

Кирильчук Марія Леонідівна студентка групи 1КН-226 кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, <https://orcid.org/0009-0006-3370-0400>

Белзецький Руслан Станіславович кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, <https://orcid.org/0000-0003-1574-8831>

МОБІЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «BEEPLANNER» ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У БДЖІЛЬНИЦТВІ

Анотація. У статті представлено розробку мобільної інформаційної системи «BeePlanner» для автоматизованого керування пасічним господарством та підтримки прийняття рішень у бджільництві. Метою розробки є створення комплексного інструменту, що поєднує функції цифрового журналу, геоінформаційного аналізу, метеомоніторингу та координації між пасічниками й аграріями. Визначено, що специфіка роботи бджоляра (мобільність, віддаленість, необхідність миттєвого запису) вимагає створення інструменту саме у формі мобільного застосунку. Проведений аналіз систем-аналогів (Bee Connected, Apiary Book, HiveTracks) показав, що вони реалізують лише окремі функції - комунікацію або цифровий журнал - і не забезпечують комплексної підтримки прийняття рішень. Науково-практичною новизною роботи є архітектура мобільного додатка, який через інтеграцію з серверним інтелектуальним ядром перетворюється з пасивного журналу на активного помічника. Розробка є сучасним клієнт-серверним застосунком, що складається з крос-платформеної мобільної клієнтської частини (React Native) та серверної частини на Python (Flask). Для зберігання даних на сервері використовуються JSON-структури, на клієнті - SQLite для забезпечення офлайн-роботи. Архітектура системи базується на модульному підході, що забезпечує чітке розмежування функціональних блоків: модуль управління пасіками, модуль аналізу локацій, модуль сповіщень, модуль роботи з метеоданими та модуль координації з фермерами. Інтеграція з OpenWeatherMap API забезпечує отримання актуальних метеоданих та оцінку льотної активності бджіл у реальному часі. Розроблений додаток демонструє розширений функціонал порівняно з існуючими аналогами

ISSN 2786-6025 Online

за рахунок поєднання в єдиному мобільному інтерфейсі цифрового журналу, проактивної аналітики на основі зовнішніх даних (погода, геолокація, фенологія) та інструментів комунікації для безпеки бджіл.

За результатами представленими у роботі отримано свідоцтво про державну реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму «Мобільна інформаційна система підтримки прийняття рішень для бджолярів» «BeePlanner» № 142304 від 10.02.2026 [1].

Ключові слова: бджільництво, мобільний застосунок, React Native, Flask, підтримка прийняття рішень, крос-платформна розробка.

Kyrylchuk Mariia Leonidivna student in Group 1KN-22b, Department of Computer Science, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0009-0006-3370-0400>

Belzetskyi Ruslan Stanislavovich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0000-0003-1574-8831>

“BEEPLANNER” MOBILE INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATED MANAGEMENT AND DECISION SUPPORT IN BEEKEEPING

Abstract. This article presents the development of the “BeePlanner” mobile information system for the automated management of beekeeping operations and decision support in beekeeping. The goal of the development is to create a comprehensive tool that combines the functions of a digital logbook, geoinformation analysis, weather monitoring, and coordination between beekeepers and farmers. It has been determined that the specific nature of a beekeeper’s work (mobility, remote locations, the need for immediate recording) requires the creation of a tool specifically in the form of a mobile application. An analysis of similar systems (BeeConnected, Apiary Book, HiveTracks) showed that they implement only individual functions—communication or a digital log—and do not provide comprehensive decision-making support. The scientific and practical novelty of this work lies in the architecture of the mobile application, which, through integration with a server-side intelligent core, transforms from a passive log into an active assistant. The development is a modern client-server application consisting of a cross-platform mobile client component (React Native) and a server component written in Python (Flask). JSON structures are used for data storage on the server, while SQLite is used on the client to ensure offline operation. The system architecture is based on a modular approach, ensuring a clear separation of functional blocks: the apiary

ISSN 2786-6025 Online

management module, the location analysis module, the notification module, the weather data processing module, and the farmer coordination module. Integration with the OpenWeatherMap API ensures the retrieval of up-to-date weather data and real-time assessment of bee flight activity. The developed application demonstrates expanded functionality compared to existing counterparts by combining a digital logbook, proactive analytics based on external data (weather, geolocation, phenology), and communication tools for bee safety into a single mobile interface.

Based on the results presented in this work, a certificate of state registration of copyright for the computer program “Mobile Information System for Decision Support for Beekeepers” “BeePlanner” No. 142304 dated February 10, 2026 [1] was obtained.

Keywords: beekeeping, mobile application, React Native, Flask, decision support, cross-platform development.

Постановка проблеми. Сучасне бджільництво - це динамічна галузь, де успіх залежить не тільки від практичного досвіду, але й від своєчасного та обґрунтованого прийняття рішень на основі комплексних даних. Традиційно бджоляр керується особистим щоденником, спостереженнями за погодою та емпіричними знаннями. Однак такий підхід має суттєві обмеження: суб'єктивність оцінок, складність аналізу великих масивів історичних даних, неможливість оперативно отримувати актуальну інформацію про погодні умови, стан медоносної бази та потенційні ризики, зокрема хімічну обробку сусідніх полів [1, 2].

Концепція точного бджільництва визначається як стратегія управління пасікою на основі моніторингу окремих бджолиних сімей для мінімізації споживання ресурсів та максимізації продуктивності [3]. Ключовою проблемою впровадження цієї концепції є недостатній розвиток доступних систем підтримки прийняття рішень, особливо в частині ландшафтного планування та координації з агровиробниками [3].

