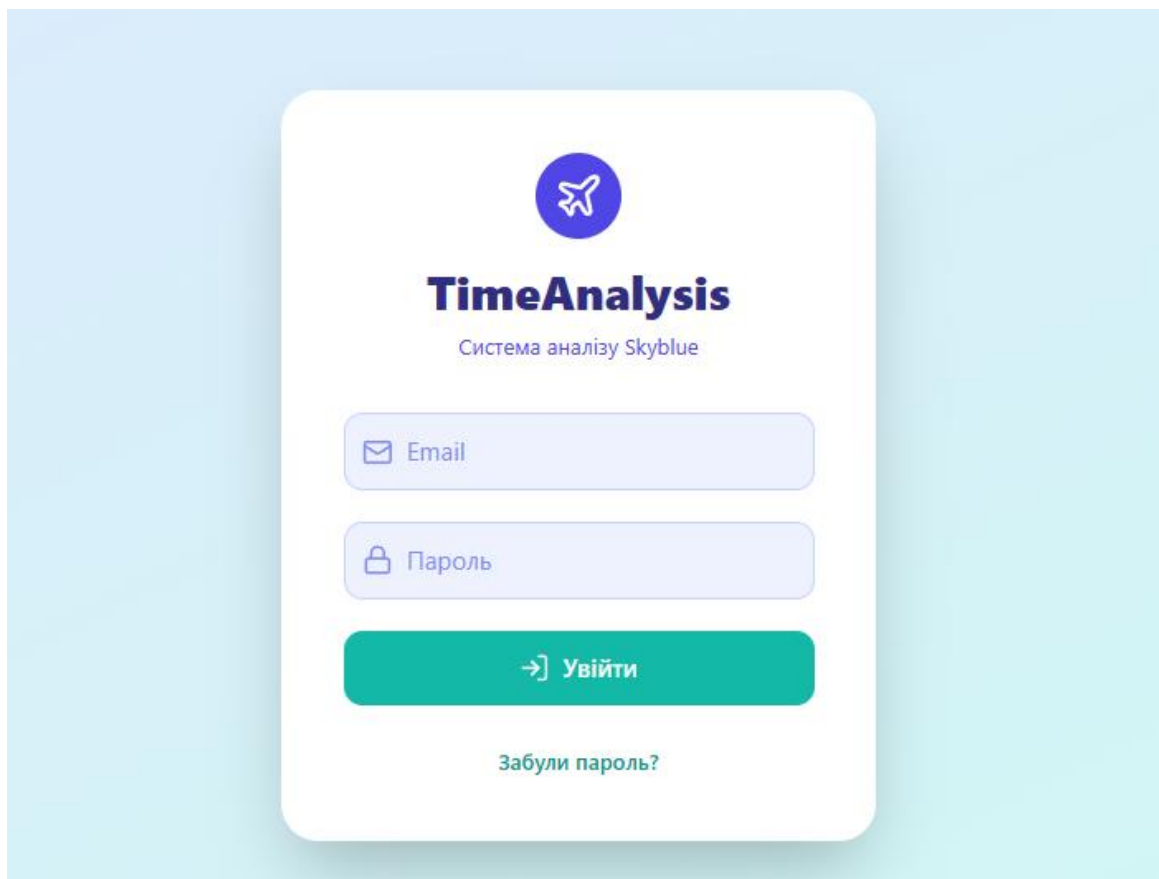


Рисунок 7.1 – Екранна форма «Входу»

