

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ
Кафедра кібернетики та інформатики**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другий (магістерський) рівень вищої освіти

на тему: **«Інформаційна технологія підтримки управління діяльністю
сільськогосподарського підприємства»**

Виконав:

Биченко Євгеній Володимирович

здобувач вищої освіти спеціальності
126 «Інформаційні системи та технології»

Науковий керівник:

Долгіх Яна Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент кафедри
кібернетики та інформатики

Рецензент:

Дегтярьова Неля Валентинівна

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувачка
кафедри інформатики
Сумського державного педагогічного університету
імені А. С. Макаренка

Суми – 2025

Факультет
Кафедра
Освітній ступінь
Спеціальність

Економіки і менеджменту
Кібернетики та інформатики
другий (магістерський) рівень вищої освіти
126 «Інформаційні системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри
Ігор ШЕЛЕХОВ

«___» _____ 2025 р.

(підпис)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Євгенія Володимировича Биченка

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Інформаційна технологія підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства»

2. База практичного дослідження: ТОВ «Журавка» Варвинського району Чернігівської області

3. Керівник кваліфікаційної роботи: Долгих Яна Володимирівна, к.е.н., доцент, затверджений наказом по університету «___» _____ 2025 р. №

4. Строк подання здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи:
«3» грудня 2025 р.

5. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: результати аналітичних досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених, нормативні документи та чинне законодавство, Інтернет-джерела

6. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- виконати постановку задачі;
- вибрати середовище для реалізації програмного додатку;
- провести аналіз наявних рішень для вирішення проблеми;
- розробити програмний продукт;
- розрахувати економічну ефективність розробки програмного продукту.

Завдання прийняв до виконання

Биченко Євгеній Володимирович

підпис

Дата отримання завдання

«___» _____ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Визначення об'єкту, предмету дослідження, формулювання мети та задач кваліфікаційної роботи, складання плану	<i>січень 2025 р.</i>	виконано
2	Підбір та вивчення літературних джерел	<i>січень 2025 р.</i>	виконано
3	Узагальнення теоретичного матеріалу з обраної теми дослідження та представлення чорнового варіанту першого розділу кваліфікаційної роботи	<i>січень 2025 р.</i>	виконано
4	Збір та обробка фактичного матеріалу, узагальнення аналізу застосування досліджуваного питання в установі (переддипломна практика)	<i>січень - березень 2025 р.</i>	виконано
5	Оформлення теоретичної частини кваліфікаційної роботи, узагальнення аналітичної частини, захист звіту по переддипломній практиці	<i>серпень-вересень 2025 р.</i>	виконано
6	Оформлення практичної частини кваліфікаційної роботи, розробка проєкту ІТ підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства	<i>вересень-листопад 2025 р.</i>	виконано
7	Підготовка висновків, пропозицій та узгодження з керівником	<i>листопад 2025 р.</i>	виконано
8	Підготовка кінцевого варіанту кваліфікаційної роботи	<i>до 3 грудня 2025 р.</i>	виконано
9	Опрацювання зауважень керівника, перевірка на автентичність	<i>5 грудня 2025 р.</i>	виконано
10	Перевірка з академічної доброчесності кваліфікаційної роботи	<i>9 грудня 2025 р.</i>	виконано
11	Представлення кваліфікаційної роботи на кафедру, деканат	<i>18 грудня 2025 р.</i>	виконано
12	Підготовка доповіді, презентації до кваліфікаційної роботи та її попередній захист	<i>до 22 грудня 2025 р.</i>	виконано
13	Захист кваліфікаційної роботи	<i>22 грудня 2025 р.</i>	виконано

Здобувач

Євген БИЧЕНКО

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

Яна ДОЛГІХ

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

АНОТАЦІЯ

Биченко Євген Володимирович «Інформаційна технологія підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства»

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра з інформаційних систем та технологій за освітньою програмою «Інформаційні системи та технології» зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці інформаційної технології підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства на прикладі ТОВ «Журавка». У роботі обґрунтовано необхідність цифрової трансформації агробізнесу та впровадження сучасних ІТ-рішень, здатних підвищити ефективність облікових, логістичних і управлінських процесів. Запропонована інформаційна технологія забезпечує автоматизацію збору, оброблення та аналізу даних, що дозволяє оптимізувати роботу підприємства й підвищити якість управлінських рішень.

У роботі проведено аналіз функціонування ТОВ «Журавка», визначено проблемні аспекти в обліку й управлінні, сформульовано вимоги до інформаційної технології та розроблено її концептуальну модель. Реалізовано архітектуру системи з використанням MySQL, FastAPI та вебінтерфейсу на HTML і JavaScript. Розроблений програмний продукт пройшов тестування та продемонстрував коректність і надійність роботи в умовах підприємства.

Запропонована інформаційна технологія дозволяє автоматизувати ключові процеси діяльності сільськогосподарського підприємства, зменшити витрати, мінімізувати помилки та створити інформаційне підґрунтя для подальшої цифрової трансформації агробізнесу. Результати дослідження можуть бути використані для впровадження сучасних ІТ-рішень у діяльність аналогічних аграрних підприємств.

Ключові слова: агробізнес, інформаційна технологія, управління підприємством, автоматизація, цифрова трансформація, ТОВ «Журавка».

ABSTRACT

Bichenko Evgen Volodimirovich of the applicant «Information technology for supporting the management of agricultural enterprises». Qualification work for the degree of Master in information systems and technology under the educational program «Information systems and technologies» in the specialty 126 «Information systems and technologies». Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification thesis is devoted to the development of an information technology for supporting the management of an agricultural enterprise, using LLC “Zhuravka” as a case study. The work substantiates the necessity of digital transformation in agribusiness and the introduction of modern IT solutions capable of improving the efficiency of accounting, logistics, and managerial processes. The proposed information technology ensures the automation of data collection, processing, and analysis, enabling the optimization of enterprise operations and enhancing the quality of managerial decision-making.

The thesis analyzes the functioning of LLC “Zhuravka,” identifies the key issues in accounting and management, formulates system requirements, and develops a conceptual model of the information technology. The system architecture was implemented using MySQL, FastAPI, and a web interface built with HTML and JavaScript. The developed software product was tested and demonstrated reliability and correctness under enterprise conditions.

The proposed information technology enables the automation of key operational processes of the agricultural enterprise, reduces costs, minimizes human errors, and creates an informational foundation for the further digital transformation of agribusiness. The results of the research can be used for implementing modern IT solutions in similar agricultural enterprises.

Keywords: agribusiness, information technology, enterprise management, automation, digital transformation, LLC “Zhuravka”.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	11
1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій.....	11
1.2 Сутність, завдання і роль інформаційних технологій в управлінні діяльністю аграрних підприємств.....	13
1.3 Вимоги до інформаційних технологій управління діяльністю агрономічних підприємств.....	17
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ.....	23
2.1 Постановка задачі проєктування.....	23
2.2 Обґрунтування вибору архітектури системи.....	24
2.3 Проєктування бази даних.....	26
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	28
3.1 Вибір та обґрунтування засобів розробки.....	28
3.2 Реалізація бази даних.....	29
3.3 Реалізація сервісу прогнозування.....	33
3.4 Реалізація інтерфейсу користувача.....	35
РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ТОВ «ЖУРАВКА».....	40
4.1 Планування робіт, часу та ресурсів.....	40
4.2 Оцінка витрат на розроблення іт підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка».....	43
4.3 Визначення економічної ефективності впровадження інформаційної технології.....	45
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
ДОДАТКИ.....	52
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	
Додаток Д	
Додаток Е	

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасний розвиток аграрного сектору України характеризується активною цифровою трансформацією, що зумовлює необхідність упровадження інноваційних інформаційних технологій для підвищення ефективності управління виробничими, логістичними, фінансовими та ресурсними процесами. Сільськогосподарські підприємства, зокрема малі та середні фермерські господарства, потребують автоматизації ключових виробничо-економічних операцій, що дозволяє мінімізувати людський фактор, оптимізувати документообіг, прискорити прийняття управлінських рішень та забезпечити прозорість бізнес-процесів.

Дослідження використання інформаційних технологій в аграрній галузі відображені у працях вітчизняних та зарубіжних учених. Питання цифрового управління агробізнесом, формування інформаційних систем підтримки прийняття рішень та автоматизації виробничих процесів розглядали І. Єрмоленко, О. Онищенко, Л. Бровко, які досліджували архітектуру управлінських систем у фермерських господарствах. Зарубіжні науковці Дж. Волферт, Л. Соресен, Д. Вотчіс, зосереджують увагу на формуванні концепції Smart Farming, розробці рішень для підтримки логістики, моніторингу ресурсів та підвищення продуктивності сільськогосподарських підприємств. У роботах С. Занг, Н. Джін та інших дослідників проаналізовано можливості застосування веборієнтованих платформ, хмарних сервісів та аналітичних модулів для цифрового управління агровиробництвом.

Однак більшість існуючих рішень залишаються або надто дорогими, або недостатньо адаптованими до специфіки вітчизняних господарств. Це підкреслює необхідність створення доступних, гнучких і масштабованих інформаційних технологій, здатних забезпечити автоматизацію управлінської діяльності на прикладі конкретного підприємства – ТОВ «Журавка», яке є типовим середнім аграрним суб'єктом господарювання.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка концептуальної моделі та програмної реалізації інформаційної технології підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства ТОВ «Журавка».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*:

- провести аналіз предметної області та чинних підходів до створення інформаційних систем управління аграрними підприємствами;
- визначити потреби та вимоги до інформаційної технології підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка»;
- розробити концептуальну модель та структуру інформаційної системи підприємства;
- здійснити проектування архітектури, бази даних та функціональних модулів ІС;
- реалізувати веборієнтований програмний продукт, що забезпечує автоматизацію основних управлінських процесів;
- провести тестування програмного забезпечення, оцінити його ефективність і розробити рекомендації щодо впровадження та подальшої модернізації.

Об'єктом дослідження є процес управління діяльністю сільськогосподарського підприємства ТОВ «Журавка».

Предметом дослідження є інформаційна технологія підтримки управлінських процесів, включаючи методи, програмні засоби та моделі їх реалізації.

Методи дослідження:

- теоретичні: аналіз наукової літератури з питань цифровізації агропідприємств, розгляд існуючих інформаційних систем, дослідження моделей управління виробничими й ресурсними процесами; систематизація та узагальнення даних для розробки концепції ІТ-рішення;
- емпіричні: вивчення структури та діяльності ТОВ «Журавка», аналіз документообігу й внутрішніх процесів підприємства, збір даних щодо потреб

персоналу, тестування функціональних модулів розробленої системи, оцінювання її зручності та ефективності у практичних умовах.

Елементи наукової новизни. Інноваційні веб-доповнення Smart Farming розроблені для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур у поєднанні з ERP, CRM, GIS та IoT-технологіями. Використовуються алгоритми машинного навчання (Random Forest) та правила вибору культур (CropRules). Додаток має архітектуру на базі MySQL (таблиці Fields, Crops, SoilAnal, YieldPredictions, FieldHistory), FastAPI REST API для обробки GeoJSON-координат та клієнтську частину на Leaflet.js і Chart.js для візуалізації карт та прогнозів. Запропоновано адаптовані моделі прогнозування врожайності з урахуванням аналізу ґрунту (NPK, pH, гумус), історії полів та правил селекції, що забезпечує точні рекомендації для професійного землеробства.

Практична значущість одержаних результатів. Розробка інформаційної технології підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка» сприятиме підвищенню ефективності виробничих рішень, оптимізації ресурсів, покращенню облікових процесів та підвищенню конкурентоспроможності підприємства. Отже, дослідження має як практичну, так і наукову значущість та відповідає сучасним тенденціям розвитку цифрового агробізнесу.

Апробація результатів дослідження. Наукові здобутки науково-дослідної роботи були представлені на науково-практичних конференціях [1-5]:

1) Долгіх Я.В., Биченко Є.В. Огляд інформаційних технологій підтримки управління діяльністю сільськогосподарських підприємств: матеріали V Міжнародної наук.-практ. конференції «Scientific Achievements of Contemporary Society», 5-7.12.2024 р., Лондон, Великобританія. С. 226-232;

2) Биченко Є.В. Особливості розробки інтелектуальних чат-ботів для автоматизації технічної підтримки на веб-сайтах: матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 14-18 квітня 2025 р. Суми: СНАУ. С. 308;

3) Биченко Є.В. Особливості застосування інформаційних систем в управлінні аграрним підприємством: досвід ТОВ “Журавка”: матеріали

Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, С. 347;

4) Биченко Є.В. Інформаційні системи як фундамент цифрової трансформації аграрного сектору: матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, С. 364;

5) Биченко Є.В. Огляд сучасних інформаційних систем та рішень для агробізнесу. *Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності*: матеріали V міжнародної наукової конференції (21 листопада 2025 р.). Кривий Ріг, 2025. С. 353-355.

Практичне значення включає впровадження ІТ підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства, що сприятиме підвищенню ефективності управління агропідприємствами

Структура і обсяг магістерської роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, а також списку використаних джерел, що нараховує 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 80 сторінок. Робота містить 18 таблиць, 16 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій

За останні роки питання цифровізації аграрного сектору та використання інформаційних технологій (ІТ) для підвищення ефективності управління сільськогосподарськими підприємствами набуло особливої актуальності. У працях українських та зарубіжних учених розглядаються теоретичні та прикладні аспекти впровадження ІТ у сферу агробізнесу, а також їх вплив на економічну результативність, сталий розвиток і конкурентоспроможність підприємств.

Загальний огляд досліджень зазначеної проблематики свідчить про тенденцію про тотальну цифровізацію агрономічного сектору.

Як зазначає Н. Хайен, сучасні інформаційні системи для агросектору поєднують технології сенсорних мереж, аналітичні платформи й системи управління ресурсами в єдине цифрове середовище, що забезпечує інтеграцію виробничих, логістичних і фінансових процесів [6].

На думку Н. Потриваєвої, цифровізація бухгалтерського обліку й управлінських процесів в аграрних підприємствах сприяє підвищенню прозорості бізнес-процесів і ефективному контролю використання ресурсів. Подібні результати наводять і зарубіжні автори, які підкреслюють роль цифрових платформ у забезпеченні сталого агровиробництва [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Значна роль приділяється IoT та сенсорних технологій. У дослідженні В.Пасмуді наведено систематичний огляд технологій Інтернету речей (IoT) у сільському господарстві. Автор підкреслює, що сенсорні мережі, поєднані з аналітичними системами, забезпечують моніторинг стану ґрунту, вологості та погодних умов у реальному часі, що дає змогу оптимізувати витрати ресурсів [8].

Як зазначає Т. Міллер, впровадження IoT у поєднанні з технологіями штучного інтелекту (AI) дозволяє прогнозувати стан рослин і виявляти ризики ще до появи візуальних ознак стресу [9].

Водночас, за думкою В. Кумар поширенню IoT у фермерських господарствах заважають високі витрати на встановлення сенсорів, нестача технічної підтримки в сільській місцевості та обмежене покриття Інтернетом [10].

Значну увагу сучасні дослідники приділяють застосуванню геоінформаційних систем (GIS) у точному землеробстві. Як зазначає С. Саха, GIS-технології та супутникові знімки дозволяють картувати поля, аналізувати показники врожайності та визначати ділянки, що потребують додаткових агротехнічних заходів [11].

За висновками Н. Хайен, інтеграція GIS з IoT і системами ERP створює єдиний інформаційний простір, що сприяє оптимізації управлінських рішень. Українські науковці, В. Стукаленко та О. Дзісь, підкреслюють, що впровадження геоінформаційних технологій у вітчизняних господарствах підвищує ефективність моніторингу земельних ресурсів і зменшує втрати врожаю.

ERP, CRM та корпоративні інформаційні системи є основою для інтеграції фінансового, виробничого й кадрового обліку [12]. В. Пестов наголошує, що адаптація таких систем до особливостей агровиробництва (сезонність, багатостадійність, географічна розосередженість) є вирішальним фактором їх успішного впровадження.

Використання ERP-рішень дозволяє забезпечити прозорість процесів закупівель і збуту, а також удосконалити аналітичну підтримку управлінських рішень [12]. За дослідженнями Т. Міллер, інтеграція ERP із CRM-системами сприяє розвитку клієнтоорієнтованого підходу та більш точному прогнозуванню попиту на агропродукцію [9].

За результатами досліджень В. Ступки [13], ефект від цифровізації аграрного бізнесу залежить від масштабів господарства, рівня технічної підготовки персоналу та доступу до фінансових ресурсів. Авторка вказує, що великі підприємства демонструють стабільний приріст продуктивності, тоді як для малих фермерів

цифрова трансформація можлива лише за державної підтримки. Цифрова трансформація в агросекторі є не лише технологічним, а й соціально-економічним процесом, який потребує підготовки кадрів і модернізації управлінських структур.

Одним із викликів є забезпечення кібербезпеки та правового регулювання обробки даних, зібраних сенсорами. Українські дослідники Дзись О. та Гайдей В. вказують, що правова невизначеність у сфері цифрових даних агропідприємств може стати бар'єром для розвитку смарт-фермерства [14].

Отже, проведений огляд свідчить, що більшість сучасних досліджень підтверджують значний потенціал інформаційних технологій у підвищенні ефективності управління сільськогосподарськими підприємствами. Отже, подальші дослідження повинні бути спрямовані на оцінку ефективності інтегрованих систем ERP, GIS, IoT, розробку методичних рекомендацій щодо їх упровадження та аналіз соціально-економічних наслідків цифрової трансформації агробізнесу.