Особливістю роботи бджоляра є її мобільний характер - більшість робіт виконується безпосередньо на пасіці, часто за відсутності стабільного інтернет-з'єднання. Це формує вимогу до створення інструменту, природно вбудованого в мобільний пристрій, який би поєднував зручність запису «на ходу» з потужністю аналітики. Таким чином, розробка мобільної інформаційної системи для автоматизованого керування та підтримки прийняття рішень у бджільництві є актуальним науково-прикладним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз існуючих рішень на ринку дозволяє виділити кілька категорій аналогів мобільних інформаційних систем для бджільництва.

Перша категорія - мобільні додатки для комунікації та безпеки бджіл. Класичним прикладом є австралійський додаток BeeConnected [4]. Його основна мета - запобігання загибелі бджіл шляхом організації зв'язку між бджолярами та фермерами. Додаток дозволяє фермерам заздалегідь вносити інформацію про плани обробки полів пестицидами, а бджолярам - бачити ці попередження на карті.

Головним недоліком BeeConnected є його вузька спеціалізація - система орієнтована виключно на комунікацію, в ній відсутні інструменти для внутрішнього управління пасікою: електронний журнал, аналітика продуктивності, інтеграція погодних даних.

Друга категорія - мобільні застосунки-журнали для бджолярів, такі як Apiary Book [5] та HiveTracks [6]. Вони орієнтовані на автоматизацію традиційного паперового щоденника та є саме мобільними додатками. Їхній функціонал включає ведення обліку вуликів, записів про огляди, лікування, медозбір, формування простих звітів.

Ключова перевага - зручність цифрового запису даних безпосередньо на пасіці. Проте головний недолік - «реактивний» підхід та відсутність інтелектуального контексту.

Ці додатки фокусуються на фіксації вже виконаних дій, але не надають прогностичних рекомендацій, в них відсутня інтеграція з актуальними зовнішніми даними (погодні API, автоматичний календар цвітіння), а механізми аналітики обмежені базовою статистикою.

Третя категорія - спеціалізоване програмне забезпечення для аграрного сектору, яке може бути джерелом даних про культури навколо пасіки, однак воно є надзвичайно складним, дорогим та не адаптованим під специфічні потреби бджоляра.

Мета статті - дослідження та розробка функціональних можливостей мобільної інформаційної системи для автоматизованого керування пасічним господарством та підтримки прийняття рішень на основі аналізу геопросторових та метеорологічних даних.

Виклад основного матеріалу. Розроблювана мобільна інформаційна система «BeePlanner» є сучасним клієнт-серверним застосунком, що складається з двох основних частин: серверної (back-end) та клієнтської (front-end). Клієнтська частина, реалізована як кросплатформний мобільний додаток, відповідає за взаємодію з користувачем через інтуїтивний інтерфейс, тоді як серверна частина забезпечує виконання бізнес-логіки, обробку запитів, зберігання даних та інтеграцію із зовнішніми сервісами.

Архітектура системи базується на модульному підході, що забезпечує чітке розмежування функціональних блоків, гнучкість та масштабованість розробки (рисунки 1).

ISSN 2786-6025 Online

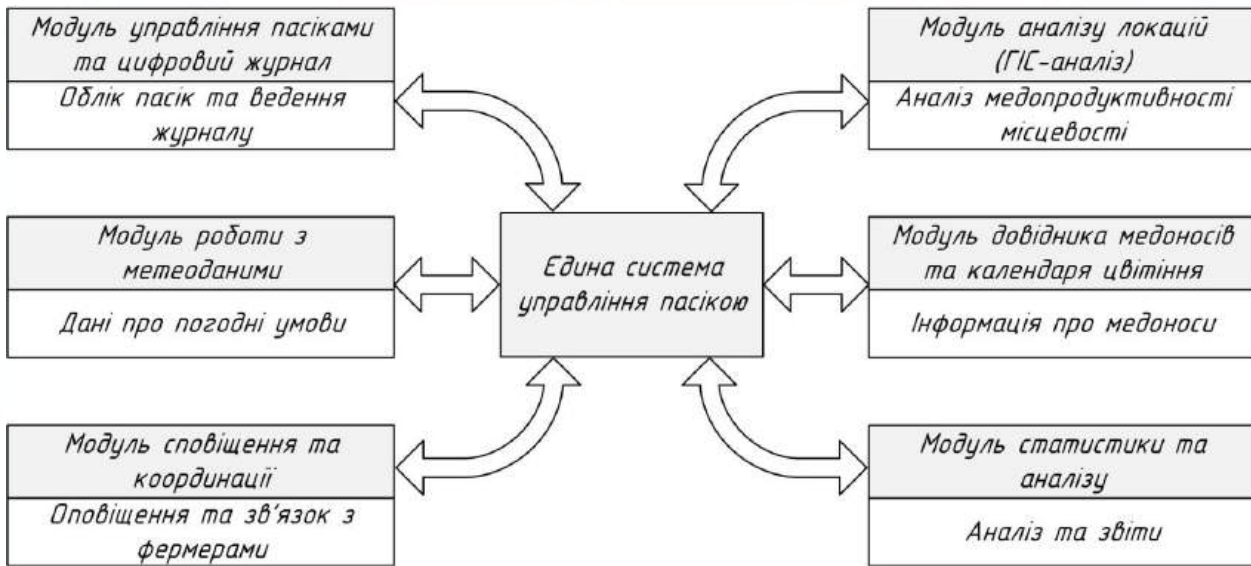


Рисунок 1. – Ключові модулі розробленої системи

Ключовими модулями системи є:

1. Модуль управління пасіками та цифровий журнал - забезпечує реєстрацію профілів користувачів, додавання та редагування інформації про пасіки (назва, місце розташування, координати, кількість вуликів), ведення електронного обліку робіт (фіксація оглядів, температурних режимів, стану сімей).