Дашборд

Загальні операції

3 420

↑ +12% від минулого місяця



Середній час

156 хв

↑ +8% від норми



Ефективність

82%

↑ +5% покращення



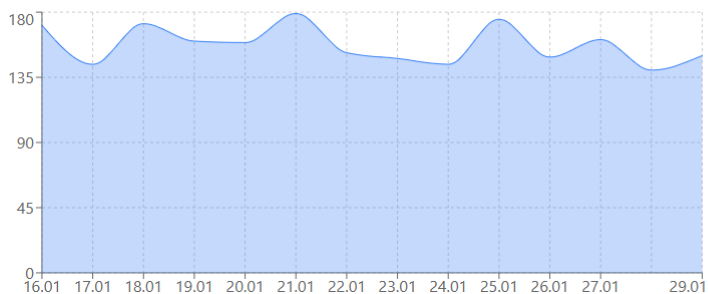
Економія коштів

\$340 000

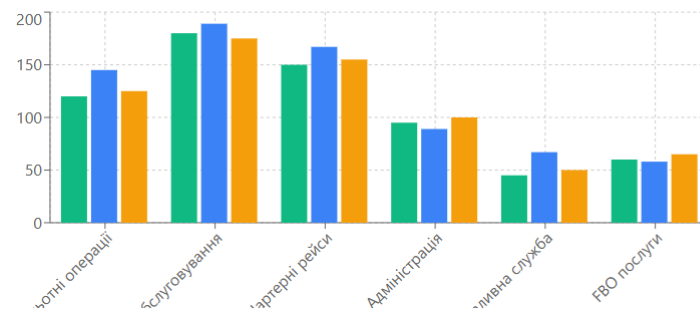
↑ Прогноз: \$450 000



Динаміка часових витрат



Продуктивність по департаментах



Глобальний аналіз по регіонах

Азія

Операції:

1245

Середній час:

156 хв

Ефективність:

78%

Європа

Операції:

987

Середній час:

142 хв

Ефективність:

82%

Америка

Операції:

756

Середній час:

168 хв

Ефективність:

75%

Близький Схід

Операції:

432

Середній час:

134 хв

Ефективність:

85%

Африка

Операції:

298

Середній час:

149 хв

Ефективність:

79%

Рисунок 7.2 – Екранна форма «Головна сторінка»