1.2 Сутність, завдання і роль інформаційних технологій в управлінні діяльністю аграрних підприємств

Управління діяльністю сільськогосподарського підприємства розглядається як сукупність цілеспрямованих функцій (планування, організація, мотивація, контроль), спрямованих на досягнення продуктивності, рентабельності та сталого розвитку агровиробництва. Інформаційні технології (ІТ) у цьому контексті виступають як ключовий засіб забезпечення своєчасного збору, обробки, аналізу та розповсюдження інформації, що необхідна для прийняття управлінських рішень на всіх рівнях – від оперативного до стратегічного. З огляду на сезонний характер виробництва, просторову розосередженість ресурсів (поля, техніка, складські приміщення) та необхідність точного обліку виробничих операцій, ІТ підвищують здатність підприємства виконувати функції управління з меншою невизначеністю та більшим рівнем автоматизації [15].

У сучасній літературі підкреслюється, що цифровізація агропідприємств сприяє підвищенню ефективності та стійкості виробництва, однак її результативність залежить від якості даних, цифрової грамотності персоналу та інфраструктурної підтримки [15].

Роль ІТ часто розглядають на трьох рівнях (див. рисунок 1.1):

- 1) оперативний – автоматизація повсякденних операцій (облік робочого часу, технічного обслуговування);
- 2) тактичний – планування ресурсів і управління виробничими процесами (наприклад, використання ERP/ФМС-систем);
- 3) стратегічний – підтримка прийняття рішень щодо інвестицій, розвитку ринку та управління ризиками через аналітику й моделювання.

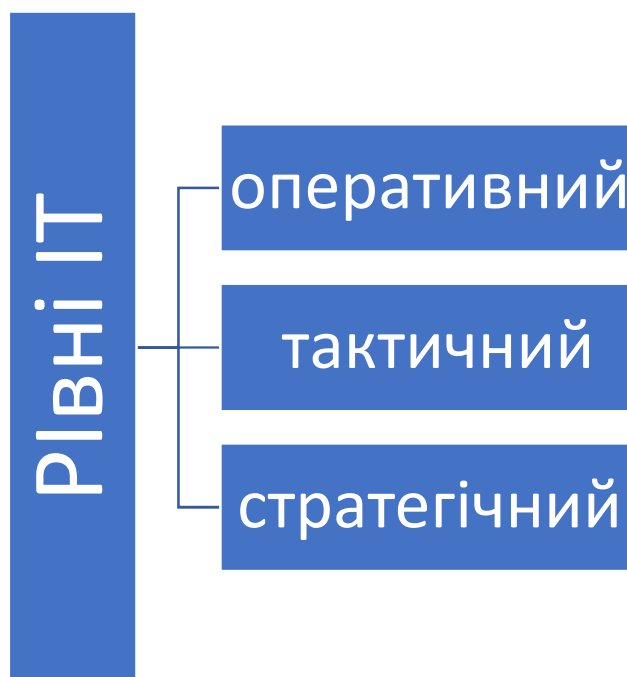


Рисунок 1.1 – Роль рівнів ІТ

Джерело: Розроблене автором

Основні завдання, які вирішує впровадження ІТ в аграрних підприємствах, можна систематизувати наступним чином:

1. Забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень (аналітика урожайності, оцінка вартості виробництва, моделювання ризиків).

2. Оптимізація процесів матеріально-технічного забезпечення (логістика добрив, пального, запасних частин) та фінансового обліку.

3. Підвищення точності агротехнічних операцій через інтеграцію даних із датчиків, GPS/GIS та дистанційного зондування.

4. Забезпечення відповідності нормативним вимогам і прозорості (маркування, контроль якості, звітність).

Сучасні інформаційні технології та рішення для агробізнесу включають технології ERP, CRM, GIS, IoT. Опишемо кожен із зазначених технологій.

ERP-системи (Enterprise Resource Planning) в агросекторі інтегрують облік матеріалів, фінансів, складських операцій, закупівель та людських ресурсів у єдину інформаційну платформу. Для агропідприємств ERP адаптують під специфіку полів, сезонності праці, логістики врожаю та обліку агрохімікатів. Дослідження показують, що впровадження ERP у малих та середніх аграрних підприємствах підвищує прозорість операцій і дозволяє зменшити витрати, але часто стикається з бар'єрами – адаптацією під агроспецифіку, вартістю та недостатньою цифровою підготовкою кадрів. Як зазначає К. Пестов, ERP-системи дозволяють стандартизувати процеси закупівель, зберігання, виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції [12].

В Україні ERP-рішення активно впроваджуються на великих агрохолдингах:

- «Миронівський хлібопродукт» (МХП) використовує систему SAP ERP, яка інтегрує фінансовий облік, управління постачанням, логістику та виробництво кормів. Це дозволяє централізовано контролювати понад 30 підприємств холдингу [7];

- «Астарта-Київ» впровадила Microsoft Dynamics 365, що забезпечує управління агровиробництвом, аналітику врожайності та моніторинг витрат добрив. За даними компанії, це дозволило знизити втрати врожаю на 5-7 % [16];

- «НІБУЛОН» інтегрував ERP-рішення на базі 1С:Підприємство для управління ланцюгом постачання та фінансовим контролем філій у різних областях України [17].

Системи CRM (Customer Relationship Management) використовуються для управління взаєминами з покупцями (оптовики, переробники, дилери), планування продажів та маркетингових кампаній. Для агробізнесу CRM допомагає трасувати контракти на продукцію, прогнозувати попит та забезпечувати сервісне обслуговування клієнтів (логістика поставок, постачання за контрактами). Інтеграція CRM з ERP і аналітичними інструментами підсилює ухвалення маркетингових рішень і управління каналами збуту. В Україні CRM-технології поширені серед підприємств, що займаються збутом насіння, техніки та добрив. Наприклад, «Індустріальна молочна компанія (ІМК) використовує Zoho CRM для автоматизації продажів і взаємодії з постачальниками, що сприяло скороченню часу на узгодження контрактів на 20 % [18].

Технології GIS (Geographic Information Systems) та дистанційне зондування забезпечують просторовий аналіз полів: картографування ґрунтових зон, ідентифікацію зон стресу посівів, роботу змінних норм внесення добрив (VRA – variable rate application). Інтеграція GIS із GPS дозволяє трасувати операції техніки та виконувати точне землеробство. Оглядові статті підкреслюють значення GIS для підвищення продуктивності та зниження екологічного навантаження.

В Україні GIS-рішення активно використовують:

- «Астарта-Київ» – для моніторингу полів на основі супутникових даних, інтегрованих у платформу AgriChain Land [16];
- «Кернел» – застосовує ArcGIS і власну систему Digital AgriBusiness Platform для аналізу продуктивності полів та планування сівозмін [19];
- «UkrLandFarming» – використовує GIS у поєднанні з аналітичними панелями Power BI для оцінки стану ґрунтів і прогнозування врожайності.

IoT (Internet of Things) та сенсорні мережі у сільському господарстві охоплює мережі датчиків ґрунту, погодні станції, телеметрію техніки, системи контролю мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Система IoT забезпечує реальний час моніторингу ключових показників (вологості ґрунту, температури, місцеположення техніки), що дозволяє автоматизувати полив, вносити добрива, планувати технічне обслуговування. Оглядові дослідження відзначають потенціал

IoT у підвищенні продуктивності та зниженні витрат, але також вказують на проблеми сумісності, безпеки даних і потреби в інтернет-покритті.

Прикладами впровадження IoT є:

- МХП – система сенсорного контролю вологості зерна на елеваторах, що передає дані у хмарну платформу SmartAgro Cloud;
- «Агросем» – використовує IoT-станції FieldClimate для моніторингу погодних умов і прогнозування хвороб культур;
- «AgroOnline» – український стартап, що розробляє IoT-пристрої для фермерів малого бізнесу, інтегровані з мобільним застосунком для обліку робіт на полі [20].

Отже, сучасні рішення для агробізнесу прагнуть до інтеграції: поєднання ERP/CRM (бізнес-процеси), GIS (просторові дані), IoT (реальний час) і зовнішніх джерел (метеодані, ринкові ціни, супутникові знімки). Така платформа забезпечує багаторівневу аналітику та інструменти підтримки рішень (DSS – Decision Support Systems), що є ключовою передумовою для переходу до розумного фермерства.

1.3 Вимоги до інформаційних технологій управління діяльністю агрономічних підприємств

На підставі огляду літератури та практичних рекомендацій можна виділити наступні класи вимог до ІТ-систем, призначених для управління агропідприємствами функціональні та нефункціональні.

Функціональні вимоги включають:

1. Підтримку агрономічних процесів: планування сівозмін, розрахунок норм внесення добрив, облік агротехнічних заходів, журнал полів.
2. Фінансово-облікові функції: інтеграція з бухгалтерією і складським обліком, аналіз собівартості та маржинальності культур.
3. Аналітику та звітність: генерація стандартних і кастомізованих звітів, інтеграція BI-інструментів для прогнозування урожайності та ризиків.

МХП (Миронівський хлібопродукт) реалізував систему SAP ERP, яка автоматизує виробниче планування, бухгалтерський облік і логістику. Це дає можливість синхронізувати дані між понад 30 підрозділами холдингу та забезпечує оперативне прийняття управлінських рішень.

Нефункціональні вимоги передбачають такі важливі технічні аспекти:

1. Масштабованість і модульність – можливість поетапного впровадження (від окремих модулів – облік техніки, до комплексної ERP-платформи);
2. Інтєроперабельність – стандарти обміну (API), підтримка імпорту/експорту даних із GPS/GIS, IoT-пристроїв і зовнішніх сервісів;
3. Надійність і безпека даних – резервування, контроль доступу, шифрування передачі даних (особливо для телеметрії та фінансових даних);
4. Легкість у використанні та навчанні – інтуїтивні інтерфейси для операторів полів і менеджерів, локалізація (українська мова), документація;
5. Робота в умовах обмеженої інфраструктури – офлайн-режими, синхронізація даних при відновленні зв'язку, енергонезалежні датчики.

Прикладом вдалого дотримання технічних вимог можна вказати концерн «Кернел», який створив власний дата-центр для зберігання великих масивів агрономічних даних і запровадив хмарну платформу Digital AgriBusiness Platform, що об'єднує інформацію з понад 500 тис. га посівів і дає змогу працювати навіть у віддалених регіонах із низьким інтернет-покриттям [19].

До ІТ також висуваються організаційні та економічні вимоги, серед яких економічна доцільність впровадження ІТ у певну сферу управління і якість підготовки кадрів. Економічна доцільність передбачає розрахунок окупності, мінімальний набір функцій для першої фази впровадження (MVP), підтримка локальних рішень для МСП. Для підвищення кваліфікації персоналу передбачені програми навчання, супровід впровадження, зміна бізнес-процесів під нові ІТ. «Астарта-Київ» використовує систему AgriChain Land, яка інтегрує GIS-дані з результатами агрохімічних аналізів ґрунтів і формує базу просторових показників. Це дозволяє отримувати достовірну інформацію про стан кожного поля та планувати оптимальні норми висіву і внесення добрив [16].

Крім зазначених має місце дотримання етичних та правових вимог:

1. Відповідність вимогам обробки персональних та корпоративних даних, зокрема у випадках передачі даних третім особам і зберігання в хмарі;
2. Відповідність стандартам та регулюванням, що стосуються маркування, фітосанітарних вимог і звітності.

Концерн МХП реалізував систему кібербезпеки на базі Cisco Secure, що забезпечує шифрування трафіку, контроль авторизації користувачів і регулярне резервне копіювання даних на хмарні сервери Microsoft Azure, а підприємство «Кернел» застосовує політику багаторівневої автентифікації та моніторинг доступу до виробничих баз даних у безвідмовному режимі [19].

Інформаційні технології істотно трансформують управління аграрними підприємствами – від автоматизації рутинних операцій до створення інтегрованих аналітичних платформ, що підтримують стратегічні рішення. Водночас ефективність ІТ залежить не лише від технічних рішень, але й від організаційної підготовки, навчання персоналу та забезпечення інфраструктури. Подальші розділи дипломної роботи мають зосередитись на виборі конкретного функціонального набору для обраного підприємства, моделюванні інформаційного процесу та економічній оцінці впровадження.

Ефективність управління сільськогосподарським підприємством значною мірою залежить від рівня автоматизації бізнес-процесів, точності обліку та оперативності аналітичної підтримки. Аграрний сектор характеризується багатоваріантністю та сезонністю виробництва, складною структурою обліку матеріальних, земельних і фінансових ресурсів, необхідністю контролю технологічних операцій та своєчасного прийняття рішень. У зв'язку з цим інформаційні технології для аграрних підприємств повинні відповідати ряду загальних, функціональних та технічних вимог.

Щодо ІТ у сільськогосподарських підприємствах, то вимоги висуваються на рівнях проєктування, реалізації бази даних, до інтерфейсу споживача та до технічної реалізації.

На рівні проєктування важливо враховувати:

1) модульну архітектуру з можливістю розширення новими функціональними блоками (склад, техніка, фінанси, агрономічний облік);

2) клієнт-серверну або веборієнтовану структуру, що забезпечує доступ до системи з різних географічних локацій;

3) підтримку API-інтеграцій для взаємодії з бухгалтерськими системами (1С, М.Е.Дос), агрометеорологічними сервісами, мобільними додатками для працівників поля, GPS-трекерами техніки;

4) масштабованість для збільшення обсягів даних та кількості користувачів.

База даних має забезпечувати:

1) надійність та транзакційність, особливо при веденні облікових операцій;

2) збереження історичних даних, включно з багаторічними технологічними картами та врожайністю;

3) підтримку складних зв'язків між сутностями, такими як: поля → культури → операції → техніка → ресурси або техніка → ремонти → витрати → паливо;

4) мінімізацію дублювання, нормалізацію таблиць;

5) високу продуктивність при виконанні запитів для аналітичної звітності;

6) захист даних, включно з ролями та правами доступу.

Прикладами обов'язкових сутностей бази даних є:

- Fields (поля);
- Crops (культури);
- Machinery (техніка);
- Warehouse (склад ресурсів);
- Operations (агротехнологічні операції);
- Fuel_Consumption (облік пального);
- Financial_Transactions (фінансові дані);
- Users (користувачі та ролі).

Інтерфейс та взаємодія користувача мають дотримуватися таких вимог:

- Адаптивність для ПК, планшетів, мобільних пристроїв;
- Візуалізація даних (графіки врожайності, карти полів, аналітичні панелі);
- Підтримка багатокрокової навігації та фільтрації;

- Проста система формування звітів.

Технічна реалізація ІТ має включати використання сучасних вебтехнологій (PHP/Node.js, HTML5, JavaScript, CSS3); застосування надійної СУБД (MySQL/PostgreSQL); забезпечення резервного копіювання даних; розгортання на локальному або хмарному сервері; відповідність вимогам захисту інформації й кібербезпеки.

Аналіз діяльності ТОВ «Журавка» показує, що підприємство використовує традиційні підходи до обліку та управління виробничими процесами, що супроводжується такими проблемами, як відсутність єдиної цифрової системи управління. Облік ведеться у вигляді розрізнених таблиць, документів та окремих програм, що ускладнює координацію діяльності. Також виявлена неможливість оперативного отримання аналітичних даних, зокрема, ТОВ не має автоматизованих інструментів для аналізу витрат ресурсів, ефективності технологічних операцій, врожайності по полях, фінансових показників. Спостерігається висока залежність від ручної праці, облік матеріалів, добрив та палива виконується вручну, що призводить до помилок та втрат часу. Також зафіксовано недостатній рівень контролю техніки та операцій на полі: відсутня інтеграція GPS-даних, систем обліку палива та автоматизованих журналів виконаних робіт. Через відсутність єдиної ІС складно оцінити реальний стан ресурсів та ухвалювати своєчасні рішення.

Ураховуючи наведене, підприємство потребує створення сучасної інформаційної системи, що дозволить:

- інтегрувати всі управлінські та виробничі процеси в єдине цифрове середовище;
- автоматизувати облік і звітність;
- забезпечити контроль ресурсів та техніки;
- знизити витрати та підвищити ефективність виробництва;
- підтримати цифрову трансформацію підприємства відповідно до світових тенденцій Smart Farming.



Рисунок 1.2 – Роль рівнів ІТ

Джерело: Розроблено автором

Вищезазначене зумовлює необхідність впровадження інформаційної технології підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

2.1 Постановка задачі проєктування

Визначимо задачі проєктування у вигляді функціональних вимог до системи підтримки управління сільськогосподарським підприємством на підставі аналізу проведеного в попередньому розділі роботи.

Функціональні вимоги виокремимо для таких підсистем:

1. Підсистема управління даними:

- ведення реєстру полів: додавання, редагування та видалення інформації про наявні поля;
- зберігання геопросторових даних: підтримка збереження координат полів у форматі GeoJSON для відображення на карті;
- облік агрохімічних паспортів: внесення і редагування для кожного поля даних аналізу ґрунту (вміст гумусу, NPK, рівень pH);
- ведення історії сівозмін: внесення і редагування даних про вирощувані культури, урожайність, внесені добрива тощо.

2. Підсистема підтримки прийняття рішень:

- контроль сівозміни: забезпечення перевірки обраних культур на сумісність із попередником згідно з базою агрономічних правил;
- прогнозування врожайності: виконання розрахунку врожайності на основі введених параметрів (опади, добрива, ґрунт) з використанням регресійних моделей, з перспективою використання алгоритмів глибокого навчання;
- формування рекомендацій: відображення рекомендацій на підставі прогнозів.