2. Модуль аналізу локацій (ГІС-аналіз) реалізує алгоритми розрахунку потенційної медопродуктивності території на основі її географічних координат. Дослідження просторового розташування бджолиних колоній [7] підтверджують важливість врахування ландшафтних особливостей при виборі місця для пасіки.

3. Модуль роботи з метеоданими - забезпечує інтеграцію з зовнішнім API (OpenWeatherMap) [8] для отримання актуальних даних про температуру, вологість, швидкість вітру в місці розташування пасіки та розрахунку індексу льотної активності бджіл на основі температурних показників.

4. Модуль довідника медоносів та календаря цвітіння - містить базу даних медоносних рослин з інформацією про періоди цвітіння та потенційну медопродуктивність, реалізує алгоритми фільтрації рослин за поточним сезоном.

5. Модуль сповіщень та координації - забезпечує автоматичне інформування користувачів про плани обприскування полів у радіусі польоту бджіл, а також організацію зворотного зв'язку з фермерами через систему заявок на співпрацю.

6. Модуль статистики та аналітики - реалізує збір та узагальнення даних про активність користувача, кількість пасік, записи в журналі, розподіл типів робіт для формування аналітичних звітів.

Серверна частина системи реалізована на мові Python з використанням мікрофреймворку Flask [9]. Вибір Flask обумовлений його легкістю, гнучкістю та мінімалістичним підходом, що дозволяє швидко створювати REST API та ефективно обробляти HTTP-запити від клієнтської частини. Для забезпечення безпеки використовується хешування паролів за алгоритмом SHA-256 [10].

Зберігання даних організовано у JSON-структурах, що зберігаються у файловій системі. Такий підхід є оптимальним для даного проекту, оскільки дозволяє оперативно обробляти запити клієнтської частини без потреби у розгортанні та підтримці складної системи керування базами даних, що особливо важливо на етапі прототипування та розробки. Для роботи з файлами реалізовано допоміжні функції `load_data()` та `save_data()`, які забезпечують читання та запис JSON-даних.

Клієнтська частина базується на кросплатформних технологіях (React Native) [11], що забезпечує роботу додатку на різних мобільних пристроях (iOS та Android) з єдиною кодовою базою.

Для візуалізації взаємодії користувача з системою та кращого розуміння її функціональних можливостей розроблено діаграму варіантів використання (Use-Case), яка відображає основні сценарії роботи додатку (рисунк 2).

