

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 другий (магістерський)

Дослідження методів оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС
для паркування автомобілів
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи УПГІТм-21-1
Кирило ЗБАРАЖСЬКИЙ
(власне ім'я, прізвище)

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

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

Освітня програма Управління проєктами в
галузі інформаційних технологій
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. каф. ІУС Аліна МІХНОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри


(підпис)


Костянтин ПЕТРОВ
(власне ім'я, прізвище)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Інформаційних управляючих систем
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)

« 03 » квітня 20 23 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Збаражському Кирилу Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)


1. Тема роботи Дослідження методів оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів
затверджена наказом університету від 03 квітня 2023 р. № 319Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17 травня 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: науково-технічні публікації; джерела інтернету; науково-технічна література, що стосуються теми кваліфікаційної роботи, матеріали отримані під час науково-дослідної практики
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: дослідження сучасного стану та проблем побудови та оцінювання довідкових ІС для паркування автомобілів; дослідження методу оцінювання ефективності; методика використання методів оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС для паркування автомобілів; апробація результатів дослідження.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження існуючих проєктів з розробки довідкових ІС	03.04.23-05.04.23	Виконано
2	Дослідження існуючих методів оцінювання ефективності розробки довідкових ІС	07.04.23-10.04.23	Виконано
3	Дослідження методу оцінювання ефективності	12.04.23-16.04.23	Виконано
4	Дослідження групи вартісних методів, які можуть бути застосовані для оцінювання ефективності при розробці довідкових ІС	16.04.23-20.04.23	Виконано
5	Дослідження методу задоволеності користувачів	21.04.23-24.04.23	Виконано
6	Побудова критерію оцінювання ефективності проектування довідкових ІС	25.04.23-27.04.23	Виконано
7	Дослідження методик застосування методів оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС	03.05.23-05.05.23	Виконано
8	Дослідження методики використання вартісного методу	05.05.23-08.05.23	Виконано
9	Дослідження методики використання методу задоволеності користувачі	10.05.23-11.05.23	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	12.05.23-15.05.23	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи	18.05.23	Виконано

Дата видачі завдання 3 квітня 2023 р.

Студент 
(підпис)

Керівник роботи  доц. каф. ІУС Аліна МІХНОВА
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: 79 сторінок тексту, 5 рисунків, 3 таблиці, 31 літературне джерело і 1 додаток.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ, АПРОБАЦІЯ МЕТОДУ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, ДАТЧИК, КОМБІНОВАНИЙ ВАРІАНТ, ПАРКУВАННЯ, СИСТЕМА, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів шляхом оптимізації розміщення автомобілів на муніципальних місцях паркування або місць паркування біля супермаркетів і торгово-розважальних центрів.

Об'єктом дослідження в рамках цієї магістерської кваліфікаційної роботи є інформаційний супровід обслуговування клієнтів на паркуваннях із застосуванням інформаційних технологій і систем.

Предметом дослідження є методи оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів.

В ході дослідження отримані такі результати: проаналізовано методи оцінювання ефективності існуючих довідкових ІС для паркування автомобілів, виконано аналіз процесу роботи кожного з цих методів, аналіз проблем використання існуючих методів, побудовано критерій оцінювання ефективності ІС для паркування автомобілів, проведено апробацію методу адаптації ІС для паркування автомобілів.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work contains: 79 pages of text, 5 figures, 3 tables, 30 references and 1 appendix.

ANALYSIS OF METHODS, METHOD TESTING, GENETIC ALGORITHM, SENSOR, COMBINED VARIANT, PARKING, SYSTEM, INFORMATION SYSTEMS

The purpose of the qualification work is to study methods for evaluating the effectiveness of projects to develop reference IP for car parking by optimizing the placement of cars in municipal parking lots or parking lots near supermarkets and shopping and entertainment centers.

The object of research in this master's thesis is information support for customer service in parking lots using information technologies and systems.

The subject of the study is the methods of evaluating the effectiveness of projects for the development of reference IS for parking lots.

The study obtained the following results: analyzed the methods for evaluating the effectiveness of existing parking information systems, analyzed the process of each of these methods, analyzed the problems of using existing methods, built a criterion for evaluating the effectiveness of parking information systems, and tested the method of adapting parking information systems.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ.....	8
1 Сучасний стан та проблеми побудови та оцінювання довідкових ІС для паркування автомобілів.....	11
1.1 Огляд та аналіз існуючих проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів.....	11
1.2 Огляд та аналіз існуючих методів оцінювання ефективності розробки довідкових ІС для паркування автомобілів.....	23
1.3 Постановка задач дослідження.....	29
2 Дослідження методу оцінювання ефективності.....	30
2.1 Дослідження групи вартісних методів, які можуть бути застосовані для оцінювання ефективності при розробці довідкових ІС.....	30
2.2 Дослідження методу задоволеності користувачів.....	35
2.3 Побудова критерію оцінювання ефективності проєктування довідкових ІС.....	37
3 Методика використання методів оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС для паркування автомобілів.....	42
3.1 Методика побудови варіантів проєктних рішень.....	42
3.2 Методика оцінювання ефективності варіантів проєктних рішень за запропонованим критерієм.....	48
3.3 Алгоритм застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань.....	53
4 Апробація результатів дослідження.....	57
Висновки.....	63
Перелік джерел посилання.....	64
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	68

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

В – вольти;

ІЗК – індекс задоволеності користувачів;

ІС – інформаційна система;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

РЗК – рівень задоволення користувачів;

ABC (Activity Based Costing) – облік витрат за видами діяльності;

CSAT (Customer Satisfaction Score) – рівень задоволеності клієнтів;

CirPark Scada (CirPark Supervision Control and Data Acquisition) – CirPark контроль нагляду та збір даних;

EVA (Economic Value Added) – економічна додана вартість;

EVPark (Electric Vehicles Park) – парк електромобілів;

IoT (internet of things) – інтернет речей;

LEDPark (Light-emitting diode Park) – парк світлодіодів;

LPWAN (Low-power Wide-area Network) – широкомасштабна мережа з низьким енергоспоживанням;

OCPP (Open Charge Point Protocol) – протокол відкритих зарядних станцій;

REJ (Rapid Economic Justification) – швидке економічне обґрунтування;

ROI (Return on Investment) – рентабельність інвестицій;

TCO (Total Cost of Ownership) – загальна вартість володіння;

TEI (Total Economic Impact) – загальний економічний вплив.

ВСТУП

У сучасному світі мобільності та інновацій, паркування автомобілів стає все більш актуальною та важливою проблемою для міст та їх мешканців.

Життя в містах може бути проблемою. Урбанізація завжди розширюється, а рух у місті з кожним днем стає все інтенсивнішим. Зростання населення є не лише актуальною проблемою для уряду, але відчутною щоденною реальністю для більшості громадян.

Проблеми, які виникають на сьогодні з паркуванням автотранспорту, не рідкість, особливо у великих містах. Наявність у містах муніципальних місць паркування або місць паркування біля супермаркетів і торгово-розважальних центрів здатна вирішити цю проблему. Розвиток технологій вимагає нових способів максимального використання місць паркування.

Це питання залишається актуальним, оскільки технологія дає нові способи максимального використання паркувальних місць, а водії стають більш вимогливими до використання додатків та інших служб для пошуку вільних місць.

Формування спеціалізованих зон для стоянки автотранспорту почалося майже одночасно з появою перших автомобілів. Число машин стрімко зростає і для вирішення проблеми обмеженості паркувальних місць почали впроваджувати сучасні технології.

Паркування приносить прибуток місту, сприяє економічному зростанню та є чинником підвищення якості життя у багатьох містах. Надання водіям доступу до місць для стоянки автомобілів поблизу місця, де вони живуть, працюють та займаються дозвіллям, має вирішальне значення для забезпечення економічного процвітання міст. У містах, які мають багато проблеми із забрудненням і ускладненим дорожнім рухом, саме найчастіше можна простежити безпосередньо

погане управління використанням паркування та вільних місць для паркування. До таких проблем відносяться:

- проблеми з автомобілями, які об'їжджають міські вулиці в пошуках місця для паркування;
- проблеми із новими транспортними засоби, які в'їжджають у міста, навіть коли місця для паркування заповнені;
- проблеми з чергами, які утворюються з транспортних засобів, які чекають на в'їзд та виїзд з автостоянок.

Ці проблеми створюють додатковий рух транспорту та збільшують пробіг автомобіля - це означає, що утворюється більше забруднюючих речовин. Непрямий ефект цього - марно витрачений час і гроші. Підприємства страждають, оскільки люди не можуть вчасно потрапити на роботу, навчання та інші зустрічі. Це також впливає і на продуктивність роботи людей. За рахунок більш ефективного керування попитом та пропозицією на паркування, ці проблеми можна зменшити або повністю усунути.

Автомобільні паркування є невід'ємною частиною сучасного міста, однак їх наявність не вирішує проблему раціонального паркування на вулицях мегаполісів. Одним з етапів боротьби з цією проблемою є автоматизація паркування, яка не просто збільшує кількість клієнтів, а також представляє собою раціональне та економічне вигідне рішення, підвищуючи конкурентоспроможність організації.

Основним напрямком розвитку є «розумні» датчики паркування. Такі датчики вбудовуються в дорожнє полотно на місця паркувань і відстежують, чи є вільне місце, віддаючи дані в загальну систему. Використовуючи мережу таких датчиків, формується карта паркувань, стан яких розсилається користувачам на вулицях за допомогою спеціальних табло або мобільного додатка.

Паркувальні системи вирішують питання:

- контролю в'їзду;
- контролю виїзду;

- скорочення черг і часу пошуку вільного місця для паркування;
- оцінки кількості вільних місць;
- організацію оптимального руху транспортних засобів і пішоходів на паркуванні;
- візуальне сповіщення про кількість вільних місць в реальному часі за допомогою інформаційних табло або на веб-порталі;
- оптимізація роботи паркувального простору.

Схожі системи широко розповсюджені та внесені в надання більшості організацій, що надають паркувальні місця в оренду.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ТА ОЦІНЮВАННЯ ДОВІДКОВИХ ІС ДЛЯ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Огляд та аналіз існуючих проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів

«ECO Park» – система автоматизованого паркінгу. ECO Park - це автоматизований паркінг, розроблений за концепцією "Культура над землею, функція під землею" [1].

На автоматизованому паркінгу водій під'їжджає до місця паркування на в'їзді в паркінг, залишає автомобіль, і роботи автоматично переміщують його на відведене йому місце. Автоматизований паркінг призначений для забезпечення більшої кількості паркувальних місць на тій самій ділянці землі порівняно зі звичайними багатопверховими автостоянками. Це досягається за рахунок розміщення паркінгу на декількох рівнях, розташованих вертикально, як зображено на рисунку 1. Оскільки транспортні засоби переміщуються механічною системою, відпадає потреба в пішохідних доріжках, проїжджих частинах, пандусах, сходах і ліфтах, а отже, більша частина земельної ділянки використовується лише для зберігання автомобілів.

EV ECO Park має циліндричну форму діаметром 9,5 м і висотою 15 м. Площа паркінгу становить приблизно 80 м² і вміщує 40 автомобілів (8 автомобілів на шар × 5 шарів) [1].

Якщо припаркувати 40 ультракомпактних електромобілів на звичайному пласкому паркуванні, то знадобиться близько 400 квадратних метрів землі. Однак на EV ECO Park припадає лише п'ята частина цієї площі.

Навіть там, де важко виділити велику ділянку землі, можна створити паркування великої місткості та ефективно використовувати землю.

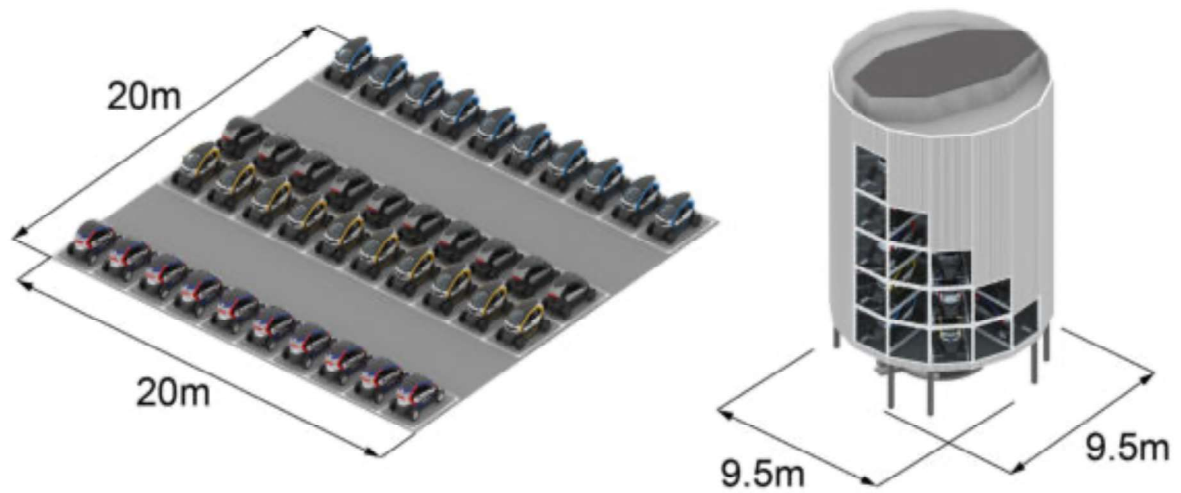


Рисунок 1.1 – Площа звичайного та вертикального паркування

Залежно від розташування та умов ділянки, можна вибрати підземну та надземну модель. Підземна модель створює простір на землі, а надземна модель, зовнішній вигляд якої можна вільно планувати, може бути «привабливим паркуванням» для урбаністики [1].