3. Підсистема візуалізації та звітності:

- візуалізація даних на картах: відображення полів підприємства на карті;

- дашборд: відображення зведеної статистики по підприємству (загальний земельний банк, середня врожайність тощо).

2.2 Обґрунтування вибору архітектури системи

Розробка технології підтримки управління сільськогосподарським підприємством вимагає врахування низки особливостей предметної області, серед яких розосередженість об'єктів управління на великих територіях (поля, обладнання), необхідність доступу до даних у режимі реального часу в тому числі і за межами офісних приміщень, наприклад, в полі, тощо.

Враховуючи викладені вимоги, для реалізації системи було обрано трирівневу архітектуру клієнт-сервер, яка передбачає чітке розмежування складових системи на три рівні:

1. Рівень представлення: інтерфейс користувача.
2. Рівень бізнес-логіки: обробка даних та алгоритми прогнозування.
3. Рівень доступу до даних: зберігання даних та управління ними.

Загальна схема запропонованої архітектури наведена на рисунку 2.1.

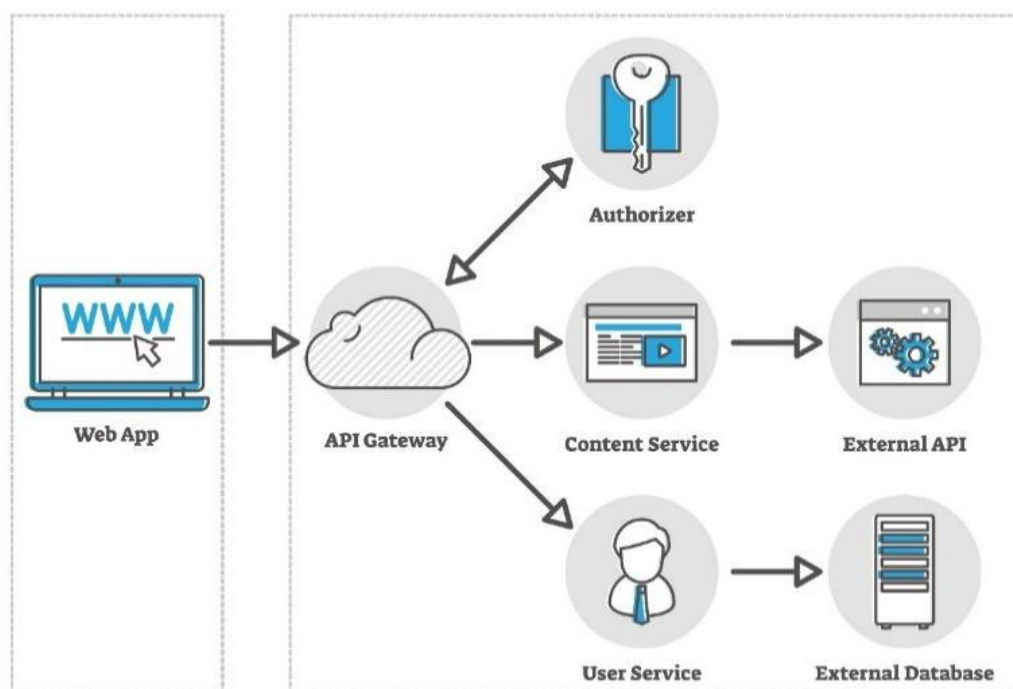


Рисунок 0.1 – Загальна схема архітектури

З огляду на необхідність перебування персоналу сільськогосподарського підприємства на розосереджених і віддалених об'єктах підприємства, доцільно реалізувати систему у вигляді веб-застосунку, що має забезпечити:

1. Кросплатформеність: можливість працювати з будь-якого пристрою, з мобільних пристроїв, без необхідності встановлення відповідного програмного забезпечення;

2. Централізацію даних: всі користувачі системи працюють з актуальними і оперативними даними, які зберігаються в базі даних;

3. Простота розгортання та оновлення: оновлення програмного забезпечення відбувається на сервері.

Ключовим елементом системи є сервер, який відповідає за обробку даних, в т.ч і прогнозування врожайності, а також за взаємодію між складовими системи. Враховуючи те, що в перспективі підприємство планує використовувати прогнозування врожайності з використанням методів машинного навчання, то для реалізації серверної частини обрано мову програмування Python, оскільки вона де-факто є стандартом у галузі Data Science через наявність бібліотек математичного моделювання, наприклад, Scikit-learn, Pandas, NumPy та ін.

Взаємодія між сервером і клієнтом організована за допомогою REST API, що дозволяє розмежувати такі складові системи, як фронтенд і бекенд. Для реалізації API доцільно обрати швидкий і легкий Python-фреймворк FastAPI.

Враховуючи, що інформаційна база агропідприємства містить чітко структуровані дані зі складними взаємозв'язками, то це вимагає використання реляційної моделі даних. Для організації бази даних було обрано, оскільки наявність розширень для роботи з координатами та типу даних JSON, вона дозволяє працювати з геопросторовими даними, що, в свою чергу, дозволить зберігати контури полів, обчислювати їх площу, а в перспективі оптимізувати логістику використання сільськогосподарської техніки. Окрім того, СУБД MySQL має вільну ліцензію, що може здешевити вартість розробки системи. Ще однією з переваг СУБД є легка інтеграція з більшістю засобів розробки.

Отже, обрана архітектура, що складається з серверу Python з REST API, веб-інтерфейсу та реляційної СУБД, є оптимальною для вирішення завдань розробки інформаційної системи. До того ж, використання REST API дозволяє безперешкодно інтегрувати систему з іншими складовими ІТ-структури підприємства.

2.3 Проєктування бази даних

Попередньо проведений аналіз дозволив виділити ключові сутності, необхідні для функціонування системи, які можна розділити на три групи:

1. Довідникові дані:

- Культури (Crops): містить характеристики сільськогосподарських культур (назва, тип, вегетаційний період).
- Правила сівозміни культур (CropRules): визначає матрицю сумісності культур у форматі: попередник – послідовник - штраф за порушення сівозміни.

2. Оперативні дані:

- Поля (Fields): містить характеристики полів - паспорт поля, що включає кадастровий номер, площу та геопросторові координати контурів поля.
- Стан ґрунту (SoilAnalysis): результати агрохімічних обстежень ґрунту полів (вміст гумусу, NPK, pH) за визначений період.

3. Історія та аналітика:

- Історія полів (FieldHistory): містить дані про культури, які вирощувались на полі, погодні умови та фактичну врожайність.
- Прогнози (YieldPredictions): містить прогностичні значення врожайності і відповідні рекомендації.

Зв'язки між таблицями (див. рисунок 2.2):

- Зв'язок Fields - FieldHistory (1:M) – зв'язок "один-до-багатьох". Одне поле має багато записів в історії (за кожен рік).
- Зв'язок Crops - FieldHistory (1:M) – зв'язок "один-до-багатьох". Кожен запис в історії посиляється на довідник культур через зовнішній ключ crop_id.

- Зв'язок Crops - CropRules (M:M) – зв'язок "багато-до-багатьох". Являє собою складний зв'язок, оскільки CropRules містить два зовнішніх ключі на таблицю Crops для моделювання логіки "Культура А є поганим попередником для Культури Б".

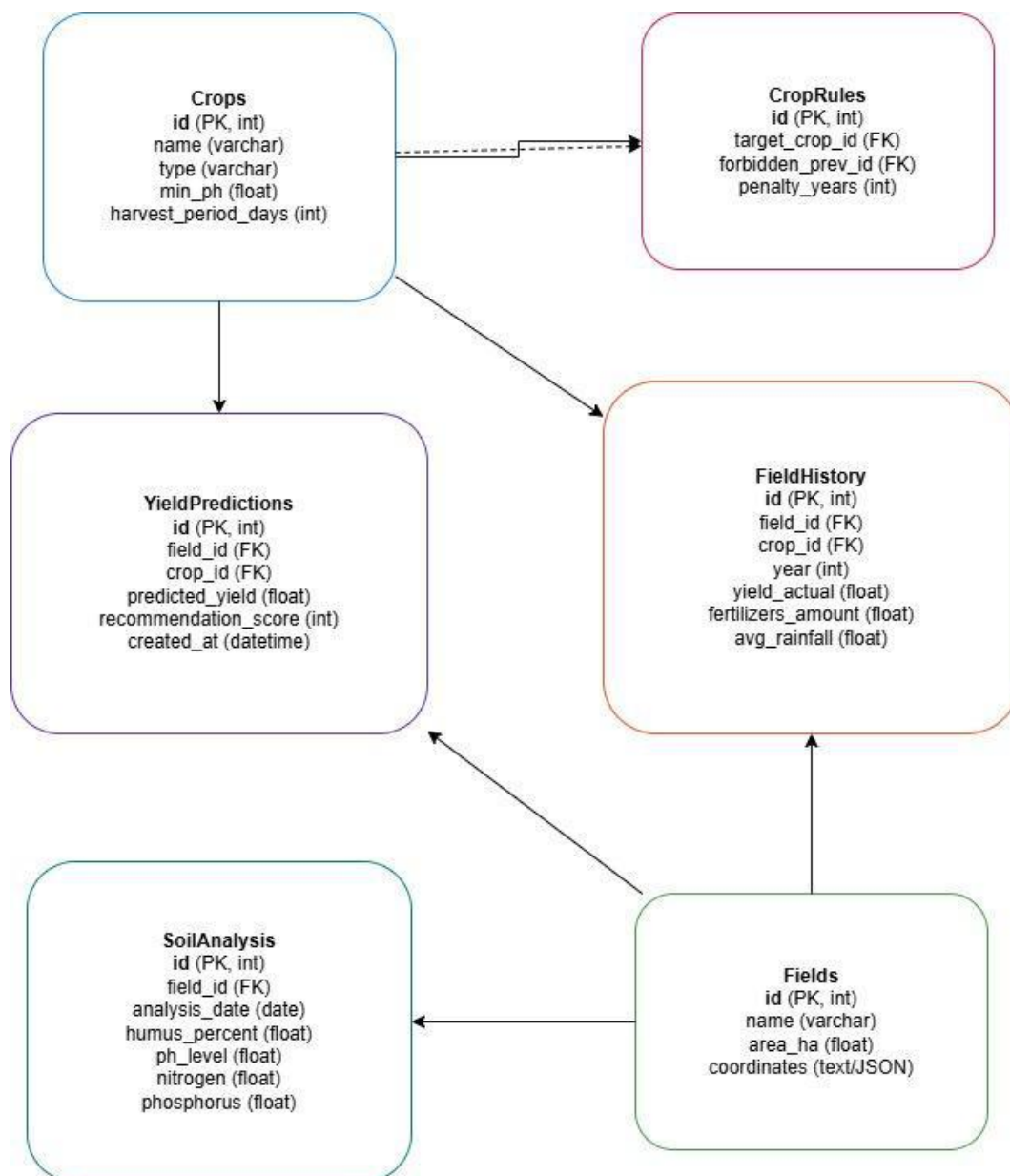


Рисунок 0.2 – Зв'язки між таблицями

Отже, спроектована схема бази даних нормалізована до 3НФ і дозволяє масштабування. Виділення історичних даних, як окремої сутності, дозволить в майбутньому використовувати їх у якості навчальних вибірок для машинного навчання.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Вибір та обґрунтування засобів розробки

З метою реалізації спроектованої у п. 2.1 архітектури, було сформовано стек технологій, що має забезпечити швидку розробку системи.

1. Середовище розробки

Для розробки було обрано середовище Visual Studio 2022, оскільки підтримує необхідні розширення для роботи з повним стеком обраних технологій.

Окрім того, використовувалась система контролю версій Git задля управління етапами розробки та відстеження змін у коді.

2. Засоби реалізації серверної частини

Програмна реалізація здійснювалась мовою Python 3.11 з використанням спеціалізованих бібліотек:

- FastAPI та Uvicorn: створення асинхронного веб-сервера;
- Scikit-learn: бібліотека реалізації модуля машинного навчання;
- Pandas та NumPy: маніпуляції з дата-фреймами, виконання математичних операцій тощо;
- MySQL-connector-python: драйвер низькорівневої взаємодії з базою даних, що дозволяє виконувати SQL-запити безпосередньо з Python-коду.

3. Засоби реалізації клієнтської частини

Інтерфейс користувача реалізовано з використанням HTML5 та CSS3. Для забезпечення його адаптивності під мобільні пристрої було використано CSS-фреймворк Bootstrap 5.

Реалізації специфічних функцій системи здійснювалась за допомогою JavaScript-бібліотек:

- 1) Leaflet.js — бібліотека для роботи з інтерактивними картами, використовується в проєкті для візуалізації контурів полів у форматі GeoJSON.

Leaflet є бібліотекою з відкритим кодом на відміну від платних аналогів, наприклад, Google Maps API;

2) Chart.js – бібліотека з відкритим кодом, використовується в проєкті для побудови графіків та діаграм.

Отже, обраний стек технологій поєднує обчислювальні і аналітичні можливості Python та його бібліотек з легкістю JS-фреймворків для організації інтерфейсу користувача та візуалізації даних, що дозволяє реалізувати функціональні вимоги до системи.

3.2. Реалізація бази даних

При створенні фізичної моделі структури бази даних в СУБД MySQL слід врахувати специфічні вимоги. Перш за все, необхідність роботи з геоданими, тому обрано тип даних JSON для атрибуту coordinates у таблиці fields. Завдяки цьому можна зберігати складні полігони форм полів у форматі GeoJSON стандарту RFC 7946. Окрім того, що з'являється можливість автоматичного обчислення площі поля, в перспективі цей підхід можна використовувати і для вирішення завдань логістики при використанні сільськогосподарської техніки. До того ж, це спрощує інтеграцію з бібліотеками Leaflet.js на стороні клієнта, через відсутність необхідності конвертації даних.

По-друге, використання обмежень типу UNIQUE для полів field_id та harvest_year таблиці field_history унеможливорює помилки при введенні даних, в т.ч. і за попередні роки, коли для одного поля в один рік вказано одночасно зазначаються різні культури.

По-третє, налаштування каскадних операцій видалення для зв'язків fields.id-yield_predictions.field_id, fields.id-soil_analysis.field_id запобігає "засміченню" бази, оскільки при видаленні поля будуть видалені і всі пов'язані з ним записи з залежних таблиць.

З метою оптимізації типів даних та уникнення помилок округлення використано тип DECIMAL замість FLOAT для зберігання фінансових показників

та площ полів. Водночас, для категоріальних даних поля `crop_type` використано тип `ENUM`, що, в свою чергу, пришвидшує фільтрацію та економить місце на диску.

В таблицях 3.1 – 3.6 наведено структури таблиць бази даних та призначення полів.

Таблиця 0.1 – Структура таблиці `crops`

Поле	Тип	Призначення
<code>id</code>	<code>int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT</code>	Унікальний ID культури
<code>name</code>	<code>varchar(100) NOT NULL</code>	Назва культури (наприклад, Пшениця)
<code>crop_type</code>	<code>enum('grain', 'oil', 'legume', 'vegetable', 'other') NOT NULL DEFAULT 'other'</code>	Тип культури
<code>min_ph</code>	<code>decimal(4,2) DEFAULT NULL</code>	Мінімальний допустимий рН ґрунту
<code>harvest_period_days</code>	<code>int(11) DEFAULT NULL</code>	Період вегетації у днях
<code>market_price_avg</code>	<code>decimal(10,2) DEFAULT NULL</code>	Середня ринкова ціна за тонну (грн)

Джерело: Розроблене автором

Таблиця 0.2 – Структура таблиці `crop_rules`

Поле	Тип	Призначення
<code>id</code>	<code>int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT</code>	Унікальний ідентифікатор правила
<code>target_crop_id</code>	<code>int(11) NOT NULL</code>	Культура, яку плануємо сіяти
<code>forbidden_prev_id</code>	<code>int(11) NOT NULL</code>	Культура, після якої заборонено сіяти
<code>penalty_years</code>	<code>int(11) DEFAULT '1'</code>	Кількість років, коли заборонено посів
<code>reason</code>	<code>varchar(255) DEFAULT NULL</code>	Причина (наприклад, спільні хвороби)

Джерело: Розроблене автором

Таблиця 0.3 – Структура таблиці fields

Поле	Тип	Призначення
id	int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT	Унікальний ID поля
name	varchar(100) NOT NULL	Назва або номер поля
area_ha	decimal(8,2) NOT NULL	Площа в гектарах
cadastral_number	varchar(50) DEFAULT NULL	Кадастровий номер
coordinates	json DEFAULT NULL	Координати меж поля (GeoJSON формат)
description	text	Додатковий опис

Джерело: Розроблене автором

Таблиця 0.4 – Структура таблиці field_history

Поле	Тип	Призначення
id	int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT	Унікальний ID запису
field_id	int(11) NOT NULL	ID поля
crop_id	int(11) NOT NULL	ID культури
harvest_year	year(4) NOT NULL	Рік врожаю
yield_actual	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Фактична врожайність (ц/га)
fertilizers_applied_kg_ha	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Внесено добрив (кг/га)
avg_rainfall_mm	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Опади за сезон (мм)

Джерело: Розроблене автором

Таблиця 0.5 – Структура таблиці soil_analysis

Поле	Тип	Призначення
id	int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT	Унікальний ID аналізу

Продовження табл. 3.5

field_id	int(11) NOT NULL	ID поля
analysis_date	date NOT NULL	Дата відбору проб
humus_percent	decimal(5,2) DEFAULT NULL	Вміст гумусу (%)
ph_level	decimal(4,2) DEFAULT NULL	Кислотність ґрунту (pH)
nitrogen_mg_kg	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Азот (мг/кг)
phosphorus_mg_kg	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Фосфор (мг/кг)
potassium_mg_kg	decimal(8,2) DEFAULT NULL	Калій (мг/кг)

Джерело: Розроблене автором

Таблиця 0.6 – Структура таблиці yield_predictions

Поле	Тип	Призначення
id	int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT	Унікальний ID прогнозу
field_id	int(11) NOT NULL	ID поля
crop_id	int(11) NOT NULL	ID культури
predicted_yield	decimal(8,2) NOT NULL	Прогноз врожайності (ц/га)
confidence_score	decimal(5,2) DEFAULT NULL	Точність прогнозу (0-100%)
created_at	datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP	Час створення прогнозу
algorithm_version	varchar(50) DEFAULT 'v1.0'	Версія моделі ML

Джерело: Розроблене автором

Фізична модель бази даних у вигляді ER-діаграми наведена на рисунку 3.1.