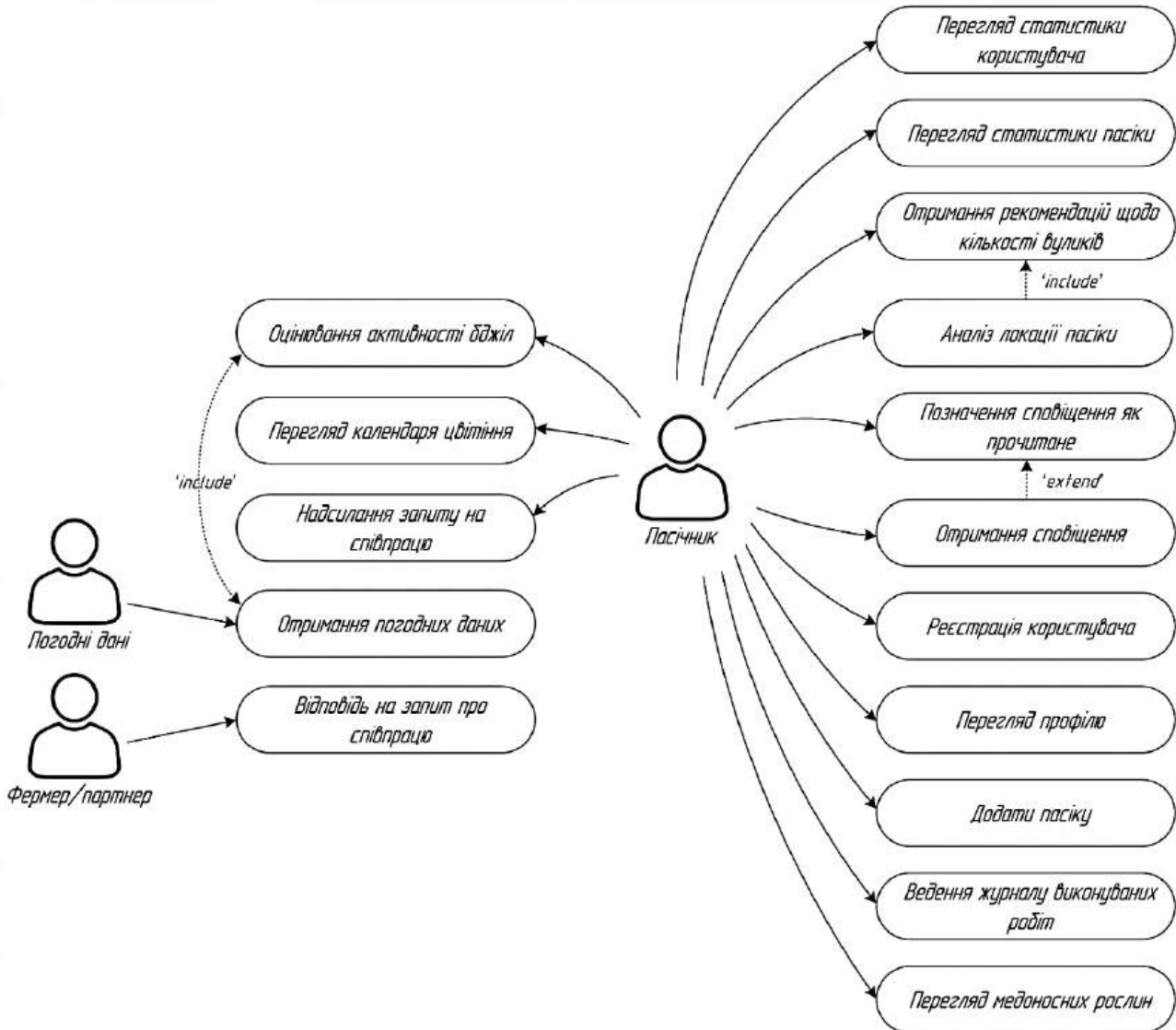


Рисунок 2. – UML-діаграма варіантів використання (Use-Case) системи «BeePlanner»

Розглянемо ключові програмні рішення, що забезпечують реалізацію основного функціоналу системи. Одним з важливих модулів є модуль аналізу локацій, який на основі переданих координат повертає користувачеві оцінку потенційної медопродуктивності та рекомендовану кількість вуликів. На рисунку 3 представлено блок-схему алгоритму роботи модуля аналізу локацій.

При отриманні POST-запиту на ендпоінт `/api/analyze-location` система виконує наступні кроки: отримує від клієнта географічних координат (широти та довготи) та радіуса аналізу, перевіряє валідності отриманих даних. Якщо координати відсутні, використовуються значення за замовчуванням, застосовується генерація випадкового значення потенційної медопродуктивності в діапазоні від 50 до 300 кг (у реальній системі тут відбувається звернення до

ISSN 2786-6025 Online

геопросторових даних). Після отриманих даних формується розрахунок рекомендованої кількості вуликів на основі отриманої медопродуктивності ($\text{potential_yield}/30$) та завантаження бази даних медоносних рослин з файлу HONEY_PLANTS_FILE, тоді обираються 3 випадкові рослини з бази для формування рекомендацій. Формуються JSON-відповіді, які містять результати аналізу: потенційну медопродуктивність, рекомендовану кількість вуликів, відсоток ефективності та список найближчих медоносів. У разі виникнення помилки під час обробки запиту система повертає відповідне повідомлення зі статусом false.