Технічні характеристики зображені на рисунку 1.2.

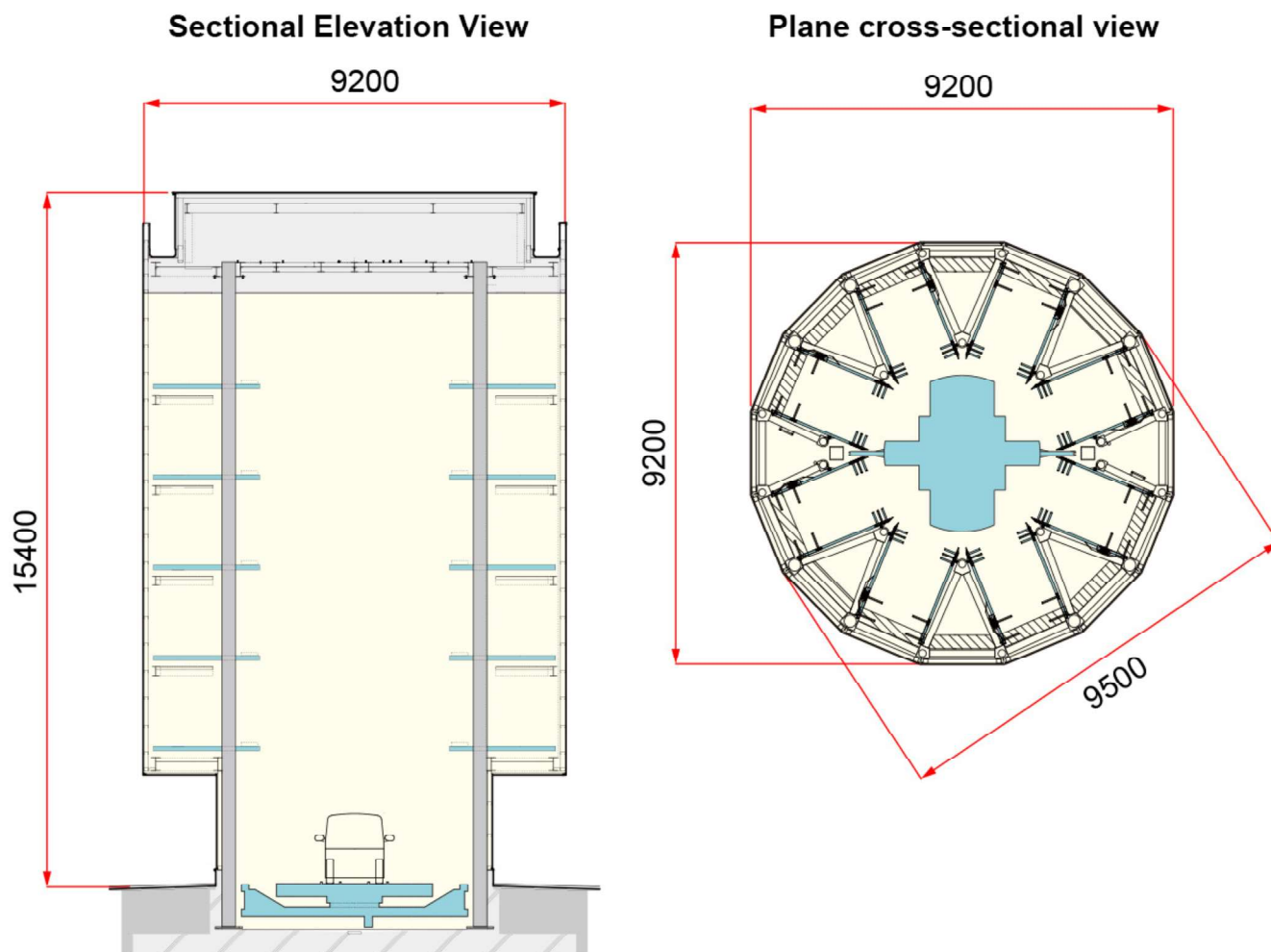


Рисунок 1.2 – Технічні характеристики вертикального паркування

Таблиця 1.1 – Специфікації вертикального паркування

Ємність	40 автомобілів (8 автомобілів на шар × 5 шарів)
Специфікація транспортного засобу, доступного для паркування	Довжина: 2 500 мм, Ширина: 1 300 мм, Висота: 1 600 мм, Вага транспортного засобу 750 кг або менше
Середній час доставки автомобіля	19.7 сек.
Механізм	Ліфт (обертвий)
Метод роботи	Картка IC та мітка IC прикріплені до автомобіля

Крім того, автоматизоване паркування має ряд інших переваг. Наприклад, водіям не потрібно заїжджати всередину паркінгу в пошуках місця для

паркування, що ефективно економить час та зусилля водіїв, а також зменшує викиди пального. Також середній час видачі транспортного засобу становить 32 секунди, що є безпрецедентно швидким показником для механічного паркування. Ще однією перевагою є безпека, що забезпечується транспортним засобам та їхньому вмісту.

Libelium Smart Parking. Використовує переваги двох сенсорних систем: радарної і магнітної. В результаті система працює більш ефективно і стабільно, з точністю виявлення 99%. «Розумні» датчики паркування Libelium ідеально підходять для систем моніторингу зайнятості місць на паркуванні і для вирішення проблем нестачі паркувальних місць в населених пунктах. Ці датчики найчастіше застосовуються в системах обліку паркувальних місць Smart Parking [2]. За своїм функціоналом і точністю вони не поступаються, а частіше перевершують аналогічні пристрої інших виробників [2].

Працює в Європі, США, Латинській Америці, Австралії та Азіатсько-Тихоокеанському регіоні. Паркувальні датчики швидко підключаються до серверів мережі LoRaWAN завдяки готовим налаштувань часу, а також унікальним ідентифікаторів і ключів мережі LoRaWAN. Для конфігурації використовується додаток Smart Devices App (додаток для ПК на базі Java). Libelium Cloud Service відправляє дані в зовнішні хмарні платформи. Customer Server аналізує дані на власному сервері компанії.

Схема організації бездротового зв'язку наведена на рисунку 1.3.

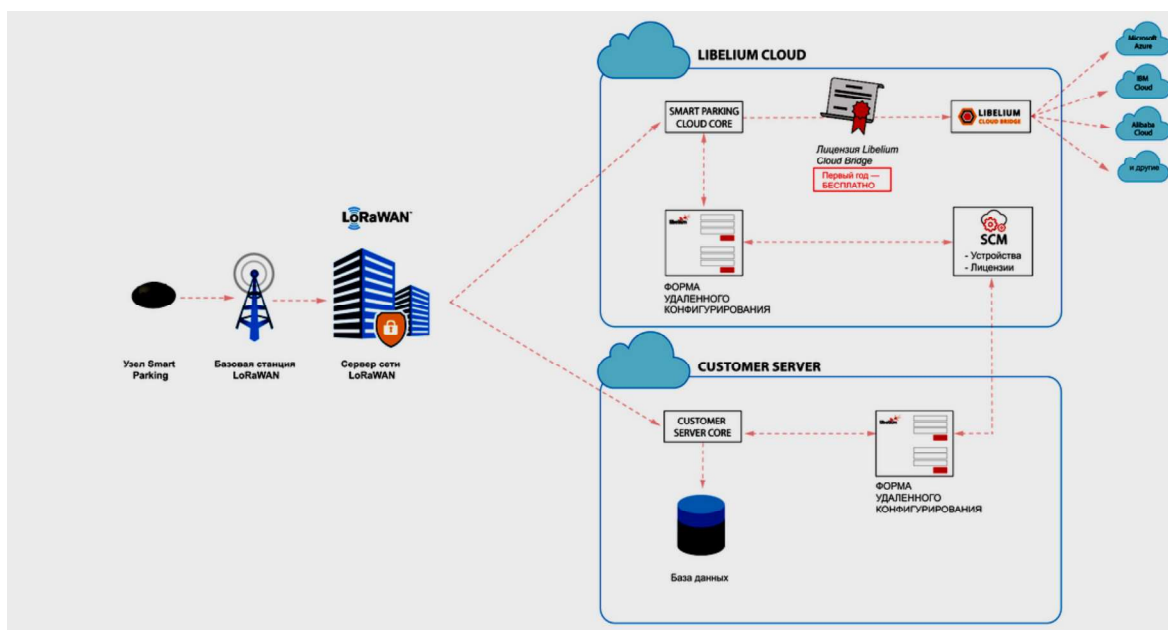


Рисунок 1.3 – Схема бездротового зв'язку

Датчик «розумного» паркування захищений компактним надміцним корпусом. Він відповідає класу захисту IP68, що забезпечує герметичність навіть при зануренні у воду. Кожен вузол оснащений міцними гвинтами і кріпленнями, стійкими до навмисних пошкоджень і вандалізму. Перезавантажити вузол можна, просто провівши над ним магнітом. Широкий температурний діапазон: від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Користувачеві потрібно лише встановити деякі базові параметри, так як вузли доставляються з готовою конфігурацією. Для захисту налаштувань використовуються спеціальні ключі. Користувачеві не потрібно розкривати корпус вузла – налаштування не потрібне [2]. Загальне налаштування всіх вузлів можна виконати через веб-форму віддаленої конфігурації.

Після встановлення вузлів, користувач може скористатися системою віддаленого налаштування і встановити потрібні параметри через хмарну службу. Бездротове налаштування виконується через «форму віддаленої конфігурації». Можна з легкістю змінити параметри кожного вузла: час очікування в сплячому режимі, час знаходження в активному стані, налаштування нічного режиму і т. Д. Для віддаленої зміни налаштувань використовується передача радіопакетів по мережі LoRaWAN.

Система Libelium Smart Parking створені для довгої служби. Цьому сприяє не тільки міцний корпус, але і низьке енергоспоживання електронних компонентів і ємність батареї 10 400 мАг [2]. Крім того, можна використовувати нічний режим роботи для економії енергії при низькому завантаженні. Все це забезпечує безперервну роботу протягом 10+ років [2]. Термін служби батареї залежить від кількості переданих щодня пакетів, відстані від вузлів до базової станції та інших факторів.

Рішення Libelium Smart Parking з датчиками паркування Libelium може застосовуватися для задач оптимізації паркувальних місць і паркувального простору, для контролю паркувальних місць для інвалідів, для паркування таксі / громадського транспорту, для області вивантаження і завантаження, для станцій зарядки електромобілів, паркувальних місць біля лікарень, паркувань біля громадських парків, паркування біля великих торгових центрів або паркувального простору поряд з торгово-розважальними або спортивними комплексами [2].

Рішення Smart Parking може відправляти дані в безліч різних хмарних сервісів. Розумні паркувальні датчики Libelium дозволяють виконати основну функцію системи моніторингу паркування: здійснювати моніторинг зайнятості паркувальних місць в реальному часі [2]. Платформа Smart Parking сумісна з переліченими нижче платформами:

- Sigfox Cloud;
- Lorient;
- Actility;
- Yazamtec LoRaWAN.

Bosch Smart Parking. Нова система «розумного» паркування, розроблена компанією Bosch, яка використовує генетичний алгоритм для вирішення проблем з паркуванням. Система спрямована на вирішення проблеми того, що водії витрачають значну кількість часу та енергії на пошук місць для паркування, що призводить до заторів та роздратування на дорогах.

Система «розумного» паркування використовує датчики, які встановлені в землі, щоб виявляти доступні місця для паркування. Датчики надсилають цю

інформацію до центральної системи, яка використовує генетичний алгоритм для оптимізації рішень з паркування для водіїв. Система передає доступні місця для паркування водіям через мобільний додаток, дозволяючи їм легко знайти місце для паркування [3].

Генетичний алгоритм, що використовується в системі, є обчислювальним методом, заснованим на принципах природного відбору та генетики. Це алгоритм, що наслідує принципи природного відбору, для того, щоб відшукати найкращі рішення в складних задачах. Алгоритм створює популяцію потенційних рішень, а потім вибирає та модифікує найкращі рішення, щоб створити кінцеве рішення, яке відповідає критеріям оптимізації [3]. У випадку системи «розумного» паркування алгоритм бере до уваги різні фактори, такі як кількість доступних місць для паркування, відстань між місцями та місцезнаходження водія.

Систему протестували в Штутгарті, Німеччина, і виявили, що вона може зменшити час, витрачений на пошук місць для паркування, до 30%. Також, система може допомогти зменшити затори на дорогах та покращити загальний досвід водіння. Крім того, вона може допомогти зменшити викиди вуглецю, оскільки водії будуть менше часу проводити на дорозі, шукаючи місце для паркування [3].

Система може бути корисною для міських влад в плануванні розвитку інфраструктури паркування. Збір даних про те, як водії використовують доступні місця для паркування, може допомогти міській владі зрозуміти, які місця для паркування використовуються частіше та які не використовуються, що може допомогти в плануванні нових місць для паркування.

Easypark. На початку процесу паркування, водії, які планують припаркувати свої автомобілі на паркуванні, повинні ввести інформацію про свій автомобіль та період, на який вони планують припаркувати. Ця інформація передається на сервер Easypark, який обробляє її та видає водіям місця для паркування [4].

Для розподілу машин на паркуванні компанія використовує генетичний алгоритм.

Використовуючи генетичний алгоритм, Easypark обробляє інформацію, яку вводять водії про свої автомобілі та періоди паркування, а також інформацію про доступні місця для паркування. На основі цих даних система визначає, яке місце для паркування найбільше підходить для кожного автомобіля водія.