SQL-запит створення структури бази даних наведено в Додатку В.

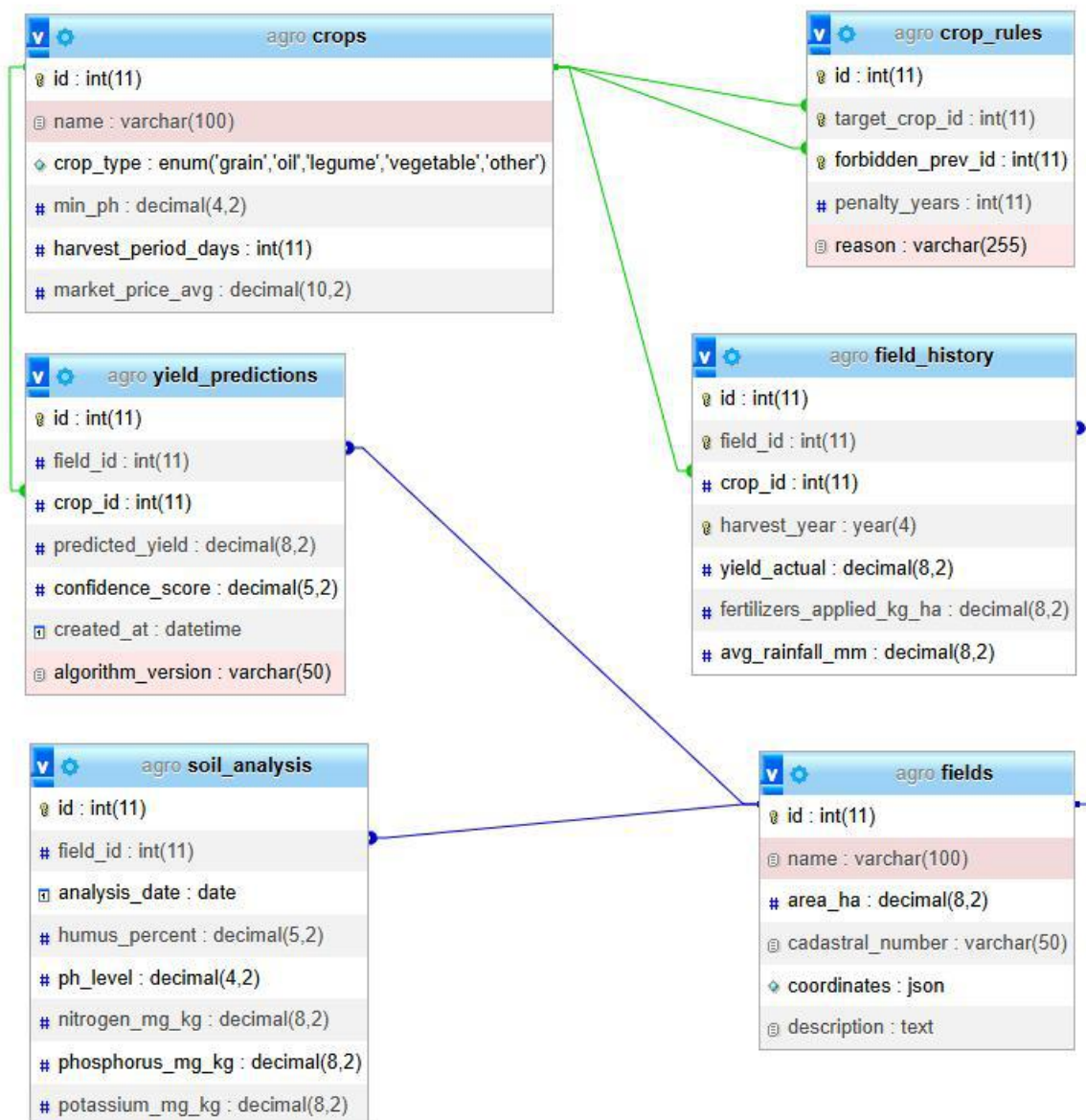


Рисунок 0.1 – Фізична модель бази даних

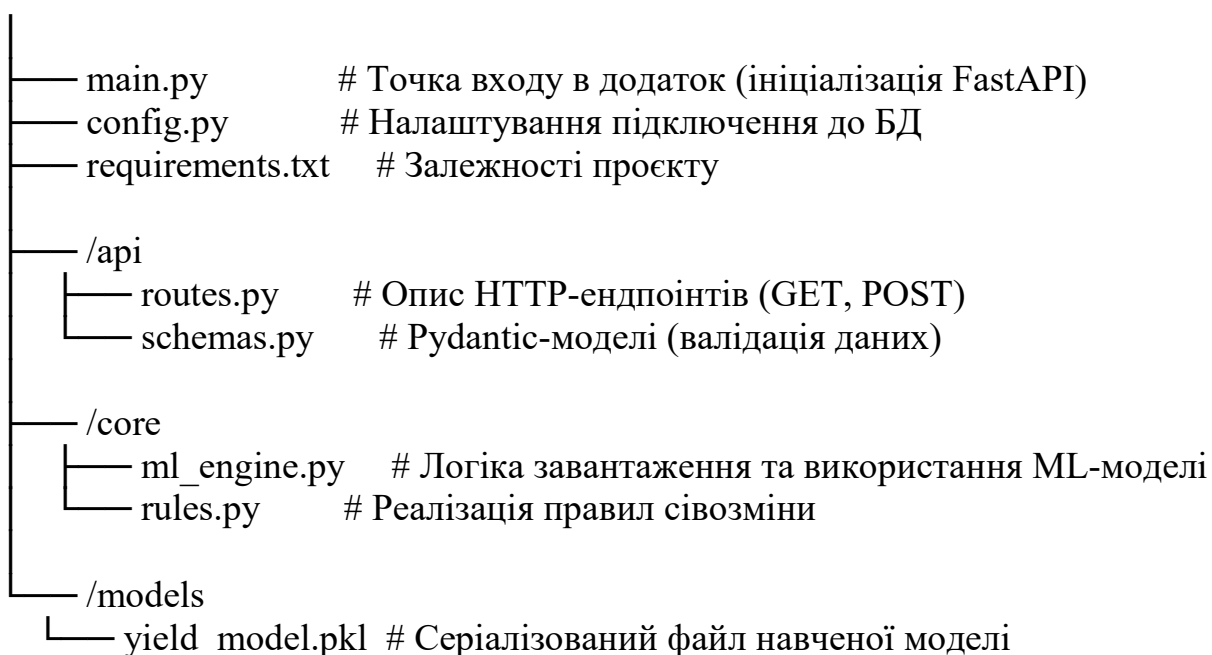
Джерело: Розроблене автором

3.3 Реалізація сервісу прогнозування

З метою забезпечення розмежування коду та зручності його супроводу було розроблено архітектуру проєкту, що розділяє логіку роботи з базою даних, моделі машинного навчання та маршрутизацію API.

Файлова структура серверної частини має наступний вигляд:

/backend



Модуль `ml_engine.py` (див. лістинг 3.1) відповідає за завантаження попередньо навченої моделі `Random Forest` та прогнозування. Використання бібліотеки `joblib` дозволяє зберігати навчений об'єкт класу `RandomForestRegressor` у бінарний файл `.pkl`, задля пришвидшення старту сервера, так як не потребує перенавчання моделі кожного разу.

Лістинг 3.1. Реалізація сервісу прогнозування (`ml_engine.py`)

```

import joblib
import pandas as pd
import os

class YieldPredictor:
    def __init__(self):
        # Завантаження моделі при ініціалізації класу
        model_path = os.path.join("models", "yield_model.pkl")
        self.model = joblib.load(model_path)

    def predict(self, input_data: dict) -> float:
        """
        Метод приймає словник вхідних параметрів і повертає прогноз.
        """
        # Перетворення вхідних даних у DataFrame для моделі
        features = pd.DataFrame([
            'humus': input_data['humus'],

```

```

        'rainfall': input_data['rainfall'],
        'fertilizer': input_data['fertilizer_amount'],
        'prev_crop_code': input_data['prev_crop_id']
    })

    # Виконання прогнозу
    prediction = self.model.predict(features)

    # Результат
    return round(float(prediction[0]), 2)

# Створення екземпляра для імпорту в інші модулі
predictor = YieldPredictor()

```

Оскільки для створення моделі машинного навчання необхідний значний обсяг історичних даних щодо врожайності, які не були надані, то для реалізації сервісу прогнозування було використано відкриту модель із проєкту *crop-yielding-prediction* (автор h4ck3r0), доступну за посиланням <https://github.com/h4ck3r0/crop-yielding-prediction.git>. Дане рішення містить попередньо навчену модель у форматі *.pkl*, що і була використана в роботі.

3.4 Реалізація інтерфейсу користувача

Клієнтська частина реалізована як Single Page Application, що дозволяє здійснювати плавні переходи між складовими блоками без перезавантаження сторінки. При розробці інтерфейсу для розмітки використано стандарт HTML5, для стилізації – CSS3. Як зазначалося в попередніх розділах, важливим для використання системи є адаптивність її інтерфейсу під різні розміри екранів, що і було забезпечено застосуванням фреймворку Bootstrap 5.

Для реалізації інтерактивної карти полів використано бібліотеку Leaflet.js. Код візуалізації полів на карті (див. лістинг 3.2) поділяє процес зображення полів на два етапи:

1. Ініціалізація базового шару за рахунок підключення супутникових знімків, що дозволяє працівникам підприємства бачити ландшафт.

2. Рендеринг векторного шару, який накладається поверх карти відповідно до координат полів.

Лістинг 3.2. Код візуалізації полів на карті

```
// Ініціалізація карти
const map = L.map('map-container').setView([50.45, 30.52], 12);

// Завантаження даних про поля з API
async function loadFieldsLayer() {
  const response = await fetch('/api/fields');
  const fieldsData = await response.json();

  fieldsData.forEach(field => {
    // Парсинг GeoJSON з бази даних
    const geometry = JSON.parse(field.coordinates);

    // Малювання полігону
    L.geoJSON(geometry, {
      style: { color: '#28a745', weight: 2, fillOpacity: 0.4 }
    }).bindPopup(`<b>${field.name}</b><br>Площа: ${field.area} га`)
      .addTo(map);
  });
}
```

Зображення головної сторінки системи з інтерактивною картою і списком полів наведено на рисунку 3.2.

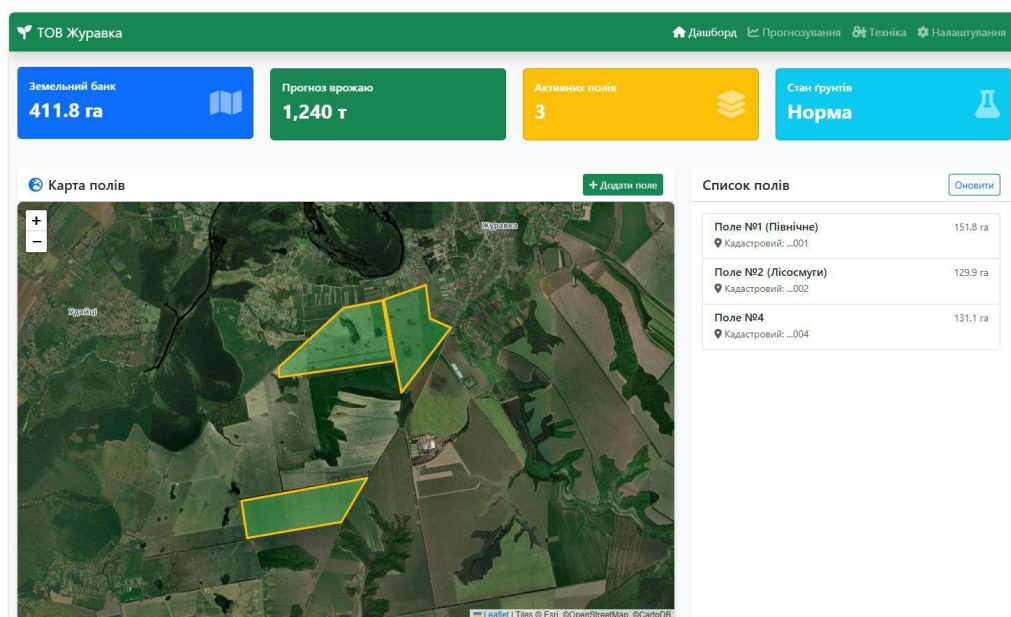


Рисунок 0.2 – Головна сторінка застосунку

Джерело: Розроблене автором

До того ж, використання такого підходу дозволяє робити об'єкти інтерактивними, так, наприклад, при виборі поля як на карті, так і в списку, відкривається контекстне меню, що пропонує перехід до редагування характеристик поля або прогнозування (див. рисунок 3.3).

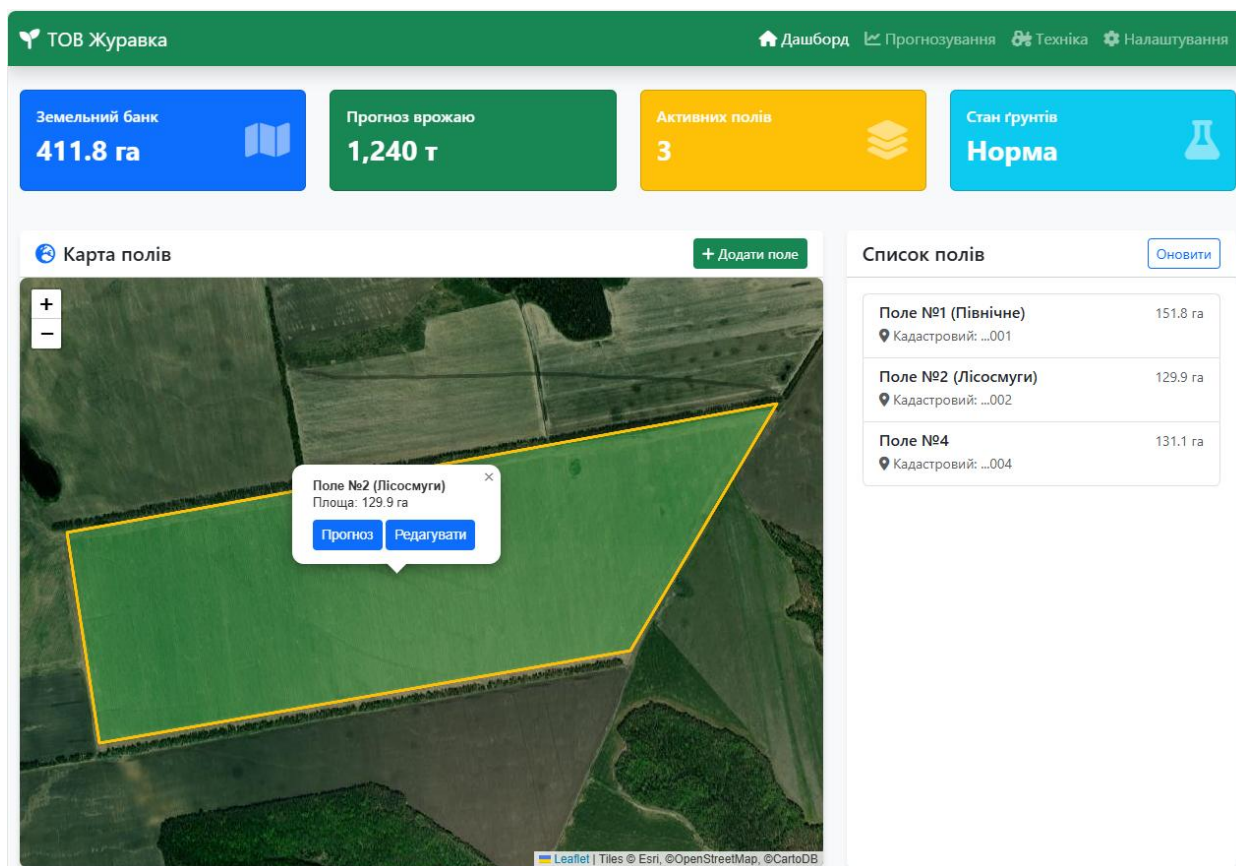


Рисунок 0.3 – Вигляд вікна після вибору поля

Джерело: Розроблене автором

При переході на сторінку прогнозування (див. рисунок 3.4) користувач має ввести такі параметри, як культура, прогнозований рівень опадів, кількість добрив і попередню культуру. Після цього відображається результат прогнозування у вигляді діаграми. Для відображення результатів прогнозування використано бібліотеку Chart.js. Код побудови діаграми прогнозу наведено у лістингу 3.3.