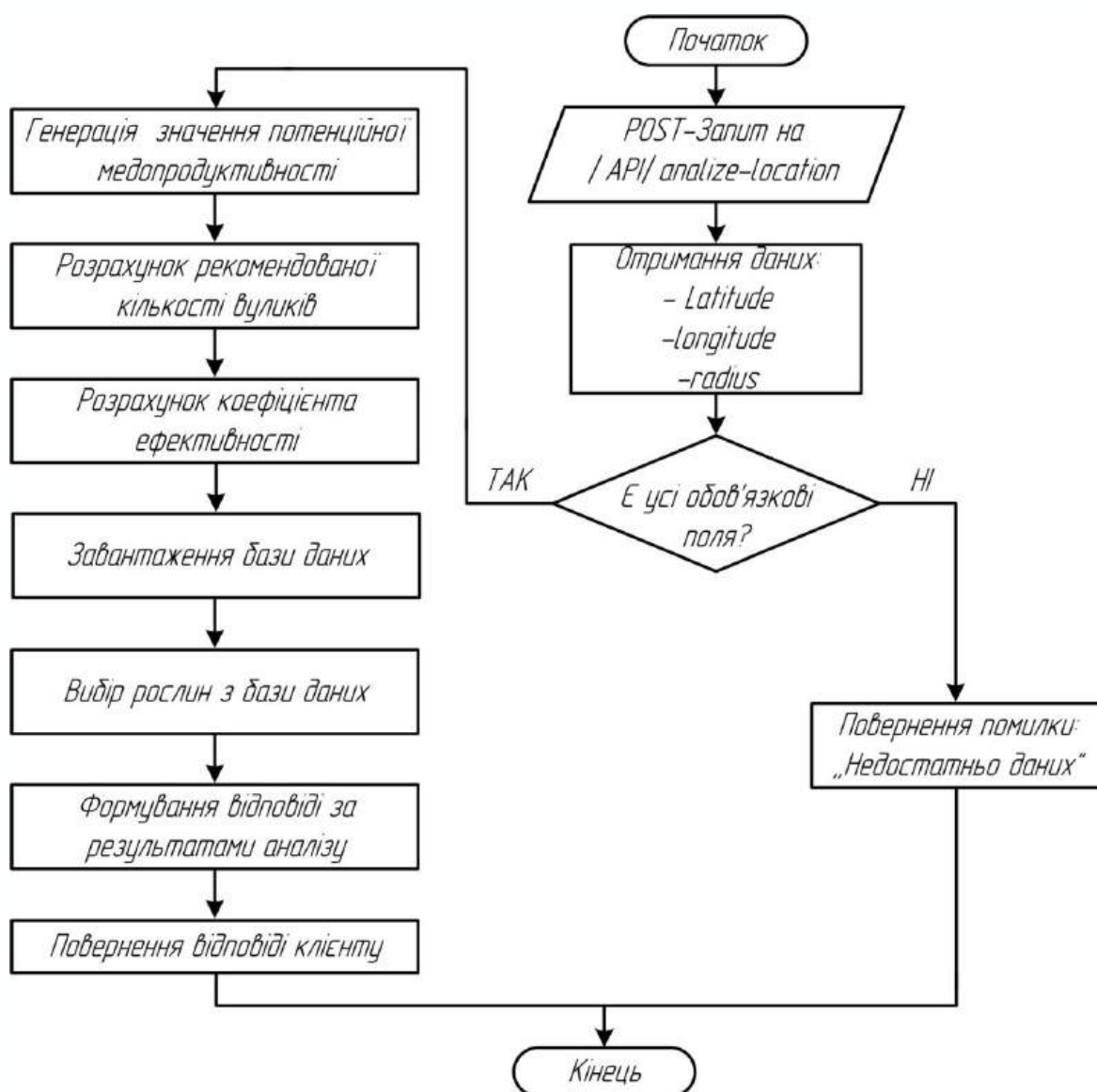


Рисунок 3. – Блок-схема алгоритму роботи модуля аналізу локацій

На рисунку 4 наведено фрагмент програмної реалізації цього модуля.

```
# ===== АНАЛІЗ ЛОКАЦІЇ =====
@app.route( rule: '/api/analyze-location', methods=['POST']) & Maria Kyrylchuk
def analyze_location():
    try:
        data = request.json
        lat = data.get('lat', 50.45)
        lon = data.get('lon', 30.52)
        radius_km = data.get('radius', 3)

        # Симулюємо аналіз
        potential_yield = random.uniform( a: 50, b: 300)
        recommended_hives = max(1, int(potential_yield / 30))
        efficiency_score = min(100, int((potential_yield / 300) * 100))

        # Отримуємо список рослин в радіусі
        plants = load_data(HONEY_PLANTS_FILE)
        nearby_plants = random.sample(plants, min(3, len(plants)))
```

Рисунок 4. – Фрагмент програмної реалізації модуля аналізу локацій

На рисунку 5 наведено програмний вигляд реалізації модуля аналізу локацій.

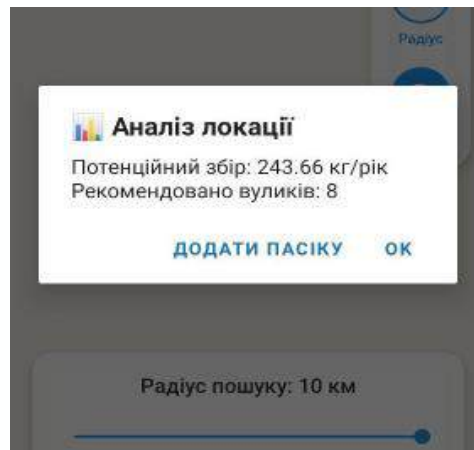


Рисунок 5. – Програмний вигляд модуля аналізу локацій

Не менш важливим є модуль координації з фермерами, який реалізує повноцінний функціонал створення та обробки заявок на співпрацю. Розроблено механізми: створення заявки з унікальним ID та статусом "pending" (/api/cooperation/send-request); перегляду всіх заявок користувача (/api/cooperation/requests); обробки відповіді зі зміною статусу на "accepted" або "rejected" (/api/cooperation/respond). Усі заявки зберігаються у JSON-файлі з фіксацією часу створення та відповіді. Це дозволяє пасічникам отримувати інформацію про плани обприскування полів та уникати загибелі бджіл від пестицидів. На рисунку 6 представлено блок-схему алгоритму роботи модуля координації з фермерами.

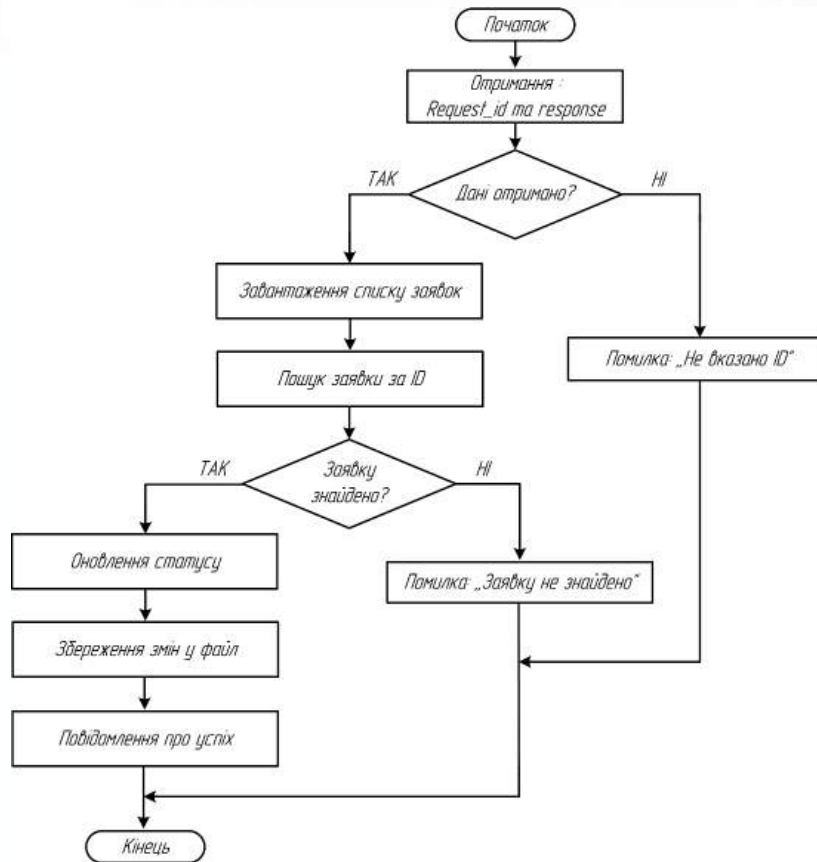


Рисунок 6. – Блок-схема алгоритму роботи модуля координації з фермерами.