Генетичний алгоритм включає в себе кілька етапів, включаючи ініціалізацію, розмноження та мутацію. У процесі ініціалізації система створює початкову популяцію індивідів, що відображають різні варіанти розташування машин на паркуванні [4]. У наступному етапі, система використовує метод розмноження для створення нових індивідів, що враховують кращі рішення з попередньої популяції. На останньому етапі, система використовує мутацію, щоб забезпечити різноманітність та зберегти різноманіття індивідів.

Отже, система Easypark використовує генетичний алгоритм для розподілу машин на паркуванні в реальних умовах. Після того, як система створила популяцію індивідів, вона оцінює їх ефективність та відбирає найкращі рішення для подальшого розмноження та мутації.

Система враховує різноманітні фактори, такі як розмір автомобіля, наявність доступного місця для паркування, вартість паркування та період часу, на який водій планує припаркувати автомобіль. Завдяки цьому Easypark може забезпечити оптимальне розташування автомобілів на паркуванні та запобігти виникненню проблем з паркуванням [4].

Після того, як система знайшла найкращі рішення, вона повідомляє водіїв про місця для паркування та відправляє інформацію про ці місця на їх мобільні пристрої. Водії можуть відстежувати доступні місця для паркування в режимі реального часу та забронювати місце на певний період часу.

Крім того, система Easypark може забезпечити аналітичні дані для власників паркувань та операторів. Наприклад, вони можуть отримати інформацію про те, як часто водії використовують їхнє паркування, які місця для паркування найбільш популярні, а також про те, які дні тижня або години дня є найбільш затребуваними для паркування. Ця інформація може бути використана

для покращення роботи паркувань та забезпечення більш ефективного використання місць для паркування.

У загальному, система Easypark дозволяє водіям знайти доступні місця для паркування в режимі реального часу, що зменшує час, який витрачається на пошук паркувань, та запобігає заторам, які можуть виникати у зв'язку з безладним паркуванням. Крім того, система Easypark допомагає економити паливо, що зменшує викиди в атмосферу та підтримує більш чисте навколишнє середовище.

У цілому, використання генетичного алгоритму для розподілу машин на паркуванні є ефективним інструментом для вирішення проблем з паркуванням в містах. Система Easypark успішно впроваджує цей алгоритм в реальних умовах та забезпечує водіям зручний та швидкий доступ до місць для паркування, а також забезпечує власникам паркувань та операторам корисну інформацію для оптимізації їхньої роботи [4].

ParkinGO. Компанія ParkinGO, яка надає послуги паркування на міжнародних аеропортах та інших транспортних вузлах, також використовує генетичний алгоритм для ефективного розподілу машин на паркуваннях в реальному часі.

Приблизно 10 років тому компанія ParkinGO зрозуміла, що її робота потребує покращення і що потрібно знайти спосіб, як оптимізувати процес паркування. Вони вирішили використовувати генетичний алгоритм для автоматизації розподілу машин на паркуванні, який базується на еволюційних принципах [5].

Алгоритм використовує інформацію про вільні місця на паркуваннях та про заброньовані місця заздалегідь, щоб зробити розподіл автомобілів між різними ділянками паркувань більш ефективним. Застосування генетичного алгоритму дозволяє зменшити час очікування водіїв на паркуванні, а також знизити кількість вільних місць, що сприяє ефективному використанню площі паркування.

Система ParkinGO використовує мережу камер, що забезпечують постійний моніторинг місць на паркуванні, а також технологію збірки даних з кількох

джерел, таких як бронювання місць на паркуванні, що забезпечує точність та актуальність інформації про паркування в реальному часі [5].

Крім того, компанія ParkinGO використовує такі технології, як RFID (Radio Frequency Identification), що дозволяє автоматично визначати місця, які зайняті автомобілями, та технологію NFC (Near Field Communication), яка дозволяє водіям забронювати та оплатити місце для паркування.

Крім того, система може збирати дані про зайнятість паркування, що дозволяє аналізувати потреби клієнтів та розвивати оптимальні стратегії для керування паркуванням в майбутньому. Наприклад, якщо на деякому паркуванні попит на місця зростає у певні години або дні тижня, компанія може налаштувати систему таким чином, щоб забезпечити більше місць для паркування в цей період.

Також, компанія ParkinGO розробила мобільний додаток для своїх клієнтів, який дозволяє зарезервувати місце на паркуванні та отримати інформацію про їхнє розташування та зайнятість. Додаток також надає можливість сплатити за паркування онлайн та отримати знижки та спеціальні пропозиції [5].

Узагалі, використання алгоритмів розподілу машин на паркуванні дозволяє компаніям ефективно керувати зайнятістю паркування та забезпечувати максимальний комфорт для своїх клієнтів. Це не тільки допомагає знизити час очікування на місце для паркування, але і зменшує витрати на обслуговування паркування та зменшує кількість викидів в атмосферу, пов'язаних з пошуком вільних місць для паркування [5].

Під час проведення пошуку аналогів також були виявлені наступні вітчизняні системи зі схожим функціоналом: KyivSmartCity, Barking, Parking UA та Privat24. Розглянемо кожну з них більш детально.

KyivSmartCity. KyivSmartCity - це велика електронно-цифрова система, яка об'єднує в одному місці рахунки, штрафи, транспортні новини, оголошення та багато інших послуг. Раніше, коли потрібно було здійснювати адміністративні послуги, люди повинні були особисто зайти до відповідних установ, але зараз все можна зробити всього за декілька кроків на телефоні. Одним з функціональних можливостей є можливість бронювання паркомісць. Пошук вільних паркомісць

здійснюється за допомогою введення номера паркування, після чого система пропонує доступні опції, показуючи адреси. Бронювання здійснюється на годинній основі і вимагає вказання номера автомобіля. Крім того, ця система пропонує можливість онлайн-оплати [6]. Однак, оскільки програма не спрямована тільки на бронювання паркомісць, її функціональні можливості обмежені: відсутня інтерактивна карта, що відображає місця розташування паркінгів та інформацію про них, а також відсутня можливість додавання власних паркінгів. Головним недоліком цієї програми є те, що вона має локальний характер та покриває лише паркування в місті Києві.

Barking. На відміну від KyivSmartCity, Barking є програмою, яка спрямована лише на здачу та оренду паркомісць і, отже, має значно ширший функціонал та обсяг паркувань. Ця програма дозволяє не лише бронювати паркомісця, але й здачу в оренду власних, якщо вони вільні. Кожна особа може здати в оренду паркомісце, якщо вона є власником [7].

Parking UA. Застосунок Parking UA надає можливість знайти найкращі варіанти паркування в залежності від розташування та надає найшвидший маршрут до них. Вибір паркування можна здійснити на інтерактивній карті з детальною інформацією про кожен з них. Застосунок дозволяє контролювати час паркування, наприклад, продовжити його у разі потреби. При скануванні QR-коду програма автоматично визначає, на якому паркуванні ви знаходитесь, а потім потрібно лише ввести номер авто та спосіб оплати. Цей застосунок дуже зручний для водіїв, має широкий вибір паркування та працює по всій країні [8]. Однак, він має великий недолік - відсутність можливості здавати в оренду власні паркомісця.

Висновки

Було розглянуто декілька систем. Порівняльна характеристика їх наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика існуючих довідкових ІС для паркування автомобілів

	ECO Park	Libelium SP	Bosch SP	Easypark	ParkinGO	KyivSmartCity	Barking	ParkingUA
Онлайн оплата	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Вибір паркування на карті	Ні	Так	Так	Так	Ні	Ні	Так	Так
Доступ до паркування по QR-коду	Ні	Ні	Так	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Можливість здачі в оренду власних паркомісць	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Пошук найближчих паркувань в певному радіусі	Ні	Так	Так	Так	Ні	Ні	Так	Так
Наявність мобільного додатку	Ні	Так	Так	Так	Ні	Так	Так	Так
Роботизована система паркування	Так	Ні	Ні	Ні	Так	Ні	Ні	Ні
Можливість орендувати місце	Ні	Ні	Так	Ні	Ні	Так	Ні	Ні
Доступ до авто в будь-який час	Так	Ні	Так	Ні	Так	Ні	Ні	Ні
Модульна структура системи	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так

Під час огляду було виявлено декілька недоліків в наявних ІС:

– деякі системи обладнані датчиками для спостереження за станом паркувального місця, які знаходяться на стелі. Цей фактор унеможливорює використання даних систем для паркування, які знаходяться під відкритим небом;

– деякі системи мають лише інформаційне табло. Водії можуть бачити інформацію щодо вільних місць, лише знаходячись біля в'їзду на паркування;

– деякі системи мають дуже технологічні рішення, які будуть фінансово не вигідні для багатьох клієнтів;

– деякі системи, мають тільки фізичні пристрої для забезпечення кінцевого виходу інформації, які необхідно налаштовувати та обслуговувати.

– деякі системи мають проблеми із захистом даних (дані користувачів, фінансові операції).

Системи, які будуть порівняні, повинні усунути усі ці недоліки та забезпечити найбільш комфортне та дешеве рішення для клієнтів. А також дати рекомендацію, яку систему краще вибрати.

1.2 Огляд та аналіз існуючих методів оцінювання ефективності розробки довідкових ІС для паркування автомобілів

При побудові застосунків та сервісів, що є елементом довідкової інформаційної системи (ІС), важливе проведення оцінювання ефективності розробки. Для оцінювання ефективності можуть бути застосовані методи, огляд і порівняльний аналіз яких проведено на даних [9], що показані в таблиці 1.

Таблиця 1.3 – Огляд та порівняльний аналіз методів оцінювання ефективності розробки застосунків та сервісів довідкових інформаційних систем

Метод оцінювання	Опис	Переваги	Недоліки
Бізнес-показники	Оцінка ефективності системи за допомогою фінансових та економічних показників, таких як прибуток, зниження витрат, рентабельність.	Дозволяє оцінити ефективність відносно фінансових метрик.	Не дозволяє оцінити якість системи і задоволення користувачів.
Використання	Аналіз поведінки користувачів в системі, такий як час використання, кількість запитів та ін.	Дозволяє зрозуміти, як користувачі використовують систему і як її покращити.	Не дозволяє оцінити якість системи, якість документації та її розуміння користувачами

Кінець таблиці 1.3

Метод оцінювання	Опис	Переваги	Недоліки
Задоволеність користувачів	Оцінка задоволеності користувачів системою за допомогою опитування та інших методів.	Дозволяє зрозуміти, як користувачі сприймають систему і її інтерфейс.	Не дозволяє оцінити фінансову ефективність системи та продуктивність.
Вартість	Оцінка вартості розробки та підтримки системи, включаючи розробку, тестування, впровадження та ін.	Дозволяє зрозуміти, які витрати пов'язані з системою та як їх оптимізувати.	Не дозволяє оцінити якість системи та її ефективність.
Продуктивність	Оцінка продуктивності системи за допомогою вимірювання часу відповіді та інших метрик продуктивності.	Дозволяє зрозуміти, наскільки швидко та ефективно працює система.	Не дозволяє оцінити якість системи.
Безпека	Оцінка рівня безпеки системи та її захищеності від різних видів загроз, таких як хакерські атаки, віруси, витік даних тощо.	Дозволяє зрозуміти, наскільки безпечно користуватись системою.	Не дозволяє оцінити якість системи та її ефективність.
Інноваційність	Оцінка рівня новаторства та інноваційності системи, її здатності пропонувати нові технології та рішення.	Дозволяє оцінити, наскільки система є новаторською та прогресивною.	Не дозволяє оцінити фінансову ефективність системи та її продуктивність.

Всі ці методи дуже корисні в разі певних умов їх використання. Більш детальний огляд та аналіз найпоширеніших з них наведено нижче.

Бізнес-показники (Business Metrics). Цей метод оцінювання полягає у визначенні ключових показників ефективності, таких як відвідуваність, конверсія,

середній чек та інші. Він дозволяє оцінити ефективність системи з точки зору бізнесу та визначити, чи варто продовжувати роботу над проектом [11].

Компанії можуть підвищити свою прибутковість трьома способами: генерувати більший дохід при заданих витратах, генерувати той самий дохід при менших витратах або використовувати обидва способи. Всі методи вимагають ретельного вимірювання та відстеження операційної ефективності - а це неможливо зробити без бізнес-метрик.

Правильні бізнес-показники не тільки допоможуть досягти бізнес-цілей, але й визначать сфери, які відповідають (або перевищують) очікування, а також вкажуть на ті, які не відповідають. Вся справа в тому, щоб розподіляти свої ресурси мудро і стратегічно [11].

Використання (Usage Analysis). Цей метод полягає у зборі та аналізі даних про використання системи користувачами. Це може включати аналіз часу, який користувачі проводять в системі, популярність різних функцій системи, кількість користувачів тощо. Цей метод дозволяє визначити, які аспекти системи найбільш корисні користувачам і які можуть бути вдосконалені [11].

Аналітика використання продукту - це процес аналізу даних всередині продукту, щоб зрозуміти, як користувачі взаємодіють з продуктом і чому вони роблять саме те, що роблять. Він відрізняється від традиційних опитувань та інтерв'ю з клієнтами тим, що допомагає з'ясувати, що насправді роблять користувачі на основі даних на рівні користувача в цифровому продукті, а не лише того, що вони кажуть, що роблять, щоб команди розробників могли швидко та впевнено визначати пріоритети в розробці [11].