Лістинг 3.3. Побудова графіка прогнозу (JavaScript + Chart.js)

```
function renderChart(predictedValue, averageValue) {
    const ctx = document.getElementById('yieldChart').getContext('2d');
```

```

new Chart(ctx, {
  type: 'bar',
  data: {
    labels: ['Прогноз моделі', 'Середня по регіону'],
    datasets: [{
      label: 'Врожайність (ц/га)',
      data: [predictedValue, averageValue],
      backgroundColor: ['#28a745', '#6c757d']
    }]
  },
  options: {
    responsive: true,
    scales: { y: { beginAtZero: true } }
  }
});
}

```

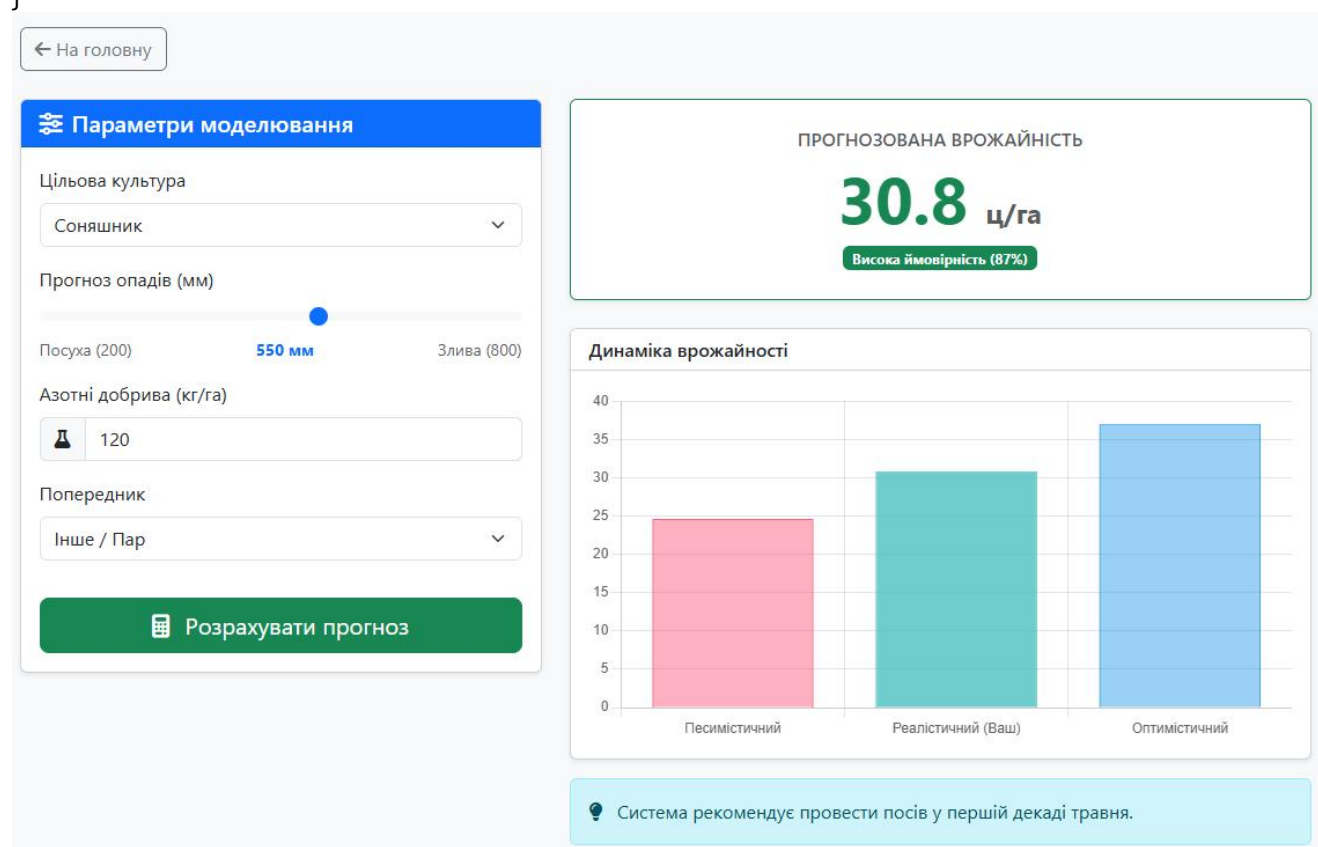


Рисунок 0.4 – Вікно прогнозу

Джерело: Розроблене автором

Окрім того, застосунок дозволяє додавати нові поля. У вікні додавання нового поля необхідно ввести назву поля і натиснути кнопку «Почати малювання» після чого користувач має на карті відмітити межі поля. Вікно додавання нового поля наведено на рисунку 3.5.

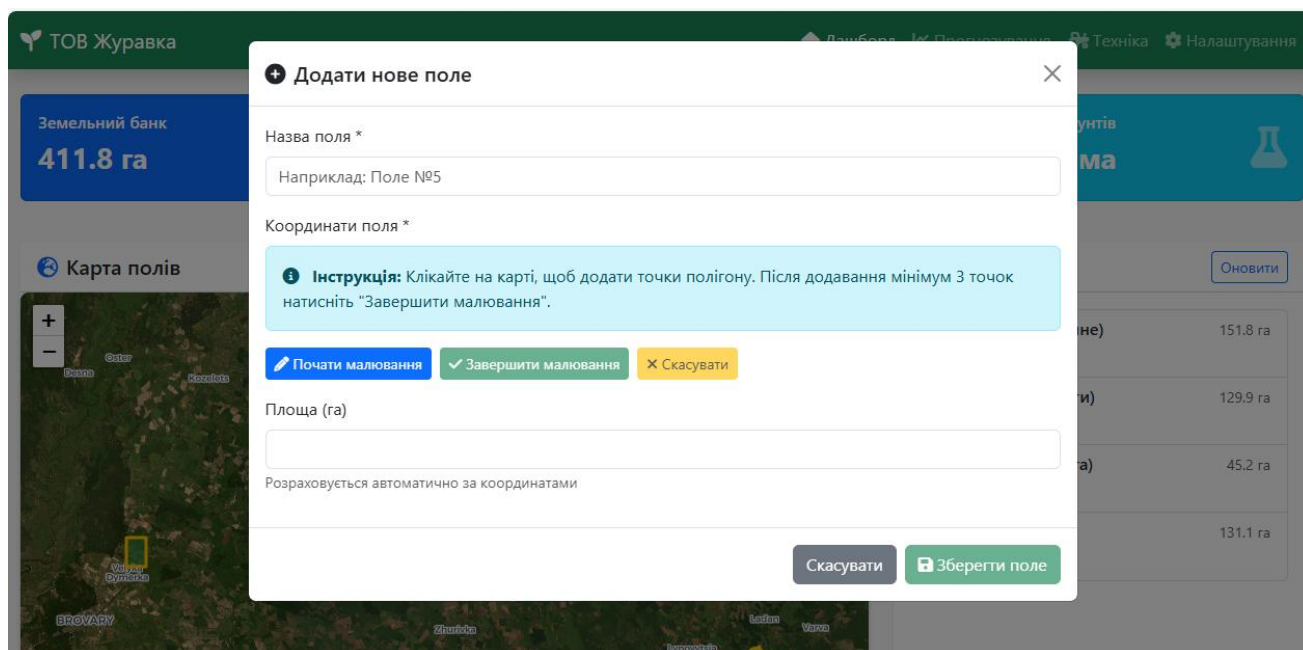


Рисунок 0.5 – Вікно додавання нового поля

Джерело: Розроблене автором

Отже, розроблений інтерфейс побудований у відповідності з сучасними вимогами до веб-застосунків. Використання бібліотеки Leaflet дозволило реалізувати картографічний функціонал без необхідності використання платних сервісів, а бібліотека Chart.js дозволила наочно оформити виведення результатів прогнозування.

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ТОВ «ЖУРАВКА»

4.1 Планування робіт, часу та ресурсів

Планування робіт із розроблення інформаційної технології підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка» ґрунтується на визначенні послідовності етапів створення системи, необхідних людських, технічних та програмних ресурсів, а також строків виконання кожного етапу. Проєкт орієнтований на побудову централізованої веборієнтованої системи на основі серверної частини Python (FastAPI), реляційної БД MySQL та клієнтської частини, що реалізується за допомогою HTML та JavaScript.

Розроблення ІС передбачає участь двох ключових фахівців:

- системного аналітика, відповідального за аналіз вимог, проєктування логіки, тестування й підготовку документації;
- програміста, який реалізує базу даних, серверну частину та інтерфейс користувача.

Загальна тривалість реалізації становить 6 місяців, що відповідає типовому життєвому циклу створення інформаційних систем середнього рівня складності.

Ресурси, необхідні для розроблення ІС

1. Людські ресурси

- системний аналітик – 0,5 ставки протягом 6 місяців;
- програміст – повна зайнятість протягом 6 місяців.

2. Програмні та технічні ресурси

- сервер розробки (локальний або хмарний);
- робочі станції розробників;

встановлене ПЗ:

- Python 3.x, FastAPI, Uvicorn;

- MySQL Server та MySQL Workbench;
- браузери (Chrome, Firefox);
- редактори коду: VS Code, PyCharm, Sublime;
- Git та GitHub/GitLab для контролю версій.

3. Інфраструктурні ресурси

- локальна мережа підприємства;
- тестовий стенд для розгортання ІС;
- середовище для експлуатаційного впровадження (виробничий сервер).

Таблиця 4.1 – Планування робіт для побудови діаграми Ганта

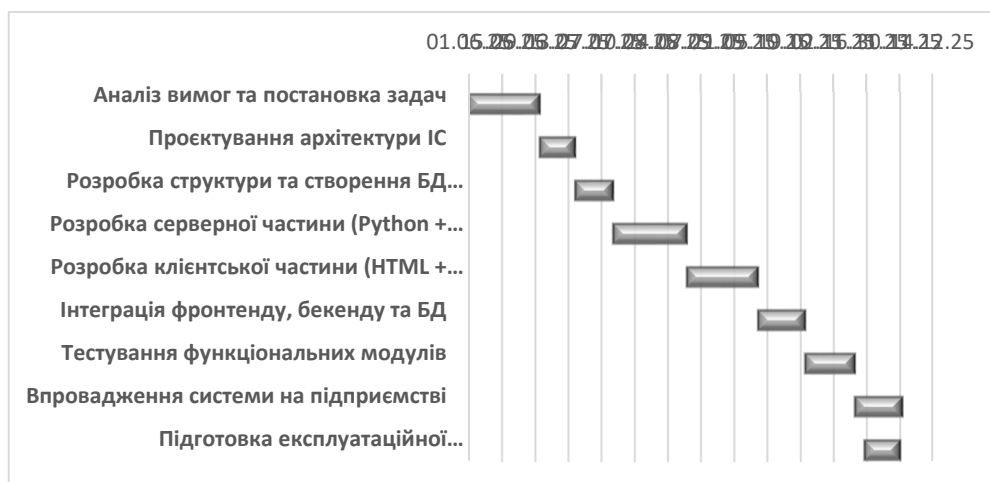
№	Етап робіт	Початок	Завершення	Тривалість, днів	Виконавець
1	Аналіз вимог та постановка задач	01.06.2025	30.06.2025	30	Аналітик
2	Проектування архітектури ІС	01.07.2025	15.07.2025	15	Аналітик + Програміст
3	Розробка структури та створення БД MySQL	16.07.2025	31.07.2025	16	Програміст
4	Розробка серверної частини (Python + FastAPI)	01.08.2025	31.08.2025	31	Програміст
5	Розробка клієнтської частини (HTML + Vanilla JS)	01.09.2025	30.09.2025	30	Програміст
6	Інтеграція фронтенду, бекенду та БД	01.10.2025	20.10.2025	20	Програміст
7	Тестування функціональних модулів	21.10.2025	10.11.2025	21	Аналітик + Програміст
8	Впровадження системи на підприємстві	11.11.2025	30.11.2025	20	Аналітик

Продовження табл. 4.1

9	Підготовка експлуатаційної документації	15.11.2025	30.11.2025	15	Аналітик
---	---	------------	------------	----	----------

Діаграма Ганта є основним інструментом календарного планування, який дозволяє візуально представити часову структуру проєкту, тривалість кожного етапу та взаємозв'язки між ними. У разі розроблення ІС для ТОВ «Журавка» діаграма демонструє логічну послідовність робіт – від аналізу вимог до впровадження системи та відображає часові інтервали, протягом яких виконується кожен із визначених етапів.

На діаграмі кожен етап зображений горизонтальною смугою, довжина якої відповідає його тривалості згідно з таблицею планування. Етапи можуть частково накладатися один на одного, що дозволяє скоротити загальну тривалість проєкту та оптимізувати використання ресурсів. Наприклад, етап підготовки документації починається паралельно з фінальними роботами з розгортання ІС, що є типовою практикою у процесах програмної інженерії.



- можливість відстеження критичних строків;
- ефективне управління навантаженням виконавців;
- підтримку прийняття управлінських рішень при коригуванні графіку.

Отже, побудована діаграма Ганта є важливим інструментом управління проектом розроблення інформаційної системи для ТОВ «Журавка», забезпечуючи прозорість, передбачуваність та структурованість процесу.

4.2 Оцінка витрат на розроблення ІТ підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка»

Оцінка витрат на розроблення інформаційної технології є важливим етапом економічного обґрунтування проекту, оскільки дозволяє визначити необхідні фінансові ресурси, структуру витрат та їх доцільність. Загальна вартість розробки ІТ підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка» становить 15 000 грн. Даний бюджет покриває витрати на роботу виконавців, технічні ресурси та програмні інструменти, необхідні для реалізації системи.

Визначимо статті витрат на розроблення інформаційної технології.

Витрати на оплату праці виконавців

Проект передбачає участь системного аналітика (аналіз вимог, постановка задач, тестування, документація); програміста (розробка БД MySQL, серверної частини FastAPI, клієнтського інтерфейсу).

Часткова зайнятість фахівців протягом 6 місяців формує основну частину бюджету:

- оплата праці програміста – 9 000 грн;
- оплата праці системного аналітика – 3 000 грн.

Технічні ресурси

До технічних витрат належать:

- оренда тестового серверного середовища;
- забезпечення інфраструктури розгортання;
- резервне копіювання та хостинг.

Витрати на технічне забезпечення – 1 500 грн.

Програмні інструменти

Оскільки основний стек технологій використовує переважно безкоштовне ПЗ (Python, FastAPI, MySQL, Git, HTML, JavaScript), витрати обмежуються допоміжними засобами:

- інструменти тестування (Postman, Selenium тощо);
- додаткові бібліотеки, службові утиліти.

Вартість програмних інструментів – 1 000 грн.

Витрати на впровадження включають налаштування системи в мережі підприємства; первинне навчання персоналу; оптимізацію середовища експлуатації.

Вартість впровадження – 500 грн.

Зведений кошторис витрат представлено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Кошторис витрат на розроблення ІТ підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка»

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Оплата праці програміста	9 000
2	Оплата праці системного аналітика	3 000
3	Технічні ресурси	1 500
4	Програмні інструменти та утиліти	1 000
5	Впровадження та навчання персоналу	500
Разом		15 000 грн

Загальний бюджет у 15000 грн є достатнім для реалізації інформаційної системи завдяки таким чинникам:

- використання безкоштовних технологій (FastAPI, MySQL, HTML, JavaScript) зменшує витрати на програмне забезпечення;
- часткова зайнятість розробників протягом 6 місяців дає змогу утримати бюджет у межах фінансових можливостей підприємства;

- мінімальні технічні витрати забезпечуються за рахунок використання локальної інфраструктури;

- впровадження не потребує дорогих ліцензій або придбання окремого обладнання.

Отже, обраний бюджетний формат розроблення є економічно оптимальним для підприємства та дозволяє реалізувати проєкт у повному обсязі без втрати функціональності.

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження інформаційної технології

Оцінка економічної ефективності впровадження інформаційної технології підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка» здійснюється з урахуванням зменшення витрат підприємства та підвищення продуктивності управлінських процесів. Впровадження ІТ дозволяє автоматизувати ключові бізнес-процеси, скоротити час оброблення інформації, зменшити кількість помилок у документах, прискорити прийняття рішень та оптимізувати використання ресурсів.

Економічний ефект визначається як різниця між витратами підприємства до автоматизації та очікуваними витратами після впровадження системи.

Основні економічні вигоди від впровадження ІТ

Впровадження інформаційної технології забезпечує такі групи економічних переваг:

1. Скорочення витрат на управлінські операції. До впровадження значна частина облікових операцій (збирання даних, формування звітів, обробка замовлень, перевірка залишків тощо) виконувалася вручну. Після автоматизації час виконання цих дій скорочується в середньому на 40-50 %.

2. Зменшення ризику помилок. Паперові та неструктуровані електронні облікові системи призводять до: дублювання даних, втрати інформації, помилок персоналу. Система дозволяє зменшити кількість таких помилок приблизно на 70 %, що знижує операційні збитки.

3. Оптимізація роботи персоналу. Автоматизація дозволяє вивільнити до 30–40 годин роботи менеджерів та обліковців щомісяця, що еквівалентно суттєвій економії заробітної плати.

4. Підвищення якості управління. Завдяки оперативному доступу до даних керівництво може швидше приймати рішення, що позитивно впливає на швидкість реакції на зміни ринку, планування закупівель, логістику, прогнозування збуту.

Хоча ця вигода є непрямою, вона безпосередньо впливає на фінансовий результат.