На рисунку 7 наведено фрагмент реалізації обробки відповіді на заявку.

```

@app.route(rule: '/api/cooperation/respond', methods=['POST']) & Maria Kyrylichuk
def respond_to_cooperation_request():
    """Відповідь на заявку співпраці (прийняти/відхилити)"""
    try:
        data = request.json

        request_id = data.get('request_id')
        response = data.get('response') # 'accept' або 'reject'
        message = data.get('message', '')

        if not request_id or not response:
            return jsonify({'success': False, 'message': 'Не вказано ID запиту або відповідь'})

        requests_data = load_data(COOPERATION_FILE)

        # Шукаємо запит
        for i, req in enumerate(requests_data):
            if req['id'] == request_id:
                requests_data[i]['status'] = 'accepted' if response == 'accept' else 'rejected'
                requests_data[i]['response_message'] = message
                requests_data[i]['responded_at'] = datetime.now().isoformat()

        # Зберігаємо оновлені дані
        save_data(COOPERATION_FILE, requests_data)

        return jsonify({
            'success': True,
            'message': f'Заявку успішно {"прийнято" if response == "accept" else "відхилено"}',
            'request': requests_data[i]
        })

    except:
        return jsonify({'success': False, 'message': 'Заявку не знайдено'})
  
```

Рисунок 7. – Фрагмент програмної реалізації модуля координації з фермерами

На рисунку 8 наведено програмний вигляд реалізації модуля координації з фермерами.

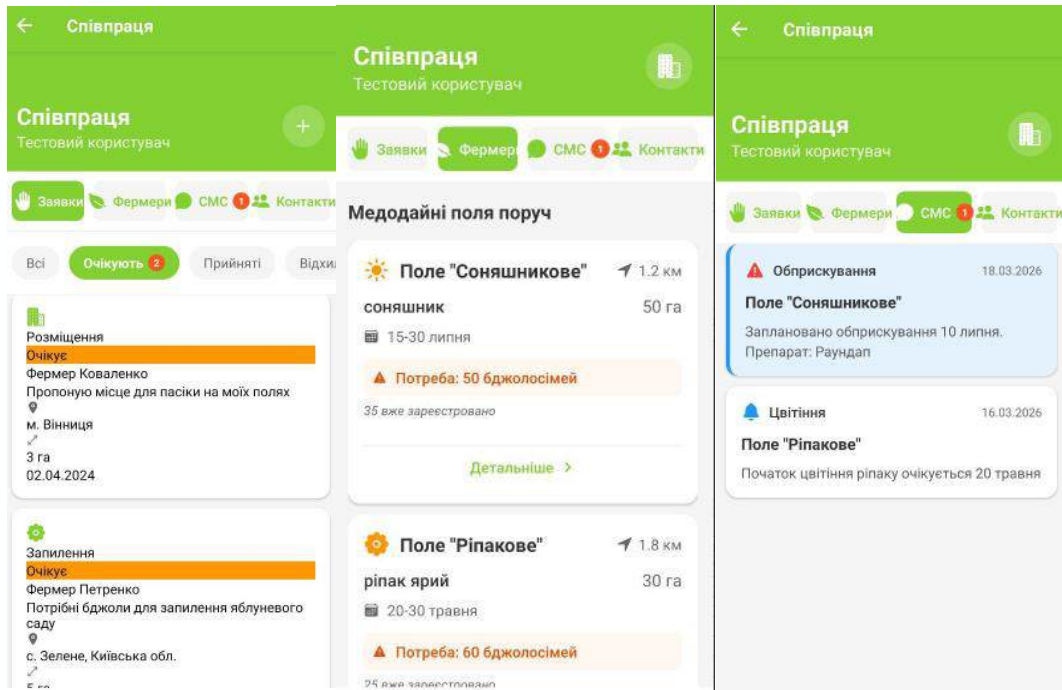


Рисунок 8. – Фрагмент програмного вигляду модуля координації з фермерами

Розроблена мобільна інформаційна система «BeePlanner» успішно пройшла тестування. В таблиці 1 подано результати порівняльного аналізу функціональних можливостей розробленої системи та існуючих аналогів.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз системи «BeePlanner» та аналогів

Функціональна вимога	BeeConnected	Apiary Book	HiveTracks	Розроблена система «BeePlanner»
Журнал обліку робіт	–	+	+	+
Геолокація пасік	+	–	–	+
Сповіщення про обробки полів	+	–	–	+
Інтеграція погодних даних	–	–	–	+

Функціональна вимога	BeeConnected	Apiary Book	HiveTracks	Розроблена система «BeePlanner»
Календар цвітіння медоносів	–	–	–	+
Аналіз придатності локації	–	–	–	+
Офлайн-режим роботи	–	+	+	+
Крос-платформність	+	+	+	+

На основі аналізу даних приведених у таблиці видно, що розроблена система «BeePlanner» демонструє розширений функціонал порівняно з існуючими аналогами за рахунок інтеграції ГІС-аналізу, метеомоніторингу, календаря цвітіння медоносів, системи інтелектуальних сповіщень та модуля координації з фермерами в єдиному мобільному застосунку.