Задоволеність користувачів (User Satisfaction Analysis). Задоволеність користувачів (User Satisfaction Analysis): цей метод оцінювання полягає у зборі та аналізі даних про задоволеність користувачів системою. Це може включати опитування користувачів, аналіз відгуків у соціальних мережах та інше. Цей метод дозволяє визначити, які аспекти системи найбільш важливі для користувачів і які можуть бути вдосконалені для покращення задоволеності користувачів [12].

Задоволені клієнти повертаються. Вони рекомендують товари іншим. Залишають позитивні відгуки, можливо, купують більше в майбутньому. Задоволені клієнти - вирішальний фактор успіху компанії. Але їхні потреби постійно зростають, конкуренція зростає. Компанія повинна щось запропонувати своїм клієнтам, щоб вони залишалися задоволеними.

Тому важливо регулярно перевіряти, як клієнти ставляться до продуктів чи послуг. Адже тільки той, хто знає, як клієнт ставиться до компанії, зможе задовольнити його в майбутньому [12].

Задоволені клієнти розповідають іншим про свій позитивний досвід і рекомендують продукт або послугу іншим.

Можна вчитися у незадоволених клієнтів: Те, що їх турбує, може стати шансом зробити краще в майбутньому.

Вартість (Cost Analysis). Вартісний метод оцінювання полягає у визначенні вартості розробки та експлуатації системи. Це може включати аналіз витрат на розробку, технічну підтримку та інше. Цей метод дозволяє визначити, чи ефективно було витрачено кошти на розробку та експлуатацію системи та чи можна зменшити витрати в майбутньому [13].

У методах фінансового аналізу використовують традиційні підходи до фінансового розрахунку економічної ефективності відповідно до специфіки ІТ і з урахуванням необхідності оцінювати ризик. Перевага фінансових методів - у їхніх основоположних принципах, запозичених із класичної теорії визначення економічної ефективності інвестицій. Ці методи використовують загальноприйняті у фінансовій сфері критерії (чиста поточна вартість, внутрішня норма прибутку та ін.) і оперують поняттями припливу і відпливу грошових коштів, що вимагають конкретики і точності [13].

Продуктивність (Performance Analysis)

Цей метод оцінювання полягає у визначенні продуктивності системи, такої як швидкість роботи, обсяг оброблюваних даних, масштабованість та інше. Цей метод дозволяє визначити, як добре система працює в реальному часі та які можливості є для її вдосконалення [14].

Це сучасна методологія оцінки одного з ключових показників ефективності роботи підприємства. Метою такого аналізу є всебічне підвищення повсякденної ефективності продуктивності співробітників підприємства за рахунок оптимізації робочого часу, виробничих операцій, підвищення кваліфікації тощо.

Трудомісткість продукції - показник, що характеризує затрати робочого часу на виробництві одиниці або всього обсягу виготовленої продукції.

Трудомісткість є питома і технологічна [14].

Питома трудомісткість - це загальні витрати людино - годин на продукцію.

Технологічна трудомісткість - це витрати нормованого часу основних робітників - відрядників на виробництво продукції [14].

Між показниками трудомісткості та продуктивності праці існує обернено пропорційний зв'язок - за зниження трудомісткості продуктивності праці зростає, і навпаки.

Безпека (Security Analysis)

Цей метод оцінювання полягає у визначенні безпеки системи, такої як захист від хакерських атак, захист від витоку даних та інше. Цей метод дозволяє визначити, наскільки захищена система та які можливості є для її вдосконалення з точки зору безпеки [15].

Багатофакторна автентифікація (MFA). Стає звичним вимагати більше, ніж просто пароль для входу в будь-яку систему. MFA вимагає щонайменше двох речей: щось, що ви знаєте (пароль, пін-код, відповідь на питання безпеки тощо), щось, що у вас є (текстове повідомлення з кодом, смарт-карта, фізичний токен тощо), і щось, чим ви є (відбитки пальців, розпізнавання голосу тощо).

Принцип найменших привілеїв. Системи повинні гарантувати, що доступ може бути розбитий на достатньо малі частини, щоб кожен обліковий запис був обмежений переглядом тільки тих даних або доступом тільки до тих областей або додатків, які необхідні йому для виконання своєї роботи [15]. Це запобігає потраплянню даних (інформація про зарплату, захищена інформація про здоров'я тощо) до людей, які не повинні їх бачити. Це також гарантує, що якщо обліковий запис зламано, хакер обмежений у даних, які він може бачити. Якщо зламаний

обліковий запис має занадто багато привілеїв, хакер може розширити доступ до нього, надавши йому додатковий дозвіл, що дозволить йому отримати доступ до ще більш обмеженої інформації або областей застосування.

Інноваційність (Innovation Analysis). Цей метод оцінювання полягає у визначенні рівня інноваційності системи, такої як використання новітніх технологій, оригінальних рішень тощо. Цей метод дозволяє визначити, наскільки новаторською є система та які можливості є для її вдосконалення з точки зору інноваційності [16].

Для досягнення конкурентних переваг на ринку створення ефективної системи управління продуктовими інноваціями є найважливішою управлінською потребою для кожного виробничого підприємства.

Загалом, інновація - це результат діяльності, спрямованої на створення чогось нового або іншого способу виконання чогось. Сьогодні існує багато різних видів інновацій: продуктові інновації, процесні інновації, технологічні інновації, ринкові інновації, управлінські інновації, системні інновації, організаційні інновації та фінансові інновації. Багато досліджень з'ясовують різницю між інноваціями та винаходами. Винахід - це ідея або концепція нового або вдосконаленого пристрою, продукту, процесу або системи 1, 2. Винахід стає інновацією, коли він практично впроваджується або використовується, виконуючи певну мету [16]. Інновація - це економічна реалізація винаходу [16]. З точки зору компанії, продуктова інновація виникає тоді, коли новий або вдосконалений продукт з'являється на ринку і досягає там успіху, виконуючи поставлену перед ним мету. Однією з найважливіших цілей компанії щодо інновацій є створення конкурентних переваг, які дозволять компанії вижити в майбутньому [16].

1.3 Постановка задач дослідження

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження методів оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів за допомогою оптимізації розміщення автомобілів на муніципальних місцях паркування або місць паркування біля супермаркетів і торгово-розважальних центрів.

Основними методами оцінювання ефективності розробки довідкових ІС для паркування автомобілів - вартісний метод та метод задоволеності користувачів.

У цьому дослідженні має бути використано комбінований метод підходу, який поєднує в собі як кількісні, так і якісні методи дослідження. Кількісні методи дослідження дозволяють оцінити ефективність розробки довідкових інформаційних систем за допомогою числових показників, тоді як якісні методи дослідження дозволяють оцінити ефективність з точки зору користувачів та їх задоволеності.

На підставі проведеного аналізу сучасного стану та проблеми побудови та оцінювання довідкових ІС в роботі потрібно:

- сформулювати метод оцінювання ефективності;
- розробити комплексний критерій оцінювання ефективності;
- розробити методіку побудови варіантів проєктних рішень;
- запропонувати алгоритм застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС паркування автомобілів;
- провести апробацію на прикладах варіантів рішень.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

2.1 Дослідження групи вартісних методів, які можуть бути застосовані для оцінювання ефективності при розробці довідкових ІС

Серед відомих вартісних методів оцінювання ефективності, що можуть бути використані зокрема для довідкових ІС паркування автомобілів, можуть бути віднесені такі, які описані нижче.

ABC (Activity Based Costing) - цей метод дозволяє визначити вартість різних активностей, пов'язаних з проєктом «розумного» паркування, та розподілити їх між відповідними функціональними областями. Це допомагає краще зрозуміти витрати, пов'язані з різними етапами життєвого циклу проєкту [17].

ROI (Return on Investment) - цей метод дозволяє оцінити фінансову вигоду «розумного» паркування за допомогою порівняння чистого прибутку, отриманого від проєкту, з вкладеними в нього коштами. ROI може бути визначений як відношення чистого прибутку до вкладених коштів, і є показником ефективності інвестицій у проєкт [18].

TCO (Total Cost of Ownership) - цей метод оцінює загальну вартість володіння «розумним» паркуванням протягом всього її життєвого циклу. До складу TCO включається вартість придбання обладнання, його установки та налаштування, підтримки, ремонту та заміни компонентів, а також витрат на енергопостачання та забезпечення безпеки [19].

TEI (Total Economic Impact) - цей метод оцінює економічний вплив «розумного» паркування на діяльність організації в цілому, враховуючи витрати на розробку та впровадження проєкту, вартість обслуговування та технічної підтримки, зниження витрат на персонал та інші переваги, які можуть бути здобуті завдяки впровадженню «розумного» паркування [20].

REJ (Rapid Economic Justification) - цей метод дозволяє швидко визначити економічну вигоду «розумного» паркування на основі зведеного бізнес-плану, що містить витрати та прибутки проєкту [21].

EVA (Economic Value Added) - цей метод оцінює економічну вартість проєкту, віднімаючи витрати капіталу з чистого прибутку. EVA дозволяє оцінювати рентабельність проєкту на основі вартості капіталу та інвестиційної рентабельності [22].

Залежно від контексту та мети оцінки, можна використовувати різні методи оцінки фінансової вигоди «розумного» паркування. Наприклад, якщо основною метою є визначення рентабельності інвестицій у проєкт, то ROI може бути найбільш підходящим методом. Якщо ж потрібно оцінити вплив проєкту на діяльність організації в цілому, то краще використовувати TEI. Незалежно від методу, важливо враховувати всі витрати та прибутки проєкту, щоб отримати повну картину його економічної вигоди.

Формули, які можна використовувати для розрахунку фінансової вигоди з використанням деяких з перерахованих методів представлені нижче.

Метод ABC (Activity Based Costing) дозволяє розрахувати вартість «розумного» паркування шляхом розбиття всіх витрат на окремі види діяльності (активності) і визначення витрат, пов'язаних з кожною активністю.

Отже, формула для розрахунку фінансової вигоди «розумного» паркування за методом ABC може виглядати наступним чином [17]:

$$ABC = ZV - VV, \quad (2.1)$$

де ABC – фінансова вигода;

ZV – вартість зменшення витрат;

VV – витрати на впровадження.

Вартість зменшення витрат може бути розрахована для кожної активності окремо, наприклад, зменшення витрат на виконання операції з пошуку вільного місця для паркування, зменшення витрат на ремонт і технічне обслуговування автомобілів, зменшення витрат на зарплатню персоналу, який займається контролем паркування, тощо. Для кожної активності витрати можуть бути розраховані за допомогою методу ABC.

ROI (Return on Investment) - цей метод оцінки використовується для визначення рентабельності інвестицій. Формула розрахунку ROI на основі прибутку та інвестицій [18]:

$$ROI = \frac{IG}{IB} * 100\%, \quad (2.2)$$

де *ROI* – визначення рентабельності інвестицій;

IG – прибуток;

IB – інвестиції.

TCO (Total Cost of Ownership) - цей метод дозволяє визначити загальну вартість володіння та експлуатації системи. Формула розрахунку TCO [19]:

$$TCO = I + O + M + D + P - R, \quad (2.3)$$

де *TCO* – загальна вартість володіння та експлуатації системи;

I – початкова вартість (- витрати на придбання та установку обладнання);

O – вартість експлуатації (- витрати на встановлення, тестування, навчання персоналу);

M – вартість технічного обслуговування;

D – час простою;

P – продуктивність (- може бути визначена на основі кількості машин, які можуть бути припарковані за певний період часу, швидкості роботи системи, а також за ступенем ефективності з якою користувачі можуть знайти та зайняти вільне місце для паркування);

R – залишкова вартість (- ціна системи через 5 або 10 років).

TEI (Total Economic Impact) - цей метод дозволяє визначити загальний вплив проекту на економіку компанії. Формула розрахунку TEI [20]:

$$TEI = \frac{VG - VT}{VT} * 100\%, \quad (2.4)$$

де TEI – загальний вплив проекту на економіку компанії;

VG – вигоди;

VT – витрати.

Метод REJ (Rapid Economic Justification) використовується для швидкого оцінювання витрат і користі від інвестиційного проекту. Для розрахунку фінансової вигоди «розумного» паркування за методом REJ можна скористатися наступною формулою [21]:

$$REJ = \frac{F - VT}{VT}, \quad (2.5)$$

де REJ – прибуток, отриманий від, наприклад, збільшення доходу від платежів за паркування, зменшення витрат на обслуговування паркувань;

F – фінансова вигода;

VP – витрати на впровадження.

У цій формулі «фінансова вигода» означає прибуток, отриманий від "розумного" паркування, наприклад, збільшення доходу від платежів за паркування, зменшення витрат на обслуговування паркувань тощо. "Витрати на впровадження" включають в себе всі витрати на проект, включаючи закупівлю техніки, програмного забезпечення, налагодження, навчання персоналу та інші витрати, пов'язані з впровадженням «розумного» паркування. Результат формули ROI показує, скільки грошей можна отримати за кожен витрачений долар на впровадження "розумного" паркування. Якщо ROI більше одиниці, це означає, що проект буде прибутковим, а якщо менше одиниці - проект буде неоптимальним.

EVA (Economic Value Added) - цей метод оцінки дозволяє визначити вартість проекту на основі вартості капіталу та інвестиційної рентабельності. Формула розрахунку EVA [22]:

$$EVA = P - K * VK, \quad (2.6)$$

де EVA – вартість проєкту на основі вартості капіталу та інвестиційної рентабельності;

P – прибуток;

K – капітал;

VK – вартість капіталу.

Кожен з цих методів може бути корисним для оцінки фінансової вигоди «розумного» паркування в різних умовах.

