УДК 004.415:631.4

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Щербатюк М.О.
e-mail: maksym.shcherbatiuk@nure.ua
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

Modern agriculture requires efficient soil management solutions. Traditional analysis is slow and costly, while IoT enables real-time data collection. This study presents a mobile IoT system for measuring soil moisture and pH using a specialized probe. Data is processed automatically and displayed in a web app, improving decision-making. The system is cost-effective, eliminating the need for permanent sensors. Future advancements, such as AI integration and drone monitoring, will further enhance precision farming and sustainability.

Сучасне сільське господарство стикається з викликами, які вимагають нових підходів до управління станом ґрунту. Виснаження земель, зміни клімату та потреба у підвищенні врожайності змушують аграріїв шукати ефективні рішення. Традиційні методи аналізу часто є занадто повільними й дорогими, що не дозволяє швидко реагувати на зміни. Саме тому IoT-технології відкривають нові можливості, забезпечуючи автоматизований збір і аналіз даних у режимі реального часу.

Сучасні аграрні технології базуються на швидкому доступі до інформації, проте більшість ферм і досі використовує застарілі підходи до аналізу стану ґрунту. Лабораторні дослідження потребують часу та значних фінансових витрат, тоді як оперативний моніторинг міг би суттєво покращити управління ресурсами. Швидкі дослідження допоможуть виявити ключові параметри, що визначають родючість ґрунту – вологість і кислотність. Занадто висока кислотність (pH нижче 6,0) уповільнює поглинання поживних речовин рослинами та негативно впливає на мікроорганізми, що сприяють росту культур. Водночас надлишкова лужність (pH вище 7,3) також може обмежувати доступність корисних елементів. Вологість ґрунту безпосередньо впливає на розвиток кореневої системи та ефективність засвоєння поживних речовин, а її нестача або надлишок можуть призвести до загибелі рослин [1]. Впровадження IoT-рішень дозволяє отримувати необхідні показники одразу після їхнього вимірювання, що допомагає фермерам швидше ухвалювати рішення та підвищувати ефективність господарювання.

Розроблювана IoT-система не потребує встановлення постійних датчиків у ґрунті. Натомість людина використовує спеціальний стрижень із вбудованими датчиками для точкового вимірювання параметрів ґрунту, коли це потрібно і зручно. Такий підхід усуває необхідність щоразового

встановлення чи виймання датчиків перед посівом або збором урожаю, що робить систему зручною та мобільною. Вираховування оптимальних точок вимірювання здійснюється за допомогою алгоритму, що враховує середній радіус між усіма датчиками, забезпечуючи максимальну точність отриманих даних. API системи розроблена на Node.js із використанням фреймворку Express, що забезпечує швидку обробку запитів та взаємодію з базою даних [2]. Також реалізовується авторизація користувачів за допомогою сервісу Firebase Authentication, який гарантує безпечний доступ до системи [3]. Зібрана інформація автоматично обробляється, зберігається у базі даних MySQL і відображається на веб-сайті, який також містить панель керування полями. Для його розробки використовуються сучасні технології: HTML, Tailwind CSS і JavaScript з бібліотекою React.js. Мобільний застосунок для Android, розроблений на Kotlin/Java з використанням XML-розмітки, дозволяє користувачеві обрати поле, точку для вимірювань та бачити власне поточне місцезнаходження для точного проведення замірів.

Детальна архітектура взаємодії компонентів системи представлена на діаграмі розгортання (рисунок 1), що демонструє зв’язки між сервісами та клієнтськими застосунками.