Саме це сприяє тому, що система забезпечує комплексну підтримку прийняття рішень, підвищує ефективність управління пасікою та зменшує ризики загибелі бджіл.

Окрему увагу під час тестування було приділено перевірці коректності роботи алгоритмів аналізу локацій та календаря цвітіння. Тестування показало, що модуль аналізу локацій коректно генерує оцінку потенційної медопродуктивності в заданому діапазоні та розраховує рекомендовану кількість вуликів пропорційно до отриманої оцінки.

Модуль календаря цвітіння правильно фільтрує медоносні рослини за місяцем цвітіння, повертаючи лише ті, що є активними у відповідний період. Інтеграція з OpenWeatherMap API працює стабільно, забезпечуючи отримання актуальних метеоданих та коректний розрахунок льотної активності бджіл на основі температурних показників.

Результати тестування підтвердили коректність роботи клієнтської та серверної частин системи, стабільність виконання основних бізнес-операцій та відповідність реалізованого функціоналу поставленим вимогам.

На рисунку 9 наведено інтерфейс мобільного додатку «BeePlanner», розроблений у Figma, який демонструє основні екрани системи.

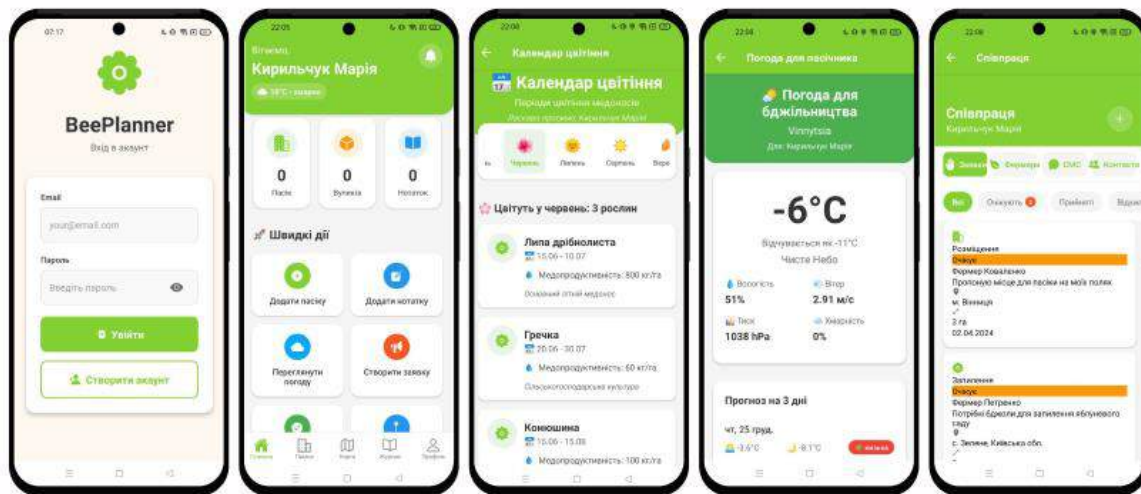


Рисунок 9. – Дизайн мобільного додатку «BeePlanner»

Розроблений додаток забезпечує розширений функціонал порівняно з аналогами за рахунок інтеграції ГІС-аналізу, метеомоніторингу, календаря цвітіння медоносів, системи інтелектуальних сповіщень та модуля координації з фермерами. Відповідно до проведеного дослідження встановлено, що цифровізація бджільництва є необхідною умовою для підвищення ефективності галузі, збереження популяції запилювачів та забезпечення продовольчої безпеки. Концепція точного бджільництва (Precision Beekeeping) визначає стратегію управління пасікою на основі моніторингу та аналізу даних, однак існуючі технічні рішення зосереджені переважно на фазі збору даних не забезпечують комплексної підтримки прийняття рішень, особливо в частині ландшафтного планування та координації з агровиробниками. Це слугувало передумовою для розробки мобільної інформаційної системи «BeePlanner».

Перспективи подальших досліджень полягають в інтеграції IoT-датчиків для моніторингу мікроклімату вуликів, впровадженні алгоритмів машинного навчання для прогнозування розвитку бджолиних сімей та розширенні функціоналу аналітики.

Висновки. Для реалізації системи «BeePlanner» були використані сучасні технології та підходи. Серверна частина розроблена на мові Python з використанням фреймворку Flask, що забезпечує легкість, гнучкість, ефективну обробку запитів та можливість масштабування системи. Клієнтська частина реалізована за допомогою крос-платформеного фреймворку React Native, що гарантує роботу додатку на пристроях iOS та Android з єдиної кодової бази, забезпечує зручний інтерфейс та доступ до нативних функцій смартфона (GPS, камера, сповіщення). Для зберігання даних на сервері використано JSON-структури, а на клієнті - локальну базу даних SQLite, що дозволяє забезпечити повноцінну роботу додатку в умовах відсутності стабільного інтернет-