Для оцінки фінансової вигоди «розумного» паркування краще:

– розрахувати загальну вартість системи;

Розрахунок загальної вартості впровадження проєкту паркування допомагає оцінити фінансову ефективність проєкту та зробити раціональний вибір між різними пропозиціями та варіантами реалізації.

Це дозволяє оцінити повну вартість володіння технологією паркування, включаючи не лише вартість самої технології, але й витрати на її встановлення, експлуатацію та обслуговування. Такий розрахунок дає змогу зрозуміти реальну вартість володіння паркуванням та здійснити обґрунтований вибір, враховуючи можливі користі та витрати, пов'язані з її використанням [23].

– розрахувати чистий прибуток;

Розрахунок чистого прибутку для інформаційної системи паркування автомобілів важливий, оскільки дозволяє оцінити фінансову ефективність проєкту та визначити його рентабельність. Цей розрахунок дає змогу порівняти вартість витрат на впровадження та утримання системи з отриманим прибутком від її функціонування.

– розрахувати термін окупності інвестицій.

Термін окупності проєкту, допоможе зрозуміти через скільки інноваційний проєкт почне приносити прибуток власникам та інвесторам. Термін окупності інвестицій - це мінімальний термін, за який накопичений дохід перевищує початкові інвестиції.

Термін окупності - один із ключових параметрів для ухвалення рішення про інвестування: варто вкладати гроші в проєкт чи ні.

2.2 Дослідження методу задоволеності користувачів

Оцінка задоволення користувачів (User Satisfaction Analysis) може бути корисним методом для оцінки ефективності нової довідкової інформаційної системи для паркування автомобілів. Цей метод зазвичай використовується для вимірювання того, наскільки користувачі задоволені новим продуктом або послугою.

Щоб провести оцінку задоволення користувачів нової системи паркування, можна виконати такі кроки [12]:

– крок 1. Визначити метрики задоволення користувачів. Ці метрики можуть включати такі параметри, як легкість використання, швидкість, надійність, доступність і зручність;

– крок 2. Створити опитувальник для збору даних. Опитувальник повинен містити запитання, що стосуються метрик задоволення користувачів, які ви визначили;

– крок 3. Вибрати випадкову вибірку користувачів системи паркування для проведення опитування. Якщо система паркування вже запущена, можна використовувати існуючих користувачів. Якщо система ще не запущена, можна залучити учасників зі списку очікування;

– крок 4. Провести опитування та зібрати відповіді від користувачів;

– крок 5. Проаналізувати дані та зробити висновки щодо рівня задоволення користувачів. Якщо рівень задоволення користувачів низький, можна визначити проблеми та внести зміни до системи, щоб покращити її ефективність.

Загалом, оцінка задоволення користувачів може бути корисним інструментом для оцінки ефективності нової довідкової інформаційної системи

для паркування автомобілів. Вона допоможе виявити проблеми та підвищити задоволення користувачів, що може призвести до збільшення використання системи та підвищення її популярності серед користувачів.

Окрім опитування користувачів, існують інші методи оцінки ефективності нової довідкової інформаційної системи для паркування автомобілів. Наприклад, можна виконати А/В тестування, де одна група користувачів буде використовувати нову систему паркування, а інша - стару. Потім можна порівняти результати тестування та визначити, яка система є більш ефективною [12].

Також можна використовувати аналітику використання системи, щоб виміряти, наскільки часто користувачі використовують систему та які функції вони найчастіше використовують. Це може допомогти зрозуміти, які аспекти системи є найважливішими для користувачів, та покращити їх.

Один з найпопулярніших показників лояльності клієнтів - CSAT. Саме його й було використано.

CSAT (Customer Satisfaction Score) - це показник лояльності клієнтів, який використовується компаніями для оцінки того, наскільки клієнт задоволений конкретною взаємодією або загальним досвідом [24].

Цей показник йде пліч-о-пліч з відмінним клієнтським досвідом. Задоволеність має велике значення - лише 10% зростання показника CSAT компанії призводить до 12% зростання довіри з боку клієнтів [24].

Крім того, задоволені клієнти з більшою ймовірністю оновлюють або додають послуги і з меншою ймовірністю скасовують їх.

Індекс задоволеності клієнтів оцінюється шляхом опитування клієнтів за п'ятибальною шкалою, де 1 - дуже незадоволений, а 5 - дуже задоволений, наскільки вони були задоволені продуктом, послугою або конкретною взаємодією в цілому [24].

Цей показник враховує саме відсоток задоволених клієнтів. Саме тому відсотковий показник CSAT розраховується на основі оцінок від 4 до 5.

Рейтинг CSAT 80% означає, що більшість клієнтів оцінюють роботу компанії як "задоволену" [24].

Індекс задоволеності клієнтів - це одночасно і показник взаємовідносин, і показник точок контакту.

Це показник взаємовідносин у тому сенсі, що його можна використовувати для оцінки загальних взаємовідносин з клієнтами та наскрізного досвіду.

А як показник взаємодії з клієнтом, він може використовуватися для збору відгуків після індивідуальної взаємодії з клієнтом на різних етапах його подорожі.

Таким чином, показник задоволеності клієнтів слід використовувати для вимірювання задоволеності клієнтів комплексним досвідом, а також конкретною взаємодією або подією.

2.3 Побудова критерію оцінювання ефективності проєктування довідкових ІС

При оцінювання ефективності проєктів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів використовується вартісний метод, а саме розрахунок загальної вартості проєкту, терміну окупності інвестицій і методу ROI. Також взято до уваги метод задоволеності користувачів. Для вартісного методу будуть використані наступні формули.

Загальна вартість проєкту:

$$Z = B + D + O + M, \quad (2.7)$$

де Z – загальна вартість проєкту (const для різноманітних варіантів реалізації);

B – вартість розробки системи;

D – витрати на придбання та встановлення обладнання: система з алгоритмом, датчики, впровадження штучного інтелекту, встановлення роботизованих платформ;

O – вартість експлуатації: витрати на налаштування системи та її роботи з датчиками, тестування роботи системи, навчання персоналу;

M – вартість технічного обслуговування: усунення недоліків та помилок в роботі системи.

Вартість паркування одного автомобіля за місяць:

$$V_a = PG * 24 * 30, \quad (2.8)$$

де V_a – вартість паркування 1 автомобіля за 1 місяць;

PG – паркування одного автомобіля за 1 годину.

Виручка:

$$VR = V_a * AM_z + V_o * AM_o, \quad (2.9)$$

де VR – виручка за 1 місяць;

V_a – вартість паркування 1 автомобіля за 1 місяць;

AM_z – кількість заповнених місць;

V_o – вартість оренди 1 паркувального місця за 1 місяць;

AM_o – кількість місць для здачі в оренду.

Сума усіх витрат:

$$VT = O_p + ZP + VD, \quad (2.10)$$

де VT – сума усіх витрат за 1 місяць;

O_p – обслуговування паркувальних місць за 1 місяць;

ZP – заробітна плата паркувальників за 1 місяць;

VD – 6% доходу для паркування на 300 місць.

Чистий прибуток проекту:

$$P = VR - VT, \quad (2.11)$$

де P – чистий прибуток проекту за 1 місяць;

VR – виручка за 1 місяць;

VT – витрати за 1 місяць.

Термін окупності інвестицій:

$$T = \frac{I}{P}, \quad (2.12)$$

де T – термін окупності;

I – розмір вкладених інвестицій від замовника. Це вартість витрат на впровадження та утримання паркування;

P – чистий прибуток проекту за 1 місяць. Це прибуток, отриманий від використання паркування, за відрахуванням витрат на її впровадження та утримання.

Розрахунок лояльності клієнтів за CSAT показником:

$$L = \frac{R}{A} * 100\%, \quad (2.13)$$

де L – відсоток задоволених користувачів;

R – загальна кількість відповідей клієнтів із оцінкою 4 і 5;

A – кількість всіх відповідей клієнтів.

Розрахунок показнику прибутку проекту:

$$P_n = \frac{P_s}{P_e}, \quad (2.14)$$

де P_n – нормований показник прибутку проекту за 1 місяць;

P_s – чистий прибуток проекту за 1 місяць;

P_e – еталонний прибуток прийнятний замовником за 1 місяць.

Розрахунок показнику окупності інвестицій:

$$T_n = \frac{T_s}{T_e}, \quad (2.15)$$

де T_n – нормований показник терміну окупності;

T_s – термін окупності;

T_e – еталонний термін окупності проекту прийнятний замовником.

Розрахунок показнику лояльності клієнтів:

$$L_n = \frac{L_s}{L_e}, \quad (2.16)$$

де L_n – нормований показник задоволених користувачів;

L_s – відсоток задоволених користувачів;

L_e – еталонний термін відсотку задоволених користувачів прийнятний замовником.

Розрахунок загальної вартості проекту:

$$Z_n = \frac{Z_s}{Z_e}, \quad (2.17)$$

де Z_n – нормований показник загальних витрат;

Z_s – загальні витрати;

Z_e – еталонні загальні витрати прийняті замовником.

Сформований узагальнений критерій для оцінювання варіанта проектного рішення має бути обраховано за наступною формулою:

$$K = \frac{P_n + T_n + L_n + \dots}{Z_{const}}, \quad (2.18)$$

де K – узагальнений критерій оцінювання вартості, направлений на отримання прибутку та задоволеність клієнтів;

P_n – нормований показник прибутку проєкту за 1 місяць;

T_n – нормований показник терміну окупності;

L_n – нормований показник задоволених користувачів;

Z_{const} – загальна вартість проєкту (береться за константу, так як розмір вкладень від замовника зазвичай не буде змінюватися).

Далі будуть запропоновані рекомендації та алгоритм щодо застосування методів вартості та задоволеності користувачів довідкової ІС для паркування автомобілів з урахуванням процедури оцінювання вартості варіанту проєктного рішення та задоволеності користувачів за допомогою сформованого критерію.

3 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОВІДКОВИХ ІС ДЛЯ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Методика побудови варіантів проєктних рішень

Для побудови варіантів проєктних рішень було розглянуто цільову аудиторію. Для її визначення було висунуто гіпотезу про те, що основними споживачами продукту є власники середнього та великого бізнесу, які мають територію під місця паркування або вже готове паркування.

У такому разі особою, яка ухвалює рішення є власник бізнесу або керівник на аутсорсингу. На підставі цієї гіпотези було виділено такі цільові сегменти:

- власники готельних комплексів;
- власники підприємств із власною паркуванням від 5-ти машиномісць/територією під місця паркування;
- власники/керівники ТК, ТЦ, ТРЦ;
- компанії, що займаються організацією паркувань;
- голова адміністрації міста (відділ транспорту, навігації та логістики).

Також потрібно проаналізувати потенційних користувачів цієї системи.

При розробці довідкової ІС враховується, що паркувальники стануть безпосередніми користувачами системи та отримуватимуть від неї швидкі та ефективні рекомендації для паркування автомобілів.

Для дослідження можливостей та вимог системи при побудові довідкової ІС для паркування автомобілів було побудовано топологічну схему паркування, яка зображена на рисунку 3.1.

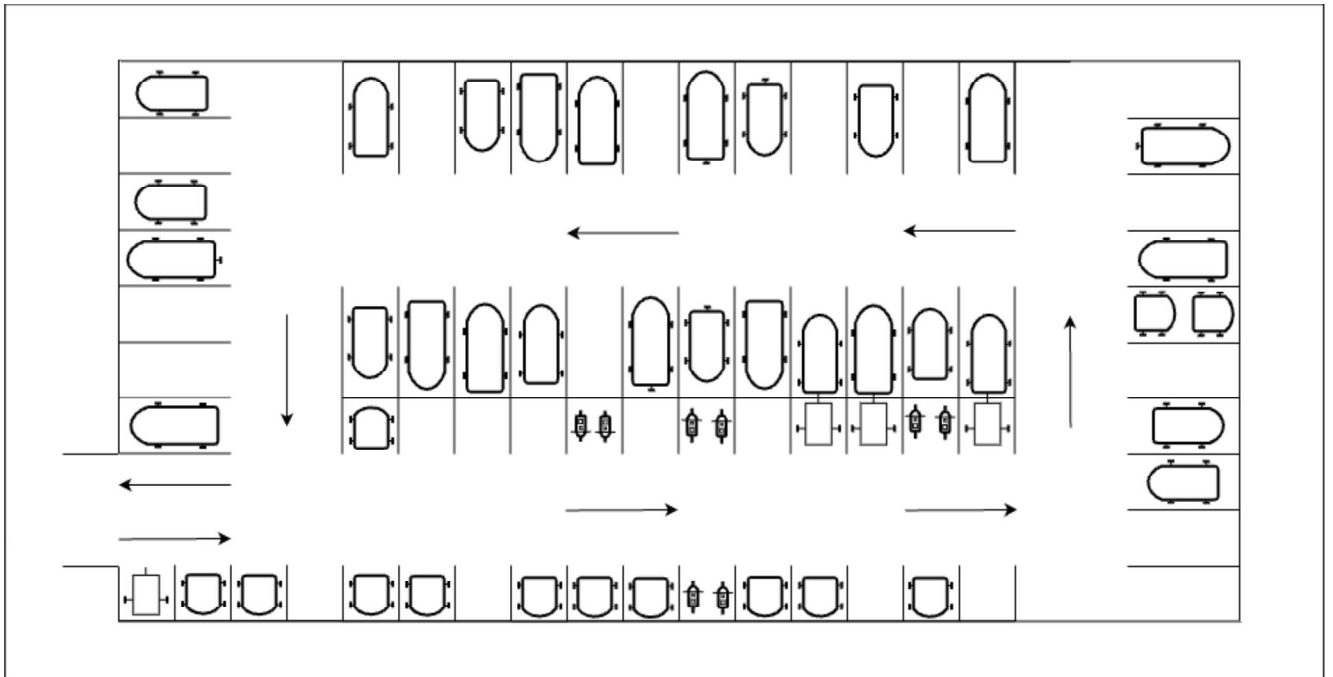


Рисунок 3.1 – Топологічна схема паркування

За основу моделі довідкової ІС було вибрано програму, яка буде працювати за допомогою генетичного алгоритму. Цей алгоритм заснований на еволюційній теорії та принципах природного відбору. Генетичний алгоритм може ефективно враховувати безліч параметрів.