Аналіз часу операцій

Фільтри та пошук операцій

Пошук операцій

Регіон

Департамент

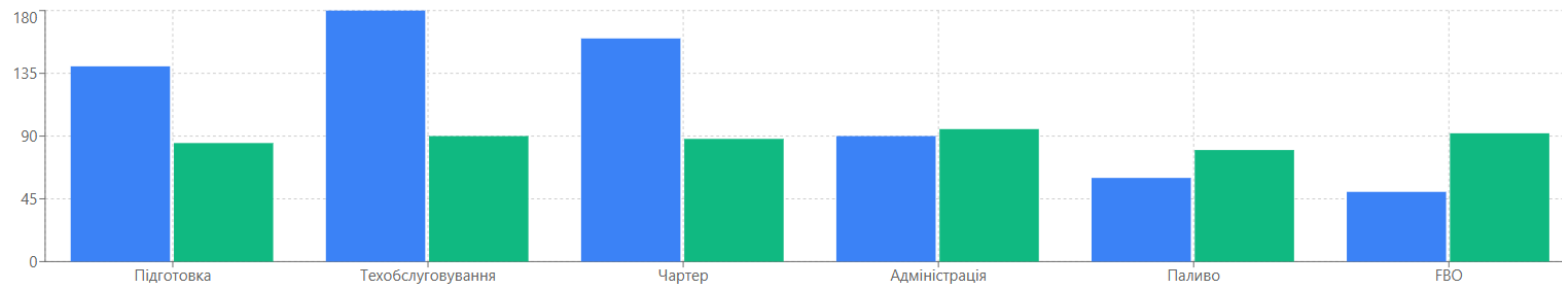
Застосувати

Період часу

Тип операції

Експорт PDF

Аналіз часу по типах операцій



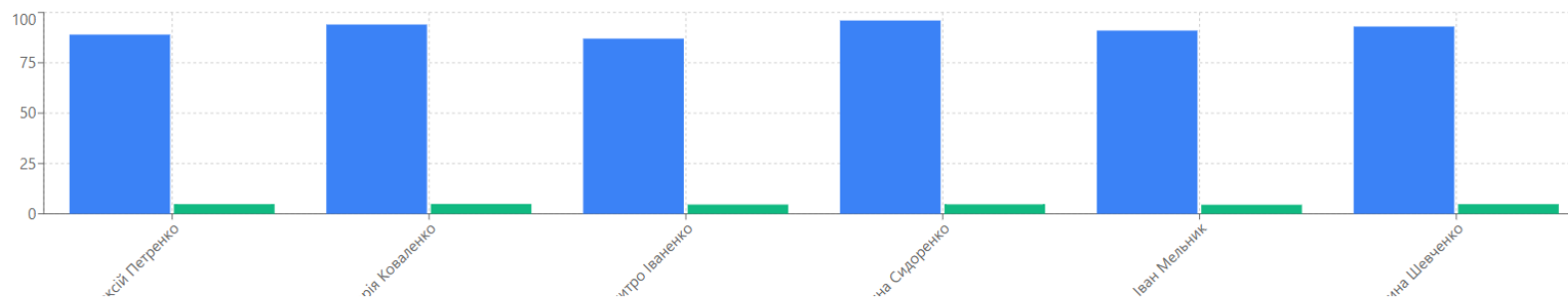
Деталі операцій

Назва	Тип	Регіон	Департамент	Час (факт/норма)	Статус	Ефективність	Дії
Підготовка повітряного судна	Підготовка	Азія	Польотні операції	145/120 хв	delayed	83%	👁️ 📄 🗑️
Технічне обслуговування двигуна	Техобслуговування	Європа	Технічне обслуговування	189/180 хв	normal	95%	👁️ 📄 🗑️

Рисунок 7.3 – Екранна форма «Аналіз часу виконання операцій»

Аналіз персоналу

Аналіз персоналу



Список працівників

Ім'я	Департамент	Операції	Середній час	Ефективність	Рейтинг
Олексій Петренко	Польотні операції	45	134 хв	89%	4.8
Марія Коваленко	Технічне обслуговування	32	178 хв	94%	4.9
Дмитро Іваненко	Чартерні рейси	38	156 хв	87%	4.6
Анна Сидоренко	Адміністрація	67	89 хв	96%	4.7
Іван Мельник	Паливне забезпечення	54	92 хв	91%	4.5
Катерина Шевченко	FBO послуги	89	48 хв	93%	4.8

Рисунок 7.4 – Екранна форма «Персонал»

TimeAnalysis

Дашборд

Аналіз часу операцій

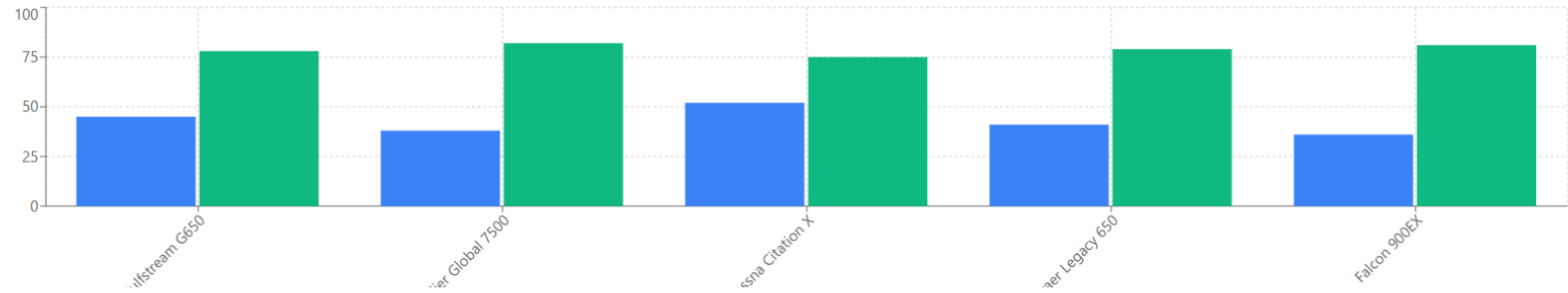
Персонал

Повітряні судна

Налаштування

Аналіз повітряних суден

Аналіз повітряних суден



Деталі по повітряним суднам

Модель	Операції	Середній час	Використання	Витрати на ТО
Gulfstream G650	45	145 хв	78%	\$125 000
Bombardier Global 7500	38	167 хв	82%	\$138 000
Cessna Citation X	52	134 хв	75%	\$89 000
Embraer Legacy 650	41	156 хв	79%	\$95 000
Falcon 900EX	36	142 хв	81%	\$102 000

Рисунок 7.5 – Екранна форма «Повітряні судна»

8 ТЕСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОГРАМНИХ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Тестування розробленого рішення є ключовим етапом розробки модуля «Аналіз часових витрат» для ІС компанії «Скайблю». Воно виявляє помилки, забезпечує відповідність вимогам і гарантує надійність, продуктивність та безпеку. Модуль інтегрується в існуючу архітектуру ІС на базі .NET 8.0.15, ASP.NET 4.8.0, Angular 19 і MariaDB, обраної за продуктивність і масштабування. Для асинхронного обміну даними використовується Apache Kafka, що забезпечує високу пропускну здатність і стійкість для географічно розподілених операцій компанії.