ISSN 2786-6025 Online

з'єднання безпосередньо на пасіці. Розроблена система «BeePlanner» забезпечує розширений функціонал за рахунок інтеграції ПС-аналізу для розрахунку потенційної медопродуктивності локацій, динамічного календаря цвітіння медоносів на основі відкритих даних, інтеграції з OpenWeatherMap API для отримання метеоданих та оцінки льотної активності бджіл, системи інтелектуальних сповіщень про плани обприскування полів та модуля координації з фермерами через систему заявок на співпрацю. Мета роботи, яка полягала в розширенні функціональних можливостей мобільної інформаційної системи для автоматизованого керування пасічним господарством та підтримки прийняття рішень, була досягнута за рахунок упровадження таких ключових можливостей: повноцінний цифровий журнал з можливістю ведення обліку робіт безпосередньо на пасіці; інтеграція геоінформаційного аналізу для оцінки придатності локацій; метеомоніторинг та автоматичний розрахунок льотної активності бджіл; динамічний календар цвітіння медоносів з фільтрацією за сезоном; система сповіщень про агрообробки та модуль координації з фермерами; крос-платформна архітектура з підтримкою офлайн-режиму роботи. Реалізована мобільна інформаційна система «BeePlanner» створює основу для подальшого розвитку, зокрема для інтеграції IoT-датчиків для моніторингу мікроклімату вуликів, впровадження алгоритмів машинного навчання для прогнозування розвитку бджолиних сімей, розширення функціоналу аналітики та інтеграції з державними реєстрами для отримання актуальних даних про карантинні обмеження та дозволи на переміщення пасік.

Література:

1. Свідоцтво про державну реєстрацію авторського права на твір. Комп'ютерна програма «Мобільна інформаційна система підтримки прийняття рішень для бджолярів» «BeePlanner» / Р. С. Белзецький, М. Л. Кирильчук. – №142304. – Україна, 2026.
2. Zacepins A., Kviesis A., Komasilovs V. System Architecture for Precision Beekeeping. Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture. 2015. P. 58-65.
3. Meikle W. G., Holst N. Application of continuous monitoring of honey bee colonies. Apidologie. 2015. Vol. 46, No. 1. P. 10-22.
4. Zacepins A. Challenges in the development of Precision Beekeeping [Електронний ресурс] / A. Zacepins, V. Brusbardis, J. Meitalovs, E. Stalidzans // Biosystems Engineering. – 2015. – Vol. 130. – С. 60-71. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.001>
5. BeeConnected: Farmer and Beekeeper Communication Platform [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://beconnected.org.au> (дата звернення: 10.03.2026).
6. Apiary Book: Your Beekeeping Companion [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.apiarybook.com> (дата звернення: 10.03.2026).
7. HiveTracks: Beekeeping App & Management Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.hivetracks.com> (дата звернення: 10.03.2026).

ISSN 2786-6025 Online

8. Baum K. A., Rubink W. L., Pinto M. A., Coulson R. N. Spatial and Temporal Distribution and Nest Site Characteristics of Feral Honey Bee Colonies in a Coastal Prairie Landscape. *Environmental Entomology*. 2005. Vol. 34, No. 3. P. 610–618.

9. Open Weather Map API [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openweathermap.org/api> (дата звернення: 10.03.2026).

10. SHA-256 Cryptographic Hash Algorithm [Електронний ресурс]. – <https://www.movable-type.co.uk/scripts/sha256.html> (дата звернення: 10.03.2026).

11. Flask Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://flask.palletsprojects.com/> (дата звернення: 10.03.2026).

12. React Native [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reactnative.dev/docs/getting-started> (дата звернення: 10.03.2026).

References:

1. Certificate of State Registration of Copyright for a Work. Computer program “MobileInformation System for Decision Support for Beekeepers” “BeePlanner” / R. S. Belzetskyi, M. L. Kyrylchuk. – No. 142304. – Ukraine, 2026.

2. Zacepins A., Kvišis A., Komasilovs V. System Architecture for Precision Beekeeping. *Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture*. 2015. P. 58–65.

3. Meikle W. G., Holst N. Application of continuous monitoring of honey bee colonies. *Apidologie*. 2015. Vol. 46, No. 1. P. 10–22.

4. Zacepins A. Challenges in the development of Precision Beekeeping [Electronic resource] / A. Zacepins, V. Brusbardis, J. Meitalovs, E. Stalidzans // *Biosystems Engineering*. – 2015. – Vol. 130. – P. 60–71. – Access mode: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.001>

5. BeeConnected: Farmer and Beekeeper Communication Platform [Electronic resource]. – Available at: <https://beeconnected.org.au> (accessed: 03/10/2026).

6. Apiary Book: Your Beekeeping Companion [Electronic resource]. – Available at: <https://www.apiarybook.com> (accessed: 03/10/2026).

7. HiveTracks: Beekeeping App & Management Software [Electronic resource]. – Available at: <https://www.hivetracks.com> (accessed: 03/10/2026).

8. Baum K. A., Rubink W. L., Pinto M. A., Coulson R. N. Spatial and Temporal Distribution and Nest Site Characteristics of Feral Honey Bee Colonies in a Coastal Prairie Landscape. *Environmental Entomology*. 2005. Vol. 34, No. 3. P. 610–618.

9. Open Weather Map API [Electronic resource]. – Access mode: <https://openweathermap.org/api> (accessed: 03/10/2026).

10. SHA-256 Cryptographic Hash Algorithm [Electronic resource]. – <https://www.movable-type.co.uk/scripts/sha256.html> (accessed: 03/10/2026).

11. Flask Documentation [Electronic resource]. – Available at: <https://flask.palletsprojects.com/> (accessed: 03/10/2026).

12. React Native [Electronic resource]. – Available at: <https://reactnative.dev/docs/getting-started> (accessed: 03/10/2026).

Дата першого надходження статті до видання: 11.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026