Як зображено на рисунку 4.1, було приведено паркування, на якій потрібно оптимально розподілити різні типи машин: звичайні, смарт, автомобілі з причепом і мотоцикли. Необхідно врахувати такі параметри: площа паркування, розміри машин, радіус розвороту, час стоянки.

Алгоритм почне роботу зі створення початкової популяції розміщення машин на паркуванні, де кожна хромосома (розміщення машин) являє собою унікальне рішення. Далі буде визначено функцію пристосованості, яка буде оцінювати кожну розстановку машин на основі декількох параметрів, таких як площа займаної площі, ефективність використання простору і зручність розміщення машин.

Потім можна буде застосувати оператори кросовера і мутації для генерації нових нащадків (нових розташувань машин) і повторювати процес оцінювання

пристосованості та генерації нових нащадків доти, доки не знайдеться оптимальне рішення.

Приблизно через кілька поколінь популяції, генетичний алгоритм може виявити оптимальне рішення для розстановки машин на паркуванні з урахуванням усіх заданих параметрів. Таким чином, використання генетичного алгоритму може допомогти оптимізувати використання паркувального простору і підвищити ефективність роботи паркування.

Крім того, генетичний алгоритм може враховувати додаткові параметри, наприклад побажання водіїв щодо місця на паркуванні, що може призвести до більш зручного розподілу машин і поліпшення загальної ефективності паркування.

У разі використання тільки цієї програми із генетичним алгоритмом, усі дані щодо автомобілів і побажання користувачів будуть вводитися в систему паркувальником. Він буде розподіляти машини на паркуванні спираючись на рекомендацію від програми. Тобто, цей алгоритм буде основою для паркування.

Ця програма буде найменшим, що вже допоможе дешево і швидко покращити ефективність паркування. Зважаючи на побажання від замовника і його фінанси, можливо обладнати систему додатковими елементами, які безумно збільшать витрати, але в той час і ще більше збільшать ефективність паркування, що принесе ще більше прибутку. Розглянемо деякі з цих додаткових елементів.

Аналіз площі паркування та додаткова розмітка паркувальних місць.

За допомогою програми можливо оптимально перемальовувати паркувальні місця спираючись на площу паркування, розміри машин, для яких вона пристосована, радіус розвороту автомобілів та час стоянки. Це може допомогти покращити ефективність паркування за рахунок більш ефективного використання доступної площі та оптимізації розміщення машин.

Якщо паркувальні місця будуть перетворені на більш компактні, з раціональним використанням простору, то це дозволить розмістити більше машин на одній території паркування, зменшивши час пошуку місця для паркування та збільшивши кількість доступних місць. Також оптимальне

розміщення паркувальних місць може зменшити кількість конфліктів між водіями та пішоходами, забезпечивши більш безпечне та організоване паркування.

Встановлення інформаційних табло та стрілок.

Встановлення інформаційних табло та стрілок на паркуванні може допомогти вирішити декілька проблем, які зазвичай виникають на паркуванні, а саме:

– забезпечити ефективне використання паркувальних місць - інформаційні табло та стрілки допомагають водіям швидко знайти вільне паркувальне місце та легко дістатися до нього. Це допомагає уникнути хаосу на паркуванні та зменшити час, необхідний для пошуку вільного місця;

– зменшити кількість конфліктів між водіями - інформаційні табло та стрілки допомагають водіям зрозуміти, куди їм потрібно повернути, щоб дістатися до свого паркувального місця. Це зменшує ризик неправильного повороту та можливість зіткнення з іншими автомобілями;

– забезпечення безпеки пішоходів - інформаційні табло та стрілки можуть також допомогти пішоходам зрозуміти, які місця призначені для паркування та які місця повинні бути залишені вільними для їх безпеки. Це допомагає зменшити ризик зіткнення з автомобілями та забезпечити безпеку пішоходів.

Отже, встановлення інформаційних табло та стрілок на паркуванні допоможуть покращити задоволеність користувачів, збільшити вигоду паркування та зробити її більш ефективною та безпечною і надалі отримати фінансовий прибуток завдяки цьому.

Встановлення датчиків на в'їзді на паркування.

Встановлення датчиків на в'їзді на паркування допоможе швидше і точніше вираховувати габарити машини і автоматично завантажувати їх в програму. Після цього програма обробить ці дані та проаналізує їх, що дозволить видати користувачу паркувальне місце, на якому йому слід залишити свій автомобіль.

Це допоможе:

- полегшити роботу паркувальника та збільшити його задоволеність;
- збільшити швидкість для паркування автомобіля;

- збільшити задоволеність користувачів паркування.

Встановлення датчиків на всій території паркування.

Встановлення датчиків на всій території паркування допоможе вирішити декілька проблем, пов'язаних з управлінням та використанням паркування, а саме:

- оптимізація використання паркувальних місць: встановлення датчиків може допомогти водіям швидко знайти вільне паркувальне місце та легко дістатися до нього. Крім того, система може самостійно та ще швидше виявляти місця, які залишилися порожніми, та дозволяти їх використовувати, що допомагає оптимізувати використання паркувальних місць та зменшити загальний час пошуку вільного місця;

- зменшення заторів: з використанням датчиків може вестись облік трафіку на паркуванні та повідомляти водіям про затори, що допомагає уникнути непотрібних затримок та зменшити час, необхідний для пошуку вільного місця;

- підвищення безпеки: паркування може бути обладнане системою відеоспостереження та аудіооповіщенням, які допомагають забезпечити безпеку водіїв та пішоходів на паркуванні. Крім того, з використанням датчиків можливо виявляти автомобілі, які знаходяться на паркуванні без дозволу та повідомляти про це відповідні служби;

- зниження витрат: паркування може допомогти знизити витрати на управління та підтримку паркування. Наприклад, система може автоматично збирати оплату за паркування та заповнювати звіти про використання паркування;

- встановлення датчиків на паркуванні може допомогти міській владі зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, спричинений транспортним рухом та пошуком паркування. Завдяки більш ефективному використанню паркувальних місць можна зменшити кількість автомобілів, які розшукували вільне місце на паркуванні, що сприятиме зменшенню забруднення повітря та шуму в місті.

Переобладнання паркування в паркування роботизованого типу та встановлення систем штучного інтелекту.

Роботизоване паркування з використанням систем штучного інтелекту може допомогти покращити ефективність паркування, зменшити витрати часу та збільшити кількість машин, які можуть бути припарковані на обмеженій площі.

Застосування системи штучного інтелекту в паркуванні дозволяє автоматизувати процеси визначення місця для паркування та маршрутування автомобілів до цього місця. Наприклад, за допомогою датчиків та камер можна виявляти вільні паркувальні місця та надсилати інформацію до системи управління паркуванням. Система може визначати оптимальний маршрут до паркувального місця та паркувати автомобіль самостійно за допомогою спеціальної платформи.

Крім того, роботизоване паркування забезпечує більш ефективне використання простору, оскільки вона дозволяє автоматично переміщувати автомобілі від одного паркувального місця до іншого. Це забезпечує максимальне використання простору та зменшення кількості затраченого на пошук паркування часу для водіїв.

Отже, роботизоване паркування з використанням систем штучного інтелекту може значно покращити ефективність паркування, зменшити витрати часу та збільшити кількість машин, які можуть бути припарковані на обмеженій площі.

Усіма розглянутими додатковими елементами можливо обладнати систему. Це призведе до збільшення ефективності паркування та задоволеності користувачів. Безумовно зростуть і витрати. Але розглянувши цю систему, передбачається, що вигода від впровадження відіб'є вкладені кошти. Чим більш дорожчий і ефективний елемент буде додано до системи, тим більше виросте час на повернення вкладених коштів.

3.2 Методика оцінювання ефективності варіантів проєктних рішень за запропонованим критерієм

Розглянемо детальніше як саме потрібно аналізувати систему за методами оцінювання.

Однією з головних вимог оцінювання варіанта проєктного рішення є вартість.

Спочатку потрібно вибрати алгоритмів для оптимального розподілу машин на паркуванні. Розглянемо деякі з них:

– алгоритм Максвелла-Больцмана - заснований на статистичній фізиці й теорії ймовірності, враховує різні параметри, як-от кількість машин, розміри паркування, форму паркувального місця й уподобання водіїв. Алгоритм знаходить оптимальний розподіл машин, мінімізуючи конфлікти між машинами і забезпечуючи максимальне використання доступного простору [25];

– алгоритм мурашиної колонії - заснований на поведінці мурах під час пошуку найкоротшого шляху. Алгоритм використовується для пошуку оптимального шляху для кожної машини на паркуванні, мінімізуючи час пошуку місця для паркування [26];

– генетичний алгоритм - заснований на еволюційній теорії та принципах природного відбору. Алгоритм використовується для пошуку оптимального розподілу машин на паркуванні, ітеративно змінюючи і комбінуючи різні варіанти розподілу [27];

– алгоритм Дейкстри - заснований на пошуку найкоротшого шляху в графі. Алгоритм може використовуватися для визначення оптимального маршруту для кожної машини на паркуванні [28];

– алгоритм A^* - заснований на комбінації алгоритмів Дейкстри та евристики. Алгоритм використовується для пошуку оптимального маршруту для кожної машини на паркуванні, враховуючи як довжину маршруту, так і можливі перешкоди на шляху [29].

Вибір оптимального алгоритму для розподілу машин на паркуванні залежить від різних чинників. Однак, з урахуванням наявних вхідних даних, краще всього використовувати генетичний алгоритм. Цей алгоритм може ефективно враховувати безліч параметрів, таких як площа паркування, розміри автомобілів, радіус розвороту і час стоянки.

Наступним кроком потрібно вибрати додаткові елементи системи із перерахованих нижче.

Аналіз площі паркування та додаткова розмітка паркувальних місць.

При використанні цього елемента проводиться вибір схеми, за якою буде перемальовано паркувальні місця з використанням фарби. Спеціалісти виконують це завдання в рамках встановлених термінів.

Встановлення інформаційних табло та стрілок.

При використанні цього елемента проводиться аналіз та вибір необхідних табло.

Існує кілька типів табло для паркування, які можуть бути використані для інформування водіїв про доступність місць для паркування та іншу інформацію про паркування. Ось кілька з них:

– статичні табло: ці табло можуть бути розміщені на в'їзді до паркування та показувати загальну інформацію про доступність місць для паркування, таку як кількість вільних місць та загальна кількість місць;

– динамічні табло: ці табло можуть бути розміщені на кожному ряду паркування та показувати водіям, де саме є вільні місця для паркування;

– табло з датчиками: ці табло використовуються разом з датчиками, що встановлюються на кожному парковочному місці. Вони можуть показувати водіям, які конкретні місця для паркування є вільними та які зайняті;

– мобільні додатки: деякі паркування надають мобільні додатки, що дозволяють водіям зарезервувати місце для паркування, оплатити паркування, а також отримати інформацію про доступність паркування.

Краще всього використовувати статичні табло, бо це найпростіший і найдешевший вид табло. Вони підійдуть до паркувань на середню кількість місць.

Також необхідно проаналізувати та вибрати стрілки. Краще всього використовувати прямі стрілки: цей вид стрілки вказує напрямок руху автомобіля на паркуванні з урахуванням місць паркування. Вона проста у використанні, проте не завжди підходить для територій із складними конфігураціями.

Встановлення датчиків на в'їзді на паркування.

При використанні цього елемента проводиться аналіз та вибір необхідних датчиків на в'їзді на паркування. Є можливість встановити різні види датчиків, щоб визначити розміри автомобіля. Деякі з них включають:

- ультразвукові датчики: ці датчики вимірюють відстань між автомобілем і бар'єром та визначають його розміри за результатами вимірювання;
- інфрачервоні датчики: ці датчики використовують інфрачервоне випромінювання, щоб визначити розміри автомобіля;
- відеодатчики: ці датчики використовують відеозапис, щоб визначити розміри автомобіля;
- радарні датчики: ці датчики використовують радіохвильове випромінювання, щоб визначити розміри автомобіля;
- лазерні датчики: ці датчики використовують лазерне випромінювання, щоб визначити розміри автомобіля.

Задля економії коштів можна використовувати інфрачервоні датчики або відеодатчики, які є менш коштовними за ультразвукові та лазерні датчики.

Встановлення датчиків на всій території паркування.

При використанні цього елемента проводиться аналіз та вибір необхідних датчиків, якими буде облаштоване паркування. Існує кілька видів датчиків, які можна встановити на паркуванні, щоб покращити його ефективність. Ось кілька з них:

- датчик відстані - це датчик, який можна встановити на стіну або на підлогу паркування. Він вимірює відстань між автомобілем та перешкодою та повідомляє водію, коли відстань стає надто мала;
- камера відстеження - це камера, яка встановлюється на стелі паркування та дозволяє відстежувати рух автомобілів на паркуванні;

- датчик світла - це датчик, який вимірює рівень освітлення на паркуванні та допомагає водіям знайти найяскравіші місця для паркування;
- датчик зайнятості місць - це датчик, який встановлюється на кожному паркувальному місці та дозволяє відстежувати, коли місце зайняте або вільне;
- система GPS - це система, яка дозволяє водіям знайти вільні паркувальні місця в зоні паркування.