Для розрахунку річної економії використаємо такі припущення, відповідні типовим умовам роботи аграрного підприємства:

1. Зменшення витрат на ручну обробку інформації:
 - до автоматизації: $60 \text{ год/міс} \times 120 \text{ грн/год} = 7200 \text{ грн/міс}$
 - після автоматизації економія 40 % $\rightarrow 2880 \text{ грн/міс}$
2. Скорочення кількості помилок в обліку:
 - середньомісячні втрати від виправлення помилок $\approx 1500 \text{ грн}$
 - після автоматизації зменшення на 70 % $\rightarrow$ економія 1050 грн/міс
3. Оптимізація документообігу:
 - скорочення витрат на друк та папір – орієнтовно 300 грн/міс

Сумарна щомісячна економія:

$$E_{\text{міс}} = 2880 + 1050 + 300 = 4230 \text{ грн/міс}$$

Річний економічний ефект:

$$E_{\text{рік}} = 4230 \times 12 = 50\,760 \text{ грн/рік}$$

Окупність проекту

Вартість розроблення ІТ згідно з бюджетом становить:

$$V_{\text{проекту}} = 15\,000 \text{ грн}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{V_{\text{проекту}}}{E_{\text{міс}}} = \frac{15000}{4230} \approx 3.55 \text{ місяці}$$

Отже, система повністю окупиться менш ніж за 4 місяці, після чого забезпечуватиме стабільну економію та підвищення ефективності роботи підприємства.

Результати розрахунків свідчать, що впровадження інформаційної технології підтримки управління діяльністю ТОВ «Журавка» є економічно доцільним та високоефективним. Завдяки автоматизації процесів керування, обліку та аналізу діяльності підприємство отримує значне зниження операційних витрат і підвищує точність прийняття управлінських рішень.

Річний економічний ефект становить понад 50 тис. грн, а окупність проєкту – близько 4 місяців, що свідчить про фінансову вигідність та перспективність впровадження системи.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розв'язано актуальну науково-прикладну задачу створення інформаційної технології підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства. Проведене дослідження показало, що ефективне функціонування аграрних підприємств у сучасних умовах неможливе без цифровізації управлінських процесів, автоматизації обліку та впровадження інструментів аналізу даних. Створена інформаційна технологія забезпечує комплексну підтримку основних бізнес-процесів, пов'язаних із плануванням, обліком, контролем та аналізом діяльності підприємства.

У ході дослідження було здійснено комплексний аналіз предметної області, виявлено ключові проблеми управління, пов'язані з низьким рівнем автоматизації, значним обсягом ручної праці, високою ймовірністю помилок та недостатньою оперативністю отримання управлінської інформації. На основі проведеного аналізу сформульовано вимоги до інформаційної технології, визначено її функціональну структуру та розроблено архітектуру, що включає серверну частину на Python (FastAPI), реляційну базу даних MySQL та вебінтерфейс користувача на HTML і JavaScript.

Розроблена система реалізує ключові можливості для управління діяльністю ТОВ «Журавка»: ведення обліку ресурсів, підтримку логістичних операцій, формування звітності, оброблення даних у реальному часі та забезпечення прозорості процесів. Проведене тестування підтвердило коректність роботи всіх модулів, стабільність взаємодії програмних компонентів та відповідність системи вимогам, визначеним на початковому етапі проєкту.

Економічні розрахунки засвідчили високу ефективність впровадження інформаційної технології. Річна економія становить понад 50 тис. грн, а строк окупності – близько 4 місяців. Це доводить фінансову доцільність проєкту та його стратегічну важливість для підприємства. Крім прямих економічних вигод система забезпечує низку нематеріальних переваг: підвищення точності обліку,

покращення якості управлінських рішень, скорочення часу виконання операцій та підвищення рівня цифрової культури підприємства.

Отже, інформаційна технологія підтримки управління діяльністю сільськогосподарського підприємства, розроблена в межах магістерської роботи, є ефективним інструментом цифрової трансформації аграрної галузі. Вона забезпечує оптимізацію внутрішніх процесів, зменшення операційних витрат і створює основу для подальшого розвитку інформаційних систем підприємства. Отримані результати підтверджують, що впровадження подібних технологій є необхідною умовою підвищення конкурентоспроможності сучасних аграрних господарств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Долгіх Я.В., Биченко Є.В. Огляд інформаційних технологій підтримки управління діяльністю сільськогосподарських підприємств: матеріали V Міжнародної наук.-практ. конференції «Scientific Achievements of Contemporary Society», 5-7.12.2024 р., Лондон, Великобританія. С. 226-232
2. Биченко Є.В. Особливості розробки інтелектуальних чат-ботів для автоматизації технічної підтримки на веб-сайтах: матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 14-18 квітня 2025 р. Суми: СНАУ. С. 308
3. Биченко Є.В. Особливості застосування інформаційних систем в управлінні аграрним підприємством: досвід ТОВ “Журавка”: матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, С. 347
4. Биченко Є.В. Інформаційні системи як фундамент цифрової трансформації аграрного сектору: матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, С. 364
5. Биченко Є.В. Огляд сучасних інформаційних систем та рішень для агробізнесу. *Інноваційна наука: пошук відповідей на виклики сучасності*: матеріали V міжнародної наукової конференції (21 листопада 2025 р.). Кривий Ріг, 2025. С. 353-355
6. Huyen N.T.T. Digital integration toward smart and sustainable agriculture. *ScienceDirect*. 2025. Ha L. T., Huyen N. T. T., Thanh T. T. Digital integration toward smart and sustainable agriculture in the European region. *Digital Business*. 2025. P. 100152. URL: <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2025.100152> (date of access: 3.11.2025).
7. Потривасєва Н. Цифровізація обліку сільськогосподарських підприємств: національний і міжнародний досвід. *BS Agriculture*. 2024. URL: <https://surl.li/qjvvjc>
8. Pathmudi V.R. A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. *Scientific African*. 2023. e01577.

9. Miller T. The IoT and AI in Agriculture: The Time Is Now. *Sensors*. 2025. Vol. 25(12).
10. A comprehensive review on smart and sustainable agriculture using IoT technologies / V. Kumar et al. *Smart Agricultural Technology*. 2024. Vol. 8. P. 100487. URL: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100487> (date of access: 08.11.2025).
11. Precision agriculture for improving crop yield predictions: a literature review / S. Saha et al. *Frontiers in Agronomy*. 2025. Vol. 7.
URL: <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1566201> (date of access: 08.11.2025).
12. Песцов В. ERP-системи в управлінні ресурсами малих і середніх аграрних підприємств: сутність, функції та переваги. *Економіка та суспільство*. 2024. № 68.
URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-147> (дата звернення: 08.11.2025).
13. Ступка В. Особливості управління сільськогосподарськими підприємствами в умовах цифровізації. *Економіка та суспільство*. 2025. № 77. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-33> (дата звернення: 08.11.2025).
14. Коляденко С., Дзись О., Гайдей В. Перспективні напрями цифровізації аграрних підприємств у контексті економічної безпеки. *Економіка та суспільство*. 2024. №59.
URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-84> (дата звернення: 08.11.2025).
15. Digitalisation of accounting of agricultural enterprises: National and international experience / N. Potryvaieva et al. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2024. Vol. 28, no. 4. P. 41–53. URL: <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/4.2024.41> (date of access: 08.11.2025).
16. Агропромисловий холдинг "Астарта-Київ". Агропромисловий холдинг "Астарта-Київ". URL: <https://astartaholding.com/> (дата звернення: 08.11.2025).
17. NIBULON - One of the leaders in Ukrainian grain exports and agricultural production with a land bank of over 76,000 hectares - Нібулон. *Нібулон*. URL: <https://nibulon.com/> (дата звернення: 08.12.2025).
18. Офіційний сайт компанії «ІМК». – Режим доступу: <https://imcagro.com.ua/>
19. Agro-industrial company overview | Kernel. *Kernel*. URL: <https://www.kernel.ua/> (date of access: 08.12.2025).
20. AgroOnline. Рішення для фермерів. – Режим доступу: <https://agroonline.com.ua/>

ДОДАТКИ

Додаток А

SCI-CONF.COM.UA

**SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS
OF CONTEMPORARY SOCIETY**



**PROCEEDINGS OF V INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
DECEMBER 5-7, 2024**

**LONDON
2024**

39.	<i>Долгіх Я. В., Биченко Є. В.</i>	226
	ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	
40.	<i>Желябовський А. Ю., Піддубний В. О.</i>	233
	ВИКОРИСТАННЯ SVM МЕТОДУ ДЛЯ СОРТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МЕТАЛІВ ВИХРОСТРУМОВОЮ РАДІОТЕХНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ	
41.	<i>Зайченко В. В., Коновалов О. Ю., Ніколенко В. М.</i>	240
	ЗАХИСТ МЕРЕЖ І ДАНИХ НА РІВНІ ІНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРІВ	
42.	<i>Зайченко В. В., Сушанова В. С., Ніколенко В. М.</i>	251
	АНАЛІЗ ТА ЗАПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДІВ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	
43.	<i>Кіркопуло К. Г., Писарєв А. В., Зленський А. О.</i>	261
	ЗВ'ЯЗОК МІЖ ПРОДУКТИВНІСТЮ СТУДЕНТА ТА ЗРУЧНІСТЮ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ	
44.	<i>Кут В. І., Лях І. М., Омелюк Л. В.</i>	265
	ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КУРСУ «УПРАВЛІННЯ ІТ ПРОЕКТАМИ» З ВИКОРИСТАННЯМ ІГРОВИХ МЕТОДИК	
45.	<i>Мельник В. М., Маланюк Н. Р.</i>	274
	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ НА ДОВКІЛЛЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТУ ТА ПЕРЕРОБКИ	
46.	<i>Мовчанюк О. М., Карпенко Х. О.</i>	278
	УДОСКОНАЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ПРОКЛЕЮВАННЯ І ДОСУШУВАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
47.	<i>Піка С. В.</i>	287
	МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД DDOS-АТАК НА ВЕБ-ДОДАТКИ	
48.	<i>Потапський П. В., Гарасимчук І. Д., Вусатий М. В.</i>	291
	МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МОМЕНТУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ФАЗНИМ РОТОРОМ	
49.	<i>Селютіна Г. А., Церковний В. В., Пальваль Я. С.</i>	298
	ІНЖИНІРИНГОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ФЕРМЕНТОВАНОГО ПРОДУКТУ	
50.	<i>Степанова І. І., Сахненко М. Д., Корогодська А. М., Руднієва С. І.</i>	302
	ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЕТЕРООКСИДНИХ ПОКРИВІВ НА ПЛАТФОРМАХ З ТИТАНУ І АЛЮМІНІЮ	
51.	<i>Шевчук Н. П., Петрова О. І., Лантух С. В.</i>	306
	РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ВИРОБНИЦТВА АЕРОВАНИХ ДЕСЕРТІВ	
52.	<i>Шевчук Н. П., Петрова О. І., Лебедєв А. В.</i>	313
	ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ ІЗ ЗАМІНОЮ ЦУКРУ НА МЕД	

УДК 65.011.56

ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Долгіх Яна Володимирівна,

к.е.н., доцент кафедри кібернетики та інформатики, доцент

Биченко Євгеній Володимирович,

магістрант

Сумський національний аграрний університет

м. Суми, Україна

Анотація: Застосування інформаційних технологій для підтримки управління діяльністю будь-якого суб'єкта, що господарює дозволяє автоматизувати численні бізнес-процеси, що значно підвищує ефективність прийняття рішень.

Отже, актуальним є аналіз сучасних інформаційних систем та технологій, що використовуються для підтримки управління їх діяльністю.

В дослідженні проведено огляд інформаційних технологій, що використовуються для підтримки управління діяльністю сільськогосподарських підприємств.

Визначені напрямки та особливості застосування веборієнтованих інформаційних систем для підтримки управління діяльністю в аграрному секторі. Наведено аналіз сучасних веб-технологій для розробки прототипу такої системи.

Ключові слова: інформаційні технології, веборієнтована інформаційна система, сільськогосподарські підприємства.

Постановка проблеми. Використання інформаційних технологій (далі - ІТ) для підтримки управління діяльністю сільськогосподарських підприємств є важливою складовою стратегії їх розвитку.

ІТ надають аграрному сектору можливість значно підвищити

ефективність управління через оптимізацію та автоматизацію таких процесів, як планування посівних робіт, облік ресурсів, управління витратами, моніторинг стану земель та інших.

ІТ-системи, зокрема ERP-системи (Enterprise Resource Planning), дозволяють автоматизувати управлінські процеси на сільськогосподарських підприємствах, інтегруючи фінансові, виробничі та логістичні підсистеми в єдину систему.

Це дозволяє знизити витрати часу на виконання рутинних операцій, покращити облік ресурсів і підвищити прозорість діяльності підприємства. ІТ дають змогу збирати і обробляти великі масиви даних (Big Data), що забезпечує більш точні прогнози та покращує процес прийняття рішень на всіх рівнях управління. Це дозволяє аграрним підприємствам оперативно реагувати на зміни на ринку, оптимізувати стратегії управління та мінімізувати ризики прийняття невірних рішень.

ІТ використовуються в точному землеробстві. Наприклад, за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) здійснюється точний моніторинг стану ґрунтів і культур. Це дозволяє агрономам приймати обґрунтовані рішення щодо удобрення, поливу та захисту рослин, що знижує витрати на ресурси і підвищує врожайність. ІТ допомагають адаптуватися до змін клімату шляхом точного моніторингу погодних умов і швидкої реакції на потенційні проблеми, такі як посухи або повені.

Це дозволяє зменшити втрати урожаю та забезпечити сталий розвиток сільськогосподарського бізнесу. Застосування аналітичних інструментів і систем для збору та обробки великих даних дозволяє оптимізувати використання ресурсів, прогнозувати показники виробництва (наприклад, врожайність, валовий збір, прибуток та ін.), а також оцінювати потенційні ризики для виробництва (наприклад, несприятливі погодні умови, захворювання рослин, нестача води та ін.).

Це дозволяє більш точно планувати ресурси та знижувати ймовірність значних втрат. ІТ дозволяють ефективно керувати ланцюгами постачання, що є

критично важливим для агропідприємств, адже від цього залежить своєчасність постачання необхідних ресурсів (наприклад, насіння, добрив, техніки та ін.) та відвантаження продукції. ІТ дозволяють створювати прозорі системи відстеження постачання та виробництва, що є важливим для забезпечення довіри споживачів і дотримання стандартів якості.

Отже, застосування ІТ в управлінні діяльністю сільських підприємств є необхідною умовою прийняття ефективних рішень, досягнення їх сталого розвитку. Тому аналіз сучасних ІТ, що використовуються для підтримки управління діяльністю сільськогосподарських підприємств є актуальним.

Викладення основного матеріалу. Вивченню сучасних тенденцій застосування ІТ для автоматизації управління присвячені численні наукові роботи. У статті [1] досліджуються актуальні аспекти використання ІТ у сучасному менеджменті. У статті [2] запропоновано методологію побудови інформаційно-аналітичної системи органів управління на базі ІТ, що враховують складність управлінських рішень, забезпечують інформаційну та кібербезпеку, мають можливість інтеграції з аналітичними інформаційними системами.

Сучасним ІТ-інструментом управління підприємством є веборієнтовані інформаційні системи, які складаються з вебсайтів, вебзастосунків та веборієнтованих ГІС-проектів. Управління діяльністю сільськогосподарського підприємства за допомогою веборієнтованої інформаційної системи (далі – ІС) є ефективним способом організації та автоматизації різноманітних процесів виробництва та збуту продукції.

Така система забезпечує доступ до актуальної інформації в режимі реального часу, що значно підвищує ефективність управління та ухвалення рішень. Напрямами застосування веборієнтованої ІС для підтримки управління сільськогосподарським підприємством є:

1. Централізоване управління даними. Веборієнтована ІС дозволяє централізовано збирати, обробляти та зберігати інформацію про всі аспекти діяльності підприємства: фінанси, виробничі ресурси (насіння, добрива, техніка

та ін.), виробничі процеси. Це забезпечує єдиний доступ до актуальної інформації для всіх працівників підприємства, що спрощує прийняття рішень і підвищує ефективність управління;

2. Моніторинг і аналіз виробничих процесів. Веборієнтована ІС дозволяє здійснювати моніторинг усіх етапів виробництва, таких як посів, обробка, збирання врожаю. Завдяки цьому можна отримати точні дані про стан посівів, використання ресурсів та ефективність застосовуваних технологій. Крім того, система може інтегруватися з системами точного землеробства, що дає можливість проводити аналіз результатів і оперативно коригувати стратегії;

3. Планування і управління ресурсами. Система дозволяє здійснювати планування виробничих ресурсів (трудових, земельних, води, добрив, техніки та ін.), а також контролювати їх використання в реальному часі. Це важливо для оптимізації витрат і підвищення економічної ефективності підприємства. Наприклад, можна за допомогою системи визначати необхідну кількість добрив для кожної ділянки землі в залежності від стану ґрунту та культур;

4. Інтеграція з іншими бізнес-процесами. Веборієнтовані ІС можуть бути інтегровані з іншими програмами та платформами для забезпечення взаємодії між різними підсистемами підприємства, такими як фінансовий облік, управління логістикою, збут продукції тощо. Це дає змогу забезпечити безперервність бізнес-процесів і зменшити ймовірність помилок через автоматичне оновлення даних у всіх підсистемах;

5. Дистанційний доступ та мобільність. Однією з основних переваг веборієнтованої ІС є можливість доступу до даних Інтернет-простору. Це особливо важливо для керівників, які можуть віддалено моніторити стан підприємства та приймати рішення дистанційно. Мобільні застосунки для фермерів і менеджерів дозволяють оперативно отримувати дані про стан полів, техніки, запаси ресурсів та інші аспекти діяльності;

6. Аналіз ефективності та прогнозування. Веборієнтовані системи надають можливість аналізу ефективності діяльності підприємства в статистиці та в динаміці через порівняння поточних результатів з попередніми періодами або

з плановими показниками. Прогнозування врожайності, потреб у ресурсах і оцінка фінансових ризиків можуть бути реалізовані через аналітичні модулі системи, що допомагає ухвалювати обґрунтовані рішення;

7. Управління логістикою та збутом. Веборієнтована ІС дозволяє забезпечити взаємодію з постачальниками та замовниками через єдину платформу. Через аналітичні модулі системи можливо оптимізувати логістику доставки продукції. Це сприяє зменшенню часу доставки, зниженню витрат на транспортування та забезпеченню своєчасного постачання необхідних ресурсів;

8. Забезпечення прозорості та звітності. Веборієнтовані ІС можуть автоматично формувати звіти за різними напрямками діяльності підприємства, забезпечуючи прозорість процесів для внутрішніх і зовнішніх користувачів (керівництва, інвесторів, державних органів).