ASP.NET обрано для тестування серверної частини через інтеграцію з .NET, і підтримку таких інструментів, як xUnit, для створення тестів. Воно забезпечує швидку обробку асинхронних запитів через Kafka, інтеграцію з CI/CD на базі GitLab і Jenkins, а також тестування безпеки з Identity Server 4 (OAuth 2.0, JWT). Apache Kafka оптимальна для обробки великих обсягів даних у реальному часі, перевершуючи RabbitMQ за масштабуванням і стійкістю завдяки моделі публікації-підписки та логам. Vitest використовується для тестування фронтенду на Angular 19 через швидкість, сумісність із TypeScript і Vite, що скорочує час виконання тестів порівняно з Jest.

За результатами роботи, тестування охопило кілька етапів. Unit-тестування перевіряло окремі компоненти: функції фіксації часу, аналітики та планування. На сервері використовувався xUnit із Moq для моків MariaDB (через Entity Framework Core) і Kafka (через Confluent.Kafka), на фронтенді — Vitest із Testing Library. Інтеграційне тестування оцінювало взаємодію компонентів із модулями управління персоналом, польотами та фінансами, використовуючи xUnit, TestServer для API і Vitest для фронтенду. Системне тестування перевіряло повні сценарії (фіксація часу, аналіз, планування,

звіти) за допомогою Selenium і TestServer. Юзабіліті-тестування оцінювало зручність інтерфейсу, зокрема багатомовні дашборди, за участю користувачів. Тестування продуктивності з JMeter підтвердило обробку 10 000 одночасних користувачів із відгуком до 200 мс завдяки Redis, оптимізації MariaDB і Kafka. Тестування безпеки перевіряло захист від атак (OWASP ZAP), аутентифікацію (Identity Server 4) і шифрування в MariaDB та Kafka. Надійність тестувалася в Kubernetes із симуляцією збоїв, підтверджуючи відновлення через Veeam Backup і HAProxy, а також офлайн-режим із синхронізацією в MariaDB.

Тестування виявило та усунуло помилки в обробці подій Kafka і відображенні звітів. Продуктивність модуля підтверджена для 10 000 користувачів із відгуком до 200 мс. Безпека забезпечена надійними механізмами аутентифікації, шифрування та захисту топіків Kafka. Інтерфейс визнано зручним для глобальної діяльності «Скайблю».

Тестування модуля з ASP.NET, MariaDB і Kafka підтвердило його відповідність вимогам. ASP.NET і Vitest забезпечили ефективне тестування, Kafka — надійну обробку даних, MariaDB — продуктивність. За результатами, модуль готовий до впровадження.

9 СИНТЕЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Забезпечення захисту інформації від несанкціонованого доступу є критично важливим для модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» компанії «Скайблю». У бізнес-авіації, де обробляються конфіденційні дані про польотні операції, персонал та клієнтів, захист інформації стає невід'ємною частиною розробки і експлуатації системи.

Зовнішні кіберзагрози включають DDoS-атаки (Distributed Denial-Of-Service), SQL-ін'єкції та крос-сайтовий скриптинг. Внутрішні загрози пов'язані з можливістю зловживання доступом співробітниками. Загрози конфіденційності створюють ризик витоку даних про операційні процеси та продуктивність персоналу. Загрози цілісності включають несанкціоновану зміну даних, що може призвести до помилкових управлінських рішень.

Система побудована на базі Identity Server 4 з OAuth 2.0 та JWT токенами. Обов'язкова багатофакторна аутентифікація використовує пароль та одноразовий код через SMS або мобільний додаток. Рольова модель включає:

- системний адміністратор – повний доступ до налаштувань;
- керівник департаменту – доступ до аналізу даних підрозділу;
- менеджер проектів – доступ до даних конкретних проектів;
- аналітик – інструменти аналізу без редагування нормативів;
- співробітник – доступ лише до власних даних.