Для більш простішої системи, яка буде коштувати менше, рекомендовано встановити датчики відстані та датчики світла. Однак, якщо необхідно обладнати більш точну систему, яка дозволяє відстежувати зайнятість кожного паркувального місця, то краще обрати систему GPS та датчики зайнятості місць.

Переобладнання паркування в паркування роботизованого типу та встановлення систем штучного інтелекту.

При використанні цього елемента проводиться аналіз та вибір паркувань роботизованого типу. Основні типи включають в себе:

- автоматизовані багатоповерхові паркування: це паркування, які використовуються для зберігання та повторного видачі автомобілів на багатьох рівнях;
- автоматизовані паркування з горизонтальним переміщенням: ці паркування мають механізм переміщення автомобілів на горизонтальних платформах, що дозволяє зберігати автомобілі в тіснішому просторі;
- автоматизовані паркування з вертикальним переміщенням: ці паркування використовують систему ліфтів та платформ, щоб зберігати автомобілі вертикально;
- автоматизовані паркування з шаховим переміщенням: ці паркування використовують систему переміщення автомобілів на платформах, що рухаються в напрямках, схожих на графіку шахової дошки.

Рекомендовано обрати автоматизоване паркування з вертикальним переміщенням. Це дозволить зменшити використання площі та витрати на таку систему.

Наступним етапом є вибір системи паркування із інтеграцією штучного інтелекту. Вони є досить новим та швидко розвиваючим напрямком у світі паркування. Основні типи паркувань з системою штучного інтелекту включають в себе:

– паркування з системою розпізнавання номерних знаків: ці паркування використовують камери та програмне забезпечення для розпізнавання номерів автомобілів, що дозволяє автоматично відкривати шлагбаум та видавати квитки для паркування;

– паркування з системою прогнозування: ці паркування використовують штучний інтелект та дані про попередні паркування для прогнозування кількості вільних місць на паркуванні та організації ефективнішого розміщення автомобілів;

– паркування з системою автоматичного паркування: ці паркування використовують штучний інтелект та датчики, щоб автоматично паркувати автомобілі без участі водія;

– паркування з системою автоматичного видачі автомобілів: ці паркування використовують штучний інтелект та роботів для автоматичної видачі автомобілів з паркування.

Задля економії коштів та максимального покращення ефективності рекомендовано вибрати паркування з системою прогнозування.

Іншою головною вимогою оцінювання варіанта проєктного рішення є задоволеність клієнтів.

Для цього були використані такі поняття [30]:

– анкета для опитування користувачів - упорядкований за змістом і формою набір запитань, кожне з яких логічно пов'язане з довідковою ІС паркування автомобілів;

– загальне анкетне опитування користувачів довідкової ІС (анкетне опитування) – дослідження, яке проводиться з метою визначення, чи задовольняються потреби користувачів;

– індекс задоволеності користувачів (ІЗК) – визначає зміну рівня задоволення потреб користувачів;

– користувач – фізична або юридична особа, яка використовує дані статистичних спостережень;

– рівень задоволення користувачів (РЗК) – показує, наскільки користувачів задовольняє якість інформації за окремими критеріями якості.

Інформаційною базою для розрахунку ІЗК є відповіді користувачів, отримані в ході проведення загального анкетного опитування на запитання анкети, які стосуються критеріїв якості системи:

- 1) Як ви оцінюєте зручність та ефективність використання паркування?
- 2) Чи було легко знайти місце яке вам запропонував паркувальник?
- 3) Чи відчуваєте ви, що система робить паркування більш безпечним та зручним?
- 4) Чи відчуваєте ви, що змогли швидше припаркувати свій автомобіль?
- 5) Чи стало паркування більш зручним через оптимізацію паркування?

Варіанти відповідей на запитання для оцінки задоволення користувачів наведені нижче:

- дуже погано (0);
- погано (1);
- задовільно (2);
- добре (3);
- дуже добре (4);
- відмінно (5).

3.3 Алгоритм застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань

Алгоритм застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань наведено на рисунку 3.2.

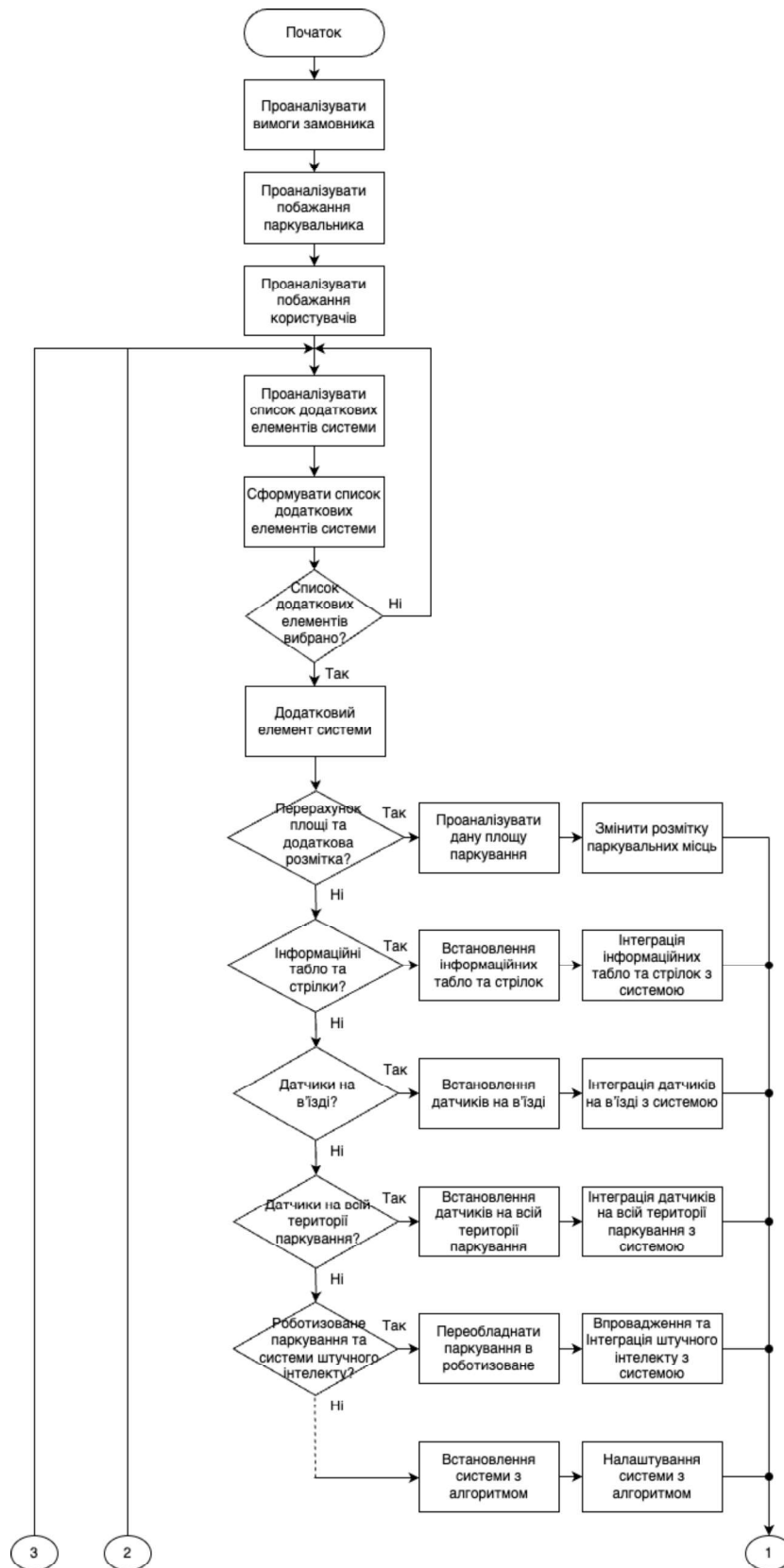


Рисунок 3.2 – Алгоритм застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань

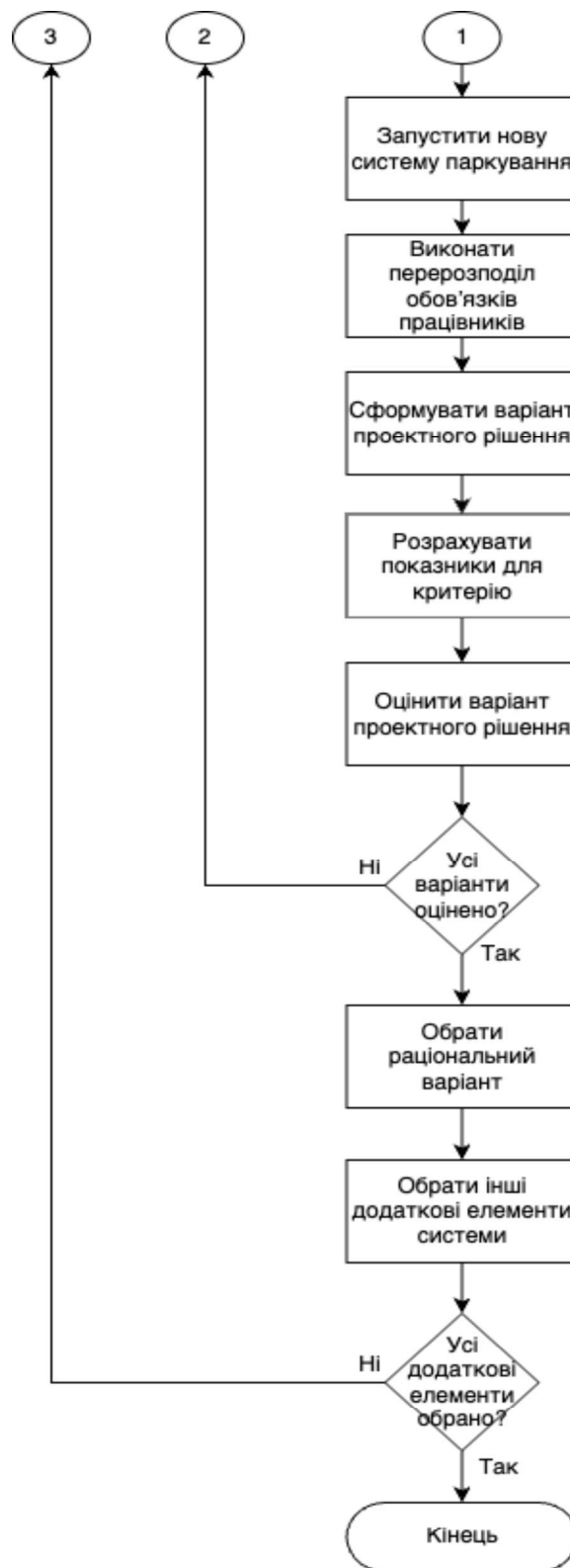


Рисунок 3.2, аркуш 2

Спочатку аналізуються вимоги замовника, після чого досліджуються побажання паркувальника та користувачів. Після цього проводиться аналіз додаткових елементів системи.

Якщо обрано перерахунок площі та перефарбування розмітки, то необхідно проаналізувати це рішення. Далі треба ознайомитись з площею даного паркування. Після цього змінити розмітку паркувальних місць.

Якщо обрано інформаційні табло та стрілки, то необхідно проаналізувати це рішення. Далі треба встановити табло та стрілки. Після цього інтегрувати інформаційні табло та стрілки з системою.

Якщо обрано датчики на в'їзді, то необхідно проаналізувати це рішення. Далі треба встановити датчики на в'їзді. Після цього інтегрувати датчики на в'їзді з системою.

Якщо обрано датчики на всій території паркування, то необхідно проаналізувати це рішення. Далі треба встановити датчики на всій території паркування. Після цього інтегрувати датчики на всій території паркування з системою.

Якщо обрано роботизоване паркування та інтеграцію з системою штучного інтелекту, то необхідно проаналізувати це рішення. Далі треба переобладнати паркування в роботизоване. Після цього потрібно впровадити та інтегрувати датчики на всій території паркування з системою.

Якщо не один з довідкових елементів не підійшов, то потрібно вибрати мінімальний елемент системи, а сама встановлення системи з алгоритмом. Після цього потрібно інтегрувати систему з алгоритмом.

Якщо додаткові елементи системи обрано, необхідно запустити нову систему паркування. На наступному етапі проводиться перерозподіл обов'язків працівників. Після цього формуються варіанти проєктних рішень, розраховуються показники для критерію та оцінюються варіанти проєктних рішень. Якщо всі варіанти було оцінено, обирається раціональний варіант. На наступному етапі обираються інші додаткові елементи системи. Якщо усі додаткові елементи обрано, то починається реалізація проєкту.

У наступному розділі роботи буде проведено апробацію методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань.

4 АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення робіт стосовно апробації методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС для паркування автомобілів було взято комбіновані варіанти готових систем.