Розробка сучасних веборієнтованих ІС базується на використанні сучасних методологій, інформаційних технологій. У статті [3] аналізується використання гнучкої методології Scrum для проєктування веборієнтованих ІС, підкреслюється важливість моніторингу, командної взаємодії для підвищення ефективності управління. У статті [4] висвітлюється створення веборієнтованої ІС на основі стеку технологій Мern. У статті [5] аналізується еволюція веб-ГІС та використання технологій Open Source для розробки геопросторових додатків.

Розробка прототипу та інтерфейсу користувача веборієнтованої ІС може бути здійснена за допомогою HTML, CSS, JavaScript, PHP та MySQL. HTML є основною мовою розмітки для створення вебсторінок та забезпечує організовану структуру веб-документів, зрозумілих для користувачів та пошукових систем. Головна перевага HTML – універсальність, що робить її ідеальним вибором для будь-якого вебпроєкту, адже вона підтримується всіма браузерами, гарантуючи сумісність і доступність. CSS є важливим інструментом для створення привабливого та зручного дизайну вебсторінок. Завдяки CSS можна легко налаштовувати кольори, шрифти, відступи та вирівнювання, що покращує вигляд і функціональність інтерфейсу. Мова CSS підтримує адаптивний дизайн, що забезпечує коректне відображення на різних

пристроях, а також підвищує продуктивність розробки і контроль над зовнішнім виглядом вебзастосунку. JavaScript – основна технологія для створення інтерактивних і динамічних вебзастосунків, яка обробляє події користувача, перевіряє форми, реалізує анімацію та дозволяє асинхронно взаємодіяти з сервером без перезавантаження сторінки. Це забезпечує швидкість і зручність використання, а також знижує навантаження на сервер, покращуючи продуктивність системи. PHP – популярна мова для створення динамічних вебсайтів, що інтегрується з HTML.

Підтримує різні бази даних, має потужні інструменти для обробки даних і спрощує розробку вебзастосунків завдяки великій спільноті та безлічі бібліотек. MySQL – відкрита система управління базами даних, яка підтримує SQL і забезпечує високу продуктивність та надійність. SQL ефективно обробляє великі обсяги даних та численні одночасні запити. Вибір HTML, CSS, JavaScript, PHP та MySQL для розробки вебінформаційної IC обґрунтований їх популярністю, гнучкістю та підтримкою спільноти. Ці технології є стандартами веброзробки, мають потужні інструменти для побудови IT-інфраструктури вебпроектів різної складності, ефективно взаємодіють між собою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Олійник Н., Мокрицька Г., Рощин І. Застосування інформаційних технологій у сучасному менеджменті. *Measuring and Computing Devices in Technological Processes*. 2021. № 1. С. 105-112. doi: 10.31891/2219-9365-2021-67-1-15.
2. Trofymchuk O., Nesterenko O., Netesin I. Methodology for Designing Analytical Information Systems for Administrative Management. *Science and Innovation*. 2022. Vol. 18(4). Pp. 25-40. doi: 10.15407/scine18.04.025.
3. Колесніков К. В., Гарячий В. С. Особливості проектування web-орієнтованих інформаційних систем на основі гнучкої методології Scrum. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2020. № 4. С. 36-41. doi: 10.24025/2306-4412.4.2019.182763.

4. Sokolova N., Petryha M., Bulana T. Time Management Web -oriented Information System Based on the Mern Technology Stack. *Computer systems and information technologies*. 2022. No. 4. Pp. 91-100. doi: 10.31891/csit-2022-4-12.
5. Kulawiak M., Dawidowicz A., Pacholczyk M. E. Analysis of server-side and client-side Web-GIS data processing methods on the example of JTS and JSTS using open data from OSM and geoportal. *Computers & Geosciences*. 2019. Vol. 129. Pp. 26-37. doi: 10.1016/j.cageo.2019.04.011.

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-18 квітня 2025 р.)

Волошин А.М. ЕФЕКТИВНІСТЬ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: СУТНІСТЬ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ	304
В'юненко О.Б. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ CLOUD-ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	305
Мартинченко С.В. ВИКЛИКИ ПРИ ОБРОБЦІ ТА УПРАВЛІННІ НЕСТРУКТУРОВАНИМИ ДАНИМИ. ОБУХОВСЬКА В.В. ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ	306
Биченко Є.В. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЧАТ-БОТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ НА ВЕБ-САЙТАХ	307
Курило І.М. ПРОЕКТУВАННЯ КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ ЧАТ-БОТА «ПОМІЧНИК МЕНЕДЖЕРУ З ПРОДАЖУ»	308
Погореленко Д.Є. ОСОБЛИВОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ГУРТКІВ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ	309
Погореленко Д.Є. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ГУРТКІВ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ	310
Сергієнко В.Ю. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА РЕГРЕСІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ АГРОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ	311
Доля А. Р. ОГЛЯД СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО ЗАМОВЛЕННЯ КУРСІВ В УКРАЇНІ	312
Прокопенко Б.В. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СКЛАДСЬКИМ ГОСПОДАРСТВОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ	313
Данілов І.М. ОСНОВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ ВЕБ-ДОДАТКУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ЦЕНТРУ КАР'ЄРИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ	314
Терещенко С.С. ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУПРОВОДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ БІЗНЕС-ШКОЛИ СНАУ	315
Дьомін І.О. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ЯК ВАЖЛИВОЇ СКЛАДОВОЇ НЕФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВИМОГ ІС	316
Білоус Д.Р. РОЛЬ ФІНАНСОВОЇ НАУКИ У РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ ТА СУСПІЛЬСТВА	317
Биченко П.В. ФІНАНСОВА СИСТЕМА УКРАЇНИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ВИКЛИКИ ТА НАПРЯМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ	318
Гаркуша Т. Г. ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	319
ГОРЛАЧ Ю.В. ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ВАЛЮТ НА ГЛОБАЛЬНУ ЕКОНОМІКУ	320
Ждек В.М. ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ	321
Калініус Д. О. КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ	322
Клименко М.М. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ІНВЕСТИВАННЯ В ГЕНЕТИКУ МОЛОЧНОГО СТАДА	323
Конев Р.Ю. ФІНАНСОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ	324
Кулініч Н.В. РОЗВИТОК СТРАХОВОГО РИНКУ В УМОВАХ ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ	325
Лебединський Д. О. АДАПТАЦІЯ СТРАХОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЇ	326
Маслак Н.Г. АНАЛІЗ РИНКУ КАРБОНОВИХ КРЕДИТІВ В УКРАЇНІ ТА РОЛЬ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В ЙОГО РОЗВИТКУ	327
Маслак О. М. ПРОБЛЕМИ ТА ПРІОРИТЕТИ ДЕРЖАВНОЇ ПІДТРИМКИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ПРИКОРДОННОГО РЕГІОНУ	328
Міленіна А.В. АНАЛІЗ ФІНАНСОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ (FINTESCH) ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	329
Омеляненко Д.О. АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ ТА БЮДЖЕТУВАННЯ В РАМКАХ УПРАВЛІННЯ АКТИВАМИ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІКОСТІ	330
Рудяк Є.І. ДЕРЖАВНА ФІНАНСОВА ПІДТРИМКА ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТІКОСТІ	331
Стещенко І.Ю. ФІНАНСОВИЙ ФРОНТ: ЯК ЗБЕРЕГТИ ТА ПРИМНОЖИТИ КАПІТАЛ У ЧАСИ ВІЙНИ	332
Шалигіна І.В. СВІТОВА ФІНАНСОВА ДУМКА XX - XXI СТОЛІТТЯ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЦЬОГО ЧАСУ	333
Славкова О.П. ПРІОРИТЕТИ АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ В ПЕРІОД ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ	334
Zhang Zirao ENTERPRISE LABOR RESOURCE MANAGEMENT IN THE MODERN BUSINESS ENVIRONMENT: A CASE STUDY OF NEW ORIENTAL EDUCATION & AMP TECHNOLOGY GROUP	335
He Lichao ANALYSIS OF CHALLENGES FACED BY ENTERPRISE INNOVATION ACTIVITIES	336
Zhang Yihan MANAGEMENT OF HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES	337
	338

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЧАТ-БОТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ НА ВЕБ-САЙТАХ

Биченко Є. В., студ. 1м курсу ФЕІМ, спец. «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник: к.е.н., доц. Я.В. Долгих
Сумський НАУ

Інтелектуальні чат-боти – це інтелектуальні системи, що імітують людську розмову для автоматизації онлайн-підтримки. Вони широко застосовуються у різних галузях, використовуючи методи штучного інтелекту, зокрема обробку природної мови та машинне навчання.

Інтелектуальні чат-боти для автоматизації технічної підтримки на веб-сайтах є важливим інструментом бізнесу, оскільки їх використання зменшує навантаження на операторів, покращує обслуговування клієнтів і підвищує ефективність роботи. Чат-боти можуть швидко надавати відповіді на типові запити користувачів. Наприклад, якщо у користувачів є проблеми зі входом, відновленням пароля або необхідні інструкції з використання. Відсутність потреби людського втручання дозволяє обслуговувати користувачів у будь-який час доби. Чат-боти можуть використовувати бази знань компанії для надання детальних інструкцій та рекомендацій. Якщо бот не може вирішити проблему користувача, то запит перенаправляється до оператора зі збереженням історії. Використання штучного інтелекту та обробки природної мови (NLP) дозволяє ботам вдосконалювати відповіді на основі минулих взаємодій. Однак, впровадження інтелектуальних чат-ботів супроводжується проблемами, які пов'язані з обмеженнями розуміння контексту запиту, не досконалою якістю обробки природної мови, труднощами з інтеграцією, забезпеченням безпеки та конфіденційності, обмеженою адаптивністю, відсутністю у чат-ботів емоційного інтелекту.

Впровадження освітнього чат-бота, який допомагає знаходити інформацію та надає бібліотекарям дані про популярні запити розглядається у статті [1], в якій детально описано реалізацію такого рішення, а саме вибір платформи, інтеграцію з існуючими системами та налаштування для забезпечення ефективної взаємодії з користувачами. Автори аналізують виклики, з якими зіткнулися під час впровадження та надають рекомендації для подібних проєктів у майбутньому.

У роботі [2] досліджується використання штучного інтелекту та обробки природної мови (NLP) для покращення взаємодії чат-ботів із користувачами. Розглядається впровадження глибокого навчання для створення розумних персональних асистентів, таких як Alexa, Siri та Google Assistant. Запропоновано розробку соціальних чат-ботів, які мають емоційний інтелект і можуть вести тривалі діалоги. Серед зазначених проблем впровадження чат-ботів: 1) відсутність єдиної методології оцінювання чат-ботів, що ускладнює порівняння їх ефективності; 2) недостатнє розуміння контексту та емоційних аспектів мови, що знижує якість взаємодії з користувачами; 3) великі витрати на навчання моделей, зокрема через необхідність обробки великих обсягів даних; 4) розрив між дослідницькими моделями чат-ботів та їхньою практичною реалізацією в бізнесі. Серед наданих пропозицій: 1) розробка гнучких моделей, які будуть менш залежні від конкретних доменів, але більш ефективні в різних сферах застосування; 2) вдосконалення методів автоматичного оцінювання чат-ботів для більш точної оцінки їхньої продуктивності; 3) застосування нових підходів до моделювання діалогів, що враховують контекст та емоційний аспект комунікації.

Отже, особливостями розробки інтелектуальних чат-ботів для автоматизації технічної підтримки на веб-сайтах є:

- *Застосування технологій штучного інтелекту.* Використання алгоритмів машинного навчання для розпізнавання природної мови (NLP) та аналізу користувацьких запитів, щоб забезпечити адекватну відповідь на питання.
- *Інтеграція з системами.* Чат-боти мають бути інтегровані з існуючими CRM-системами, базами даних та іншими платформами, щоб мати доступ до релевантної інформації та історії взаємодій.
- *Адаптивність і навчання.* Інтелектуальні чат-боти повинні бути здатні навчатися, вдосконалювати свої відповіді на основі зворотного зв'язку від користувачів та аналізу нових запитів.
- *Розробка сценаріїв.* Необхідно продумати сценарії взаємодії з користувачами, включаючи відповідь на типові запити, обробку скарг, перенаправлення складних питань до операторів.
- *Юзабіліті.* Чат-боти мають бути зручними та інтуїтивними для користувачів, включаючи зрозумілий інтерфейс та можливість задавати питання без складної структури.
- *Безпека та конфіденційність.* Захист даних користувачів відповідно до стандартів і вимог.

Список використаних джерел

1. Ehrenpreis M., DeLooper J. Implementing a Chatbot on a Library Website. *Journal of Web Librarianship*. 2022. P. 1-23. URL: <https://doi.org/10.1080/19322909.2022.2060893> (date of access: 25.03.2025).
2. Caldarini G., Jaf S., McGarry K. A Literature Survey of Recent Advances in Chatbots. *Information*. 2022. Vol. 13, no. 1. P. 41. URL: <https://doi.org/10.3390/info13010041> (date of access: 25.03.2025).

Додаток В

ЗМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА

(17-21 листопада 2025 р., м. Суми)

Онищенко М.Ю., Гребенюк Н. П., ОСОБЛИВОСТІ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ЗАБІЙНИХ ТУШ СВИНЕЙ: МЕТОДИ ОГЛЯДУ ТА ОЦІНКА БЕЗПЕКИ М'ЯСА ДЛЯ ЛЮДИНИ	318
Романченко С.М. УТРИМАННЯ СВИНЕЙ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВІДКРИТИХ І ЗАКРИТИХ СИСТЕМ	319
Пустова А.В. ПАРАСКАРОЗ КОНЕЙ	320
Рощупкіна А.С., Ребенко Г.І. ПАРВОВІРУСНИЙ ЕНТЕРИТ СОБАК: СУЧАСНИЙ ВИКЛИК ВЕТЕРИНАРІІ	321
Маслянка А. С. КОЛІБАКТЕРІОЗ ПОРОСЯТ	322
Трикоз М.О. ФІЗІОЛОГІЯ, РОЗВЕДЕННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНЕЙ	323
Горілий Н.С. ВИКОРИСТАННЯ ГОРМОНАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ У РЕПРОДУКТОЛОГІЇ СВИНЕЙ	324
Коваленко Н.С. СЕЗОННІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА РЕАКТИВНОСТІ ОРГАНІЗМУ ТЕЛЯТ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ	325
Петров В.В. ДЕЗІНФЕКЦІЯ – ЗАЛОГ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОЇ І БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА	326
Allen Robinson THERIOGENOLOGY: ADVANCES IN ANIMAL REPRODUCTION	327

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ

Глух В. П.ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕНЕДЖМЕНТУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІД ВПЛИВОМ ESG-ФАКТОРІВ	328
Пахоловко О. О.ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА РОЗВИТОК АГРАРНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА	329
Шевченко А. В. АГРАРНА СФЕРА ПІДПРИЄМНИЦТВА ЯК ОБ'ЄКТ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ВКЛАДЕНЬ	330
Шевченко А. С. МЕХАНІЗМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ У ДІЯЛЬНІСТЬ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	331
Кобильченко А.О.ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО БІЗНЕСУ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ	332
Будикіна В.О.РОЛЬ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	333
Мірошніченко А.О.АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ	334
Савенко Д.В. ТРАНСФОРМАЦІЯ РИНКУ ПРАЦІ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ	335
Сайко І.О. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ	336
Попеласова А. Ю.СОЦІАЛЬНИЙ КАПІТАЛ: ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ	337
Лилипенко М.В. ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	338
Козлова В.В. КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИЙ ТОВАРНИЙ АСОРТИМЕНТ - ЗАПОРУКА УСПІХУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В РИНКОВИХ УМОВАХ	339
Карбанова К. М.ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА	340
Сизоненко Д.Ю.СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ МЕХАНІЗМІВ МОТИВАЦІЇ	341
Трохименко А.С. ЕКОНОМІЧНИЙ ТА СОЦІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ	342
Данило В.В. ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МАЛОГО БІЗНЕСУ НА ОСНОВІ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ	343
Крезуб Д.А. УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ	344
Стеценко А. ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОТРАНСПОРТНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ	345
Допя С.В. ЕВОЛЮЦІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАЕКТОРІЇ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА	346
Биченко Є.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ АГРАРНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ: ДОСВІД ТОВ "ЖУРАВКА"	347
Курило І.М. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ У ПРОЄКТУВАННІ ВІРТУАЛЬНОГО ПОМІЧНИКА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОПЕРАЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ ГІПЕРМАРКЕТУ	348
Луцевич В., Луцевич М. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБ'ЄГУ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ ТА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ	349
Мордвінов Д.О. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБ'ЄГІВ ВАЛОВОГО ЗБОРУ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ	350
Горбачова А. ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ TELEGRAM – БОТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПРОДАЖІВ	351
Гжебовський В. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	352
Кошман Н. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІОНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕРАКТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОНОМЕТРИКА»	353

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ АГРАРНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ: ДОСВІД ТОВ «ЖУРАВКА»

Биченко Є.В., студ. 2м курсу ФЕІМ, спец. «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник: доц. Я.В. Долгих
Сумський НАУ

Сучасний етап розвитку аграрного сектору характеризується зростанням ролі цифрових технологій у забезпеченні ефективності управління виробничими процесами, обліку ресурсів і прийняття управлінських рішень. У цьому контексті актуальним є визначення поняття «інформаційна система» та «інформаційна технологія», які мають різне функціональне навантаження.