Багаторівнева система включає апаратний фаєрвол Barracuda CloudGen, програмний балансувальник HAProxy з SSL-термінацією та систему запобігання вторгненням. Мережа розділена на логічні сегменти: DMZ (Demilitarized Zone), додатки, дані та управління. Безпека Docker контейнерів забезпечується мінімальними образами Alpine Linux, регулярними оновленнями через GitLab CI/CD та сканування Clair. Kubernetes захищений інструментом Role-Based Access Control та політиками безпеки.

10 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСТОСУНКУ

Впровадження модуля «Аналіз часових витрат на виконання робіт» передбачає перехід від ручного аналізу в Excel до автоматизованої системи аналітики, що підвищить ефективність управління часовими ресурсами.

Підготовка включає аналіз поточних бізнес-процесів, інвентаризацію існуючих джерел даних та міграцію історичних даних. Технічна підготовка передбачає налаштування серверної інфраструктури, розгортання мікросервісів на .NET 8.0.15 та конфігурацію Apache Kafka з MariaDB.

- керівники департаментів можуть здійснювати комплексний аналіз часових витрат;
- менеджери проектів отримують інструменти планування часових ресурсів на чартерні рейси, оцінки тривалості технічного обслуговування та оптимізації графіків роботи персоналу;
- аналітики використовують розширені інструменти статистичного аналізу для виявлення трендів;
- співробітники мають персональний кабінет для відстеження власних показників продуктивності, встановлення цілей та отримання рекомендацій.

Регулярне оновлення нормативів на основі фактичних даних, щомісячний аналіз відхилень та автоматичні сповіщення про значні відхилення. Квартальні звіти надають комплексну картину використання часових ресурсів.

Технічне обслуговування включає резервне копіювання, моніторинг продуктивності через GitLab та Jenkins CI/CD.

Багаторівнева програма включає базовий курс для всіх користувачів, спеціалізовані тренінги для аналітиків та керівників, технічне навчання для адміністраторів. Онлайн-платформа дозволяє проходити курси в зручний час з тестуванням засвоєння матеріалу.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження проблематики аналізу часових витрат у сфері бізнес-авіації та розроблено автоматизований модуль «Аналіз часових витрат на виконання робіт» для ІС компанії «Скайблю».

Функціональна структура модуля включає чотири основні функції:

- облік часових витрат;
- аналітичну обробку даних;
- планування робочого навантаження;
- формування звітності.

Модуль спроектован з урахуванням специфіки бізнес-процесів компанії «Скайблю» та вимог авіаційної індустрії до безпеки та якості обслуговування.

Архітектурні рішення модуля базуються на сучасних технологіях: .NET 8.0.15 з фреймворком ASP.NET 4.8.0 для серверної частини, Angular 19 для фронтенду, PostgreSQL 16 для зберігання даних, Docker та Kubernetes для контейнеризації та оркестрації. Така технологічна основа забезпечує високу продуктивність (обслуговування до 5000 одночасних користувачів), надійність та можливість інтеграції з існуючою інфраструктурою компанії.

Модуль надає диференційований доступ до функціональності відповідно до ролей користувачів, підтримує багатомовність та забезпечує роботу в офлайн-режимі з подальшою синхронізацією, що критично важливо для персоналу, який працює у віддалених регіонах або під час виконання завдань.

Поставлені у роботі цілі та завдання повністю досягнуто. Розроблений модуль є інноваційним рішенням, що відповідає сучасним вимогам цифрової трансформації авіаційної індустрії та забезпечує компанії «Скайблю» конкурентні переваги у сфері управління людськими ресурсами та оптимізації бізнес-процесів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. Чинний від 22.06.2015. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
2. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 04.03.2016. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 20 с.
3. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за освітньою програмою «Інформаційні технології управління». [Електронний ресурс] / Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – 68 с.
4. Srikanth Yerra. Enhancing Inventory Management through Real-Time Power BI Dashboards and KPI Tracking. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*. 2025. Vol. 11, no. 2. P. 944–951. URL: <https://doi.org/10.32628/cseit25112458> (date of access: 12.05.2025).
5. Digital Aviation Services For The Complex World. *Digital Aviation Services For The Complex World*. URL: <https://www.skyblue.aero/> (date of access: 12.05.2025).
6. GitLab Docs. URL: <https://docs.gitlab.com> (дата звернення: 04.06.2025).
7. Overview of ASP.NET Core | Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core?view=aspnetcore-8.0.15> (дата звернення: 09.06.2025).