За приклад було взято паркування на 300 місцях, річна заповнюваність якої вже становить 80%. Кошторис для першого варіанту зображено нижче. Він комбінує наступні готові рішення:

- система з генетичним алгоритмом. Її вартість становить 740000 грн.;
- аналіз площі паркування та додаткова розмітка паркувальних місць. Вартість такого модуля становить 74000 грн.;
- табло. Потрібно взяти одразу 2 табло. Ціна їх буде 740000 грн.;
- навігаційні стрілки. Потрібно взяти одразу 150 штук. Вартість становить 2800000 грн.;
- встановлення датчиків на в'їзді на паркування. Рекомендовано 3 інфрачервоні датчики. Їх вартість становить 225000 грн.
- навчання персоналу. Для навчання 4 людей була сформована наступна ціна: 148000 грн.;
- вартість технічного обслуговування становить 185000 грн.

Загальна вартість проекту:

$$Z = 740000 + 74000 + 740000 + 2800000 + 225000 + 148000 + 185000 = 4912000 \text{ грн,} \quad (4.1)$$

Вартість паркування автомобіля:

$$V_a = 35 * 24 * 30 = 25200 \text{ грн/міс,} \quad (4.2)$$

На паркуванні залишаються ще 200 місць (20%), які можуть бути порожніми, тому рекомендовано здати їх на довгостроковій основі 9000 грн/місяць.

Виручка за один місяць:

$$VR = 25200 * 240 + 9000 * 60 = 6588000 \text{ грн/міс}, \quad (4.3)$$

Потрібно розрахувати витрати за 1 місяць (VT). Розглянуто ці варіанти було нижче:

– обслуговування паркувального місця: $1\$ * 300 \text{ місць} = 40 * 300 = 12000$ грн/міс;

– заробітна плата паркувальників: $4 \text{ паркувальника} * 15000 \text{ грн} = 60000$ грн.;

– 6% від доходу для паркування на 300 місць: $6\% \text{ від } 6588000 = 395280$ грн.

Розраховано суму усіх витрат:

$$VT = 12000 + 60000 + 395280 = 467280 \text{ грн/міс}, \quad (4.4)$$

Розрахуємо чистий прибуток:

$$P = 6588000 \text{ грн/міс} - 467280 \text{ грн/міс} = 6120720 \text{ грн/міс}, \quad (2.11)$$

Термін окупності:

$$T = \frac{10000000}{6120720} = 1.63 \text{ міс}, \quad (4.5)$$

Розрахунок відсотку задоволеності користувачів:

$$L = \frac{240}{300} * 100\% = 80\%, \quad (4.6)$$

Далі необхідно розрахувати показники. Розпочнемо з розрахунку показнику прибутку проекту:

$$P_n = \frac{6120720}{10000000} = 0.87, \quad (4.7)$$

Розрахунок показнику окупності інвестицій обчислимо за зворотною пропорцією:

$$T_n = \frac{1.63}{0.49} = \frac{0.49}{1.63} = 0.3, \quad (4.8)$$

Розрахунок показнику лояльності клієнтів:

$$L_n = \frac{80}{100} = 0.8, \quad (4.9)$$

Розрахунок загальної вартості проекту:

$$Z_n = \frac{4912000}{5000000} = 0.98, \quad (4.10)$$

Сформований узагальнений критерій для оцінювання варіанта проектного рішення має бути обраховано за наступною формулою:

$$K_1 = \frac{0.87 + 0.7 + 0.8}{0.98} = 2.4, \quad (4.11)$$

Кошторис для другого варіанту зображено нижче. Він комбінує наступні готові рішення:

– система з генетичним алгоритмом. Її вартість становить 740000 грн.;

– датчики на всій території паркування. Їх ціна буде нижча за ціну для першого варіанту становить: $300 \text{ датчиків} * 200\$ = 2215000 \text{ грн.};$

– навігаційні стрілки. Потрібно узяти одразу 150 штук. Вартість становить 2800000 грн.;

– автоматизований шлагбаум: $3 * 550\$ = 60000 \text{ грн.};$

– навчання персоналу. Кількість людей була зменшена через наявність автоматизованих шлагбаумів. Для навчання 2 людей була сформована наступна ціна: 70000 грн.;

– вартість технічного обслуговування становить 220000 грн.

Загальна вартість проекту:

$$Z = 740000 + 2215000 + 2800000 + 60000 + 70000 + 22000 = 5907000 \text{ грн,} \quad (4.12)$$

Вартість паркування автомобіля:

$$V_a = 60 * 24 * 30 = 43200 \text{ грн/міс,} \quad (4.13)$$

На паркуванні залишаються ще 200 місць (20%), які можуть бути порожніми, тому рекомендовано здати їх на довгостроковій основі 216000 грн/місяць.

Виручка за один місяць:

$$VR = 43200 * 240 + 10000 * 60 = 10968000 \text{ грн/міс,} \quad (4.14)$$

Потрібно розрахувати витрати за 1 місяць (VT). Розглянуто ці варіанти було нижче:

– обслуговування паркувального місця: $2\$ * 300 \text{ місць} = 80 * 300 = 24000 \text{ грн/міс};$

– заробітна плата паркувальників: 2 паркувальника * 15000 грн = 60000 грн.;

– 6% від доходу для паркування на 300 місць: 6% від 10968000 = 658080 грн.

Розраховано суму усіх витрат:

$$VT = 24000 + 60000 + 658080 = 742080 \text{ грн/міс}, \quad (4.15)$$

Розрахуємо чистий прибуток:

$$P = 10968000 \text{ грн/міс} - 742080 \text{ грн/міс} = 10225920 \text{ грн/міс}, \quad (4.16)$$

Термін окупності:

$$T = \frac{11000000}{10225920} = 1.07 \text{ міс}, \quad (4.17)$$

Розрахунок відсотку задоволеності користувачів:

$$L = \frac{270}{300} * 100\% = 90\%, \quad (4.18)$$

Далі необхідно розрахувати показники. Розпочнемо з розрахунку показнику прибутку проєкту:

$$P_n = \frac{10225920}{11000000} = 0.93, \quad (4.19)$$

Розрахунок показнику окупності інвестицій обчислимо за зворотною пропорцією:

$$T_n = \frac{1.07}{0.53} = \frac{0.53}{1.07} = 0.5, \quad (4.20)$$

Розрахунок показнику лояльності клієнтів:

$$L_n = \frac{90}{100} = 0.9, \quad (4.21)$$

Розрахунок загальної вартості проекту:

$$Z_n = \frac{5907000}{6000000} = 0.99, \quad (4.22)$$

Сформований узагальнений критерій для оцінювання варіанта проектного рішення має бути обраховано за наступною формулою:

$$K_2 = \frac{0.93 + 0.5 + 0.9}{0.99} = 2.35, \quad (4.23)$$

Таким чином, отримавши результати, за методом оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС паркування можна зробити висновок, що кращим варіантом буде перший комбінований варіант системи.

ВИСНОВКИ

В ході написання кваліфікаційної роботи було проаналізовано існуючі проекти з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів.

Було виконано аналіз сучасного стану та проблем побудови та оцінювання довідкових ІС для паркування автомобілів. У цьому розділі були розглянуті такі питання: огляд та аналіз існуючих проектів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів, огляд та аналіз існуючих методів оцінювання ефективності розробки довідкових ІС для паркування автомобілів, постановка задачі дослідження.

Було проведено досліджено і побудовано метод оцінювання ефективності. В цьому розділі розглянуті такі питання: дослідження групи вартісних методів, які можуть бути застосовані для оцінювання ефективності при розробці довідкових ІС, дослідження методу задоволеності користувачів, побудова критерію оцінювання ефективності проектування довідкових ІС.

У роботі також була приведена методика використання методів оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС для паркування автомобілів. Питання, які були розглянуті: методика побудови варіантів проєктних рішень, методика оцінювання ефективності варіантів проєктних рішень за запропонованим критерієм, формування та опис алгоритму застосування методу оцінювання ефективності для побудови довідкових ІС розумних паркувань

Наступним кроком було проведено апробацію результатів роботи критерію оцінки ефективності. В цьому розділі були проаналізовані такі питання: узято комбіновані варіанти готових систем, використання методу оцінювання ефективності за критерієм для двох варіантів готових систем довідкових ІС паркування автомобілів.

За результатами кваліфікаційної наукової роботи можна зробити висновок що поставлена мета – дослідження методів оцінювання ефективності проектів з розробки довідкових ІС для паркування автомобілів, була виконана.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Automated Parking Facility for Ultra-compact Electric Vehicles - EV ECO Park. URL: <https://www.giken.com/en/products/automated-parking-facilities/ev-eco-park> (дата звернення: 13.05.2023).

2. IoT Products. Libelium. Smart parking. URL: <https://www.libelium.com/iot-products/smart-parking> (дата звернення: 13.05.2023).

3. A new parking experience with connected and automated parking solutions. URL: <https://www.bosch-mobility.com/en/mobility-topics/connected-and-automated-parking> (дата звернення: 13.05.2023).

4. Easypark group. Making Cities More Livable. URL: <https://easyparkgroup.com> (дата звернення: 13.05.2023).

5. ParkinGO. URL: <https://www.parkingo.com/en> (дата звернення: 13.05.2023).

6. KyivSmartCity. URL: <https://kyivsmartcity.com> (дата звернення: 13.05.2023).

7. Barking. Park & wash with 1 tap. Grab your Snabb! URL: <https://snabb.xyz/en> (дата звернення: 13.05.2023).

8. Parking UA. URL: <https://itc.ua/news/obnovlennoe-mobilnoe-prilozhenie-parking-ua-pozvolyaet-v-rezhime-realnogo-vremeni-vyibrat-mesto-i-oplatit-parkovku-s-pomoshhyu-masterpass> (дата звернення: 13.05.2023).

9. Збаражський К.А. Порівняльний аналіз методів оцінювання ефективності розробки сервісів довідкових іс для розумного паркування автомобілів, наук. керівник Міхнова А.В. «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Матеріали XXVII міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь в XXI ст.». Харків, 2023.

10. KPI: Key Performance Indicators. URL: <https://www.klipfolio.com/resources/articles/what-is-a-kpi> (дата звернення: 13.05.2023).

11. Usage analysis definition. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/usage-analysis> (дата звернення: 13.05.2023).

12. What is NPS? Your ultimate guide to Net Promoter Score. URL: <https://www.qualtrics.com/uk/experience-management/customer/net-promoter-score> (дата звернення: 13.05.2023).

13. Cost analysis. URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/cost-analysis.asp> (дата звернення: 13.05.2023).

14. System Performance Monitor. URL: <https://www.techopedia.com/definition/12397/system-performance-monitor-spm> (дата звернення: 13.05.2023).

15. What is IAM? Identity and access management explained. URL: <https://www.csoonline.com/article/2120384/what-is-iam-identity-and-access-management-explained.html> (дата звернення: 13.05.2023).

16. The innovators guide to growth getting from 0 to 10. URL: <https://hbr.org/2018/03/the-innovators-guide-to-growth-getting-from-0-to-10> (дата звернення: 13.05.2023).

17. Activity-Based Costing (ABC): Method and Advantages Defined with Example. URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/abc.asp> (дата звернення: 13.05.2023).

18. Return on Investment (ROI): How to Calculate It and What It Means. URL: <https://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp> (дата звернення: 13.05.2023).

19. Definition of TCO (total cost of ownership). URL: [https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/TCO#:~:text=Total%20cost%20of%20ownership%20\(TCO\)%20is%20an%20estimation%20of%20the,across%20the%20product's%20entire%20lifecycle](https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/TCO#:~:text=Total%20cost%20of%20ownership%20(TCO)%20is%20an%20estimation%20of%20the,across%20the%20product's%20entire%20lifecycle) (дата звернення: 13.05.2023).

20. Total economic impact methodology. URL: <https://www.forrester.com/policies/tei> (дата звернення: 13.05.2023).

21. Microsoft Corporation. Rapid Economic Justification. Enterprise edition. Redmond, 2005. 134 с.
22. Economic Value Added (EVA). Additional value created above the cost of capital. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/economic-value-added-eva> (дата звернення: 13.05.2023).
23. Міхнова А.В. Експертне оцінювання при розробці спеціалізованих медичних інформаційних систем / А.В.Міхнова, Д.К.Міхнов, Е.С.Чиркова // Третя міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні та інформаційні системи і технології». Збірник наукових праць. Харків: ХНУРЕ, 2019. – 146 с. – С. 122
24. How to Use the Customer Satisfaction Score (CSAT) Metric. URL: <https://www.getfeedback.com/resources/csat/how-to-use-the-customer-satisfaction-score-csat-metric/#:~:text=Which%20is%20why%20the%20CSAT,are%20giving%20a%20satisfied%20rating> (дата звернення: 13.05.2023).
25. Розподіл Максвелла - Больцмана. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB_%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0_%E2%80%94%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0 (дата звернення: 13.05.2023).
26. Принцип дії мурашиного алгоритму привирішенні задачі комівояжера. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/17-1.pdf> (дата звернення: 13.05.2023).
27. Генетичні алгоритми. Ключові поняття і методи реалізації. URL: http://www.znannya.org/?view=ga_general (дата звернення: 13.05.2023).
28. Алгоритм Дейкстри. URL: <https://disted.edu.vn.ua/media/doc/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC%20%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8.pdf> (дата звернення: 13.05.2023).
29. Алгоритм пошуку A*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/A* (дата звернення: 13.05.2023).

30. Методика розрахунку індексу задоволеності користувачів статистичної інформації. URL: https://ukrstat.gov.ua/norm_doc/2019/451/451.pdf (дата звернення: 13.05.2023).

31. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення кваліфікаційної роботи (для студентів усіх форм навчання другого (магістерського) рівня програми «Інформаційні управляючі системи та технології») / Упоряд.:Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. - Харків: ХНУРЕ,2021.- 30с.