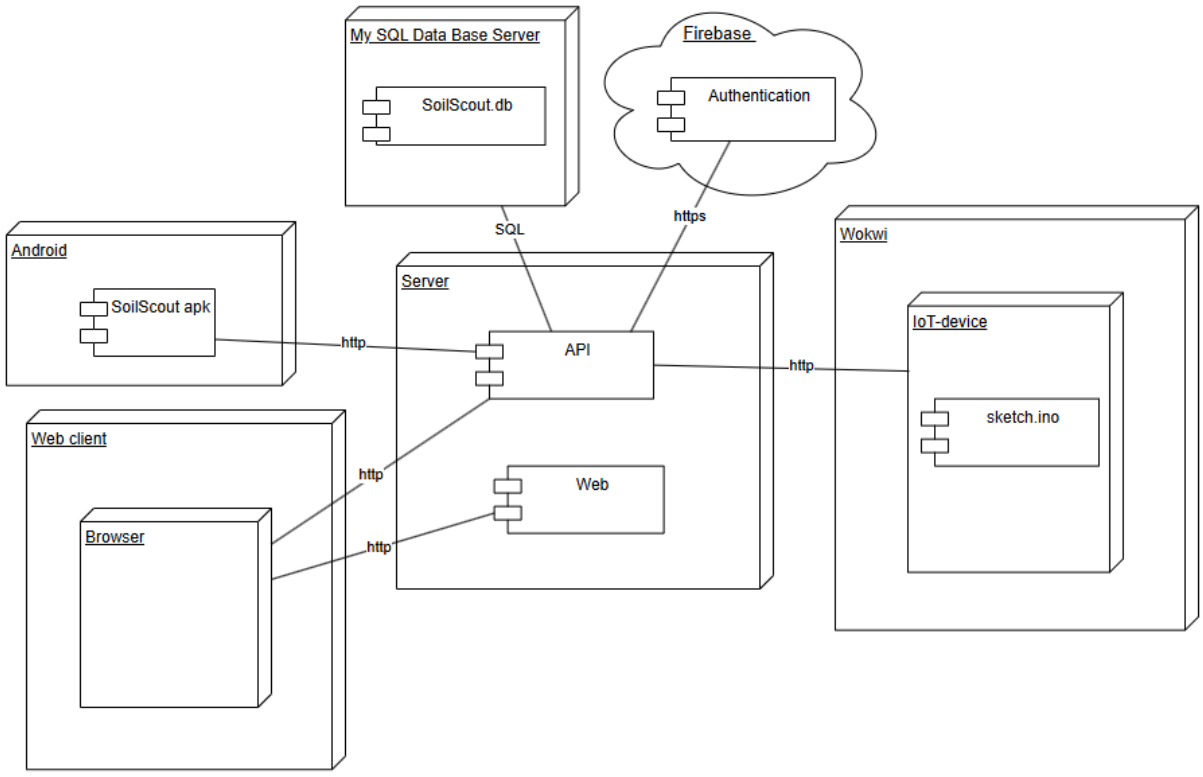

Рисунок 1 – Діаграма розгортання

Ринок IoT-рішень для сільського господарства продовжує активно розвиватися. У найближчому майбутньому очікується інтеграція систем штучного інтелекту для прогнозування змін у стані ґрунту та

автоматизація внесення добрив і зрошення на основі отриманих даних. Крім того, замість використання людських ресурсів можливе впровадження дронів для автоматичного збору даних з полів, що підвищить точність вимірювань і зменшить затрати часу [4]. Завдяки розвитку технологій можна буде створювати більш точні карти полів, що дозволить ще ефективніше керувати аграрним виробництвом. Поступово такі системи стануть стандартом у точному землеробстві, що сприятиме підвищенню врожайності при збереженні природних ресурсів.

Впровадження IoT-рішень у сільське господарство дозволяє зробити його більш стійким, економічно ефективним і екологічно відповідальним. Сучасні технології дають змогу швидко реагувати на зміни у стані ґрунту та приймати обґрунтовані рішення, що у підсумку забезпечує стабільне зростання продуктивності. Надалі розвиток таких систем відкриє нові можливості для фермерів, які прагнуть оптимізувати свої процеси та зменшити вплив на довкілля.

Список використаних джерел:

1. Черлінка В. Вологість Ґрунту: Методи та Інструменти Визначення. EOS Data Analytics. URL: https://eos.com/uk/blog/volohist-gruntu/ (дата звернення: 02.03.2025).

2. Express web framework (Node.js/JavaScript) – Learn web development | MDN. MDN Web Docs. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn_web_development/Extensions/Server-side/Express_Nodejs (дата проведення: 03.03.2025).

3. Firebase Authentication. Firebase. URL: https://firebase.google.com/docs/auth (дата зверення: 03.03.2025).

4. Моніторинг полів в сільському господарстві: як застосовувати отримані дані. "АГРОКЕБЕТИ" – Агроосвіта майбутнього. URL: https://blog.agrokebety.com/monitorynh-poliv-v-silskomu-hospodarstvi?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 03.03.2025).