Згідно з визначенням В. Литвина «інформаційна технологія – це сукупність методів, засобів і процесів, призначених для збору, зберігання, оброблення та передавання інформації з метою отримання нових знань або підтримки прийняття рішень» [1].

Інформаційна система (ІС), за визначенням О. Шестопалова трактується як організаційно-технічний комплекс, що реалізує певну інформаційну технологію та включає персонал, технічні, програмні й інформаційні ресурси [2]. Отже, інформаційна технологія (ІТ) є інструментом, а інформаційна система – організаційною формою її застосування. У закордонних дослідженнях [3] акцент робиться на взаємозв'язку між технологічними інноваціями та системами управління підприємствами. Автори підкреслюють, що ефективне функціонування інформаційної системи неможливе без впровадження сучасних технологій аналітики, баз даних, штучного інтелекту, хмарних рішень тощо. Водночас сама технологія не забезпечує стратегічних результатів без інтеграції в систему управління підприємством [4].

На підприємстві ТОВ «Журавка» Чернівецької області у процесі цифровізації управління виробництвом було впроваджено інформаційну систему обліку агротехнічних робіт, побудовану на базі СУБД MySQL та веб-інтерфейсу для моніторингу полів, техніки й ресурсів. Ця система акумулює дані з декількох джерел – датчиків вологості ґрунту, GPS-трекерів, звітів операторів і дозволяє керівництву отримувати зведену інформацію для прийняття рішень. Основою функціонування такої системи є інформаційні технології обробки даних, зокрема технології Big Data, аналітичні модулі прогнозування врожайності та моделі оптимізації використання добрив. Вони формують технологічний рівень, що забезпечує роботу системи. Отже, інформаційна система ТОВ «Журавка» – це організаційна структура, що інтегрує персонал, обладнання, програмне забезпечення й інформаційні технології з метою управління агропродукуванням, а інформаційна технологія – це набір інструментів і методів, які забезпечують обробку даних, моделювання процесів і підтримку прийняття рішень.

Компонентами ІС ТОВ «Журавка» є: користувані (агрономи, технологи, оператори техніки, бухгалтерія), процеси (планування сівоозміни, облік матеріалів, призначення робіт, моніторинг виконання, аналіз врожайності), правила (внутрішні регламенти живлення культур, норми внесення добрив, умови контрактів із підпрямиками), дані (історія врожайності, аналіз ґрунту, карти ВДЗ, погодні дані, журнали виконання робіт).

Компонентами ІТ, тобто інструментальної платформи є: датчики і IoT (ґрунтові датчики вологості, бортові комп'ютери тракторів, GPS), комунікації (мобільний інтернет, LoRaWAN для сенсорів), ПЗ (модуль збору даних (ETL), база даних (SQL), модуль візуалізації (дашборд), мобільний додаток для операторів, аналітичний модуль (регресія/кластеризація для виявлення зон з низькою врожайністю)), хмарні сервіси (зберігання даних, резервне копіювання, машинне навчання).

Наукові підходи і практичний аналіз дозволяють зробити висновок, що ефективне функціонування інформаційних систем у сільському господарстві можливе лише за умови поєднання технічної (технологічної) і соціально-організаційної складових. Як зазначає І. Ковальчук, ключовим чинником успіху є не лише наявність сучасних ІТ-рішень, а й здатність персоналу їх використовувати, а також готовність підприємства до цифрової трансформації [5].

Отже, інформаційна система забезпечує інтеграцію процесів управління, тоді як інформаційні технології формують технічну базу для ефективної роботи з даними. Поєднання цих двох компонентів є запорукою підвищення конкурентоспроможності аграрного підприємства в умовах цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. Литвин В.В. Інформаційні технології в управлінні підприємством. Львів, 2019. 256 с.
2. Шестопалов О.В. Інформаційні системи і технології в аграрному бізнесі. Київ: КНЕУ, 2020. 212 с.
3. Laudon K. C., Laudon J. P. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. 16th ed. Pearson Education, 2020. 480 p.
4. Turban E., Pollard C., Wood G. *Information Technology for Management: On-Demand Strategies for Performance, Growth and Sustainability*. 11th ed. Hoboken: Wiley, 2018. 640 p.
5. Ковальчук І.П. Інформаційна підтримка управління аграрними підприємствами в умовах цифровізації. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 45–52.

Додаток Г

ЗМІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА

(17-21 листопада 2025 р., м. Суми)

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ФУНДАМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АГРАРНОГО СЕКТОРУ

Биченко Є.В., студ. 2м курсу ФЕІМ, спец. 126 «Інформаційні системи та технології»

Наукова керівниця: доц. Я.В.Долгих

Сумський НАУ

Сучасний аграрний сектор переживає стрімку цифрову трансформацію, що зумовлена потребою підвищення ефективності виробничих процесів, зниження витрат, поліпшення моніторингу ресурсів та забезпечення сталого розвитку в умовах кліматичних викликів і глобальної конкуренції. Значна роль у цій трансформації належить інформаційним системам, які інтегрують різні напрями діяльності сільськогосподарських підприємств у єдине цифрове середовище. Інформаційні системи (ІС) забезпечують прозорість процесів та оперативність ухвалення управлінських рішень, що сьогодні є обов'язковою вимогою успішної діяльності. Незважаючи на роль ІС, різняться підходи до розуміння її сутності і функцій. Так, О. Гавриленко визначає інформаційну систему як «сукупність технічних, програмних, інформаційних та організаційних засобів, призначених для збирання, передавання, оброблення, зберігання та подання даних користувачам для прийняття управлінських рішень» [1].

Виходячи з того, що автори наголошують на техніко-функціональному складі та на організаційно-процесуальному аспекті рішення для агробізнесу.

Одними з ключових інструментів цифровізації агробізнесу є системи класу ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), GIS (Geographic Information System) та технології IoT (Internet of Things).

На думку А. Моралес та співавторів [3], ERP-системи дають змогу інтегрувати основні бізнес-процеси підприємства – облік ресурсів, фінанси, закупівлі, логістику, кадрове управління, тобто у межах єдиної інформаційної платформи вирішуються обидва підходи. У сільському господарстві це означає можливість координувати виробничі цикли (посів, догляд, збір урожаю), оптимізувати використання матеріальних ресурсів і формувати звіти для ухвалення стратегічних рішень. Проте, як зазначають дослідники, поширенню ERP у агросекторі перешкоджають висока вартість впровадження, відсутність достатньої IT-інфраструктури та недостатній рівень цифрових компетентностей персоналу [4].

CRM-системи є іншим важливим компонентом цифрової екосистеми агропідприємств. Вони спрямовані на управління взаємодією з клієнтами та партнерами, збирання й аналітику даних про замовників, автоматизацію продажів та маркетингових кампаній. Інтеграція CRM із ERP дозволяє агропідприємствам не лише відстежувати ланцюг постачання, а й прогнозувати попит, підвищувати якість обслуговування й зміцнювати довіру до бренду.

Не менш значущими для аграрної сфери є технології IoT, що забезпечують збір даних у режимі реального часу за допомогою сенсорів і датчиків для контролю параметрів довкілля, ґрунту, стану культур і тварин. Дж. Ху зі співавторами вказують, що поєднання IoT із хмарними платформами й аналітичними сервісами надає змогу автоматизувати процеси зрошення, керувати мікрокліматом теплиць і відстежувати ланцюги постачання продукції від поля до споживача [6]. За спостереженнями дослідників [2], використання IoT є основою концепції «смайт-фермерства», хоча воно пов'язане з викликами щодо вартості обладнання, забезпечення стабільного зв'язку у віддалених регіонах і безпеки даних.

Отже, сучасні інформаційні системи формують фундамент цифрової трансформації аграрного сектору. Їх ефективне впровадження дає змогу підвищити продуктивність, знизити витрати й мінімізувати ризики, пов'язані з невизначеністю природних умов і ринкових коливань. Разом з тим успішна інтеграція потребує комплексного підходу, що включає технічну модернізацію підприємств, навчання персоналу та забезпечення сумісності між різними компонентами цифрових екосистем.

Список використаних джерел

1. Гавриленко О. М. Інформаційні системи і технології в управлінні. — Київ: КНЕУ, 2021
2. Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. — Pearson, 2023
3. D. Aguilar Morales et al., "Designing of an Enterprise Resource Planning for the agricultural management platform," MDPI, 2020.
4. E. Ahoa et al., "Challenges and Solution Directions for the Integration of Digital Technologies in Agriculture," PMC, 2025.

Маяк А.О. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ «ЛЮДИНА-МАШИНА»	354
Крамський А.С. ОСНОВНІ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СПІВПРАЦІ СТУДЕНТІВ ТА РОБОТОДАВЦІВ.....	355
Суровицька О.І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ДАНИХ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ.....	356
Гервольський М.Д. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО РОЗРОБКИ БІОМЕТРИЧНОГО ТЕРМІНАЛУ	357
Кримов Д.О. АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОКОМУНІКАЦІОНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ІТ-РІШЕНЬ	358
Потапенко М.Т. РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКУ ІНТЕРАКТИВНОЇ ПЛАТФОРМИ КОМУНІКАЦІЇ ЦЕНТРУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ МОЛОДІ	359
Дубінчин В.С. ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ПРОЕКТУ З РОЗРОБКИ ІТ-СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РОБОЧИХ МІСЦЬ	360
Дубінчин В.С. КОМПЛЕКСНЕ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ.....	361
Соседко Д.С. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ВІДДІЛУ НТТМ	362
Ярмоленко С.В. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА.....	363
Биченко Є.В. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ФУНДАМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АГРАРНОГО СЕКТОРУ	364
Гончар Д.О. ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ.....	365
Михайлюк О.С. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕМАРКЕТИНГОВОЇ КОМПАНІЇ.....	366
Андрущенко А.С. МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ ЗБУТОМ ПРОДУКЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ	367
Бондаренко Д.В. МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК: СУТНІСТЬ ТА СТРУКТУРА	368
Бугрим О. ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА СФЕРИ ПОСЛУГ.....	369
Вязанкін В. ЛОГІСТИЧНІ СТРАТЕГІЇ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННИХ РИЗИКІВ ТА ОБМЕЖЕНЬ	370
В'юнник А.С. ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОСУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА	371
Зайка К.С. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ	372
Калініченко В.С. УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ.....	373
Клименко В. SMM ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСУВАННЯ БРЕНДУ	374
Коваленко М.В. УПРАВЛІННЯ ТОВАРИМ АСОРТИМЕНТОМ ПІДПРИЄМСТВА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ	375
Крушинський Д. ФОРМУВАННЯ КЛІЄНТООРІЄНТОВАНИХ МАРКЕТИНГОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	376
Лаврінченко М.С. ВПЛИВ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ НА ЕМОЦІЙНЕ СПРИЙНЯТТЯ БРЕНДУ КОРИСТУВАЧАМИ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	377
Мелешко Б. СТРАТЕГІЇ МАРКЕТИНГОВОЇ ЦІНОВОЇ ПОЛІТИКИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	378
Мірошніченко Р.В. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ	379
Пилипенко Є.В. РОЛЬ ІННОВАЦІЙ У ФОРМУВАННІ АСОРТИМЕНТУ ТОВАРІВ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ НОВИХ КЛІЄНТІВ	380
Семеренко К.О. ОСНОВНІ АСПЕКТИ В РОЗРОБЦІ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОСУВАННЯ	381
Скачок І.Ю. МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ КЛІЄНТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО БІЗНЕСУ	382
Скрипченко Д.О. СОЦІАЛЬНІ МЕРЕЖІ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОЇ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ.....	383
Ставцева П. І. МАРКЕТИНГ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОСУВАННЯ БРЕНДУ	384
Ткаченко Р.С. ВИКОРИСТАННЯ МАРКЕТИНГУ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ ПРОСУВАННЯ БРЕНДУ	385
Устий М.Д. УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ СФЕРИ АГРОБІЗНЕСУ	386
Устименко С.Ю. РОЛЬ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	387
Циганкова М.Д. МАРКЕТИНГОВІ СТРАТЕГІЇ ТА ЇХ РОЛЬ У ПРОСУВАННІ ПРОДУКЦІЇ.....	388
Шапран М.В. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ	389
Шевченко І.О. МАРКЕТИНГ ПЕРСОНАЛУ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	390

Додаток Д

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

З МАТЕРІАЛАМИ V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

21 ЛИСТОПАДА 2025 РІК

М. КРИВИЙ РІГ, УКРАЇНА

**«ІННОВАЦІЙНА НАУКА: ПОШУК ВІДПОВІДЕЙ
НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ»**



ЕВОЛЮЦІЯ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ У КОНТЕКСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ОЦІНКИ РИЗИКІВ І РОЗСЛІДУВАННЯ КІБЕРІНЦИДЕНТІВ Орлов Р.Р.	336
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ЛЮДИНО-МАШИНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ЗАДАЧАХ Дзямко А.А.	346
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У БУДІВНИЦТВІ: КЛАСИФІКАЦІЯ, СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ Рейті А.В.	348
МЕТОД КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ПАТОЛОГІЧНИХ ЗМІН ОЧНОГО ДНА Ляшенко К.В., Трунова А.І.	351
ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА РІШЕНЬ ДЛЯ АГРОБІЗНЕСУ Биченко Є.В.	353
ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ДОКУМЕНТІВ КАФЕДРИ ВИЩОГО ВІЙСЬКОВОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ Ісаєнко Г.Л., Шарнін С.А.	356
ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ Ісаєнко Г.Л., Шарнін С.А., Антоненко О.А.	359

СЕКЦІЯ XX.

ТРАНСПОРТ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

POST-COVID CHALLENGES IN GLOBAL TRANSPORTATION AND LOGISTICS Chuhai A.R., Horidko N.M.	361
--	-----

СЕКЦІЯ XXI.

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ НАДПРОВІДНИКІВ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНІЦІ Липкань В.М.	365
---	-----

СЕКЦІЯ XXII.

СОЦІОЛОГІЯ ТА СТАТИСТИКА

ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНІ ОСОБИ, МІГРАЦІЯ ТА СОЦІАЛЬНА АДАПТАЦІЯ Берлименко Л.Г., Левін О.Л.	369
МОРАЛЬНИЙ ВИБІР ПІД ЧАС ВІЙНИ: МІЖ ЛЮДЯНІСТЮ ТА ВИЖИВАННЯМ Мільчевський М.	372

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА РІШЕНЬ ДЛЯ АГРОБІЗНЕСУ

Биченко Євген Володимирович

студент 2м курсу спеціальності «Інформаційні системи та технології»
Сумський національний аграрний університет, Україна

Науковий керівник: Долгих Яна Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики та інформатики
Сумський національний аграрний університет, Україна

Сучасний аграрний сектор переживає стрімку цифрову трансформацію, що зумовлена потребою підвищення ефективності виробничих процесів, зниження витрат, поліпшення моніторингу ресурсів та забезпечення сталого розвитку в умовах кліматичних викликів і глобальної конкуренції. Значна роль у цій трансформації належить інформаційним системам, які інтегрують різні напрями діяльності сільськогосподарських підприємств у єдине цифрове середовище. Інформаційні системи (ІС) забезпечують прозорість процесів та оперативність ухвалення управлінських рішень, що сьогодні є обов'язковою вимогою успішної діяльності. Незважаючи на роль ІС, різняться підходи до розуміння її сутності і функцій. Так, О. Гавриленко визначає інформаційну систему як «сукупність технічних, програмних, інформаційних та організаційних засобів, призначених для збирання, передавання, оброблення, зберігання та подання даних користувачам для прийняття управлінських рішень» [1]. Автор акцентує увагу на функціональному призначенні ІС як інструменту для забезпечення управлінської діяльності. У свою чергу, К. Лаудон та Дж. Лаудон трактують інформаційну систему як «сукупність взаємопов'язаних компонентів, які збирають, обробляють, зберігають і поширюють інформацію для підтримки процесів прийняття рішень, координації та контролю в організації» [2]. Цей підхід підкреслює організаційну роль ІС у підтримці основних бізнес-процесів і комунікацій.

Виходячи з техніко-функціонального складу та організаційно-процесуальних аспектів різняться рішення для агробізнесу. Одними з ключових інструментів цифровізації агробізнесу є системи класу ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), GIS (Geographic Information System) та технології IoT (Internet of Things).

На думку А. Моралес та співавторів [3], ERP-системи дають змогу інтегрувати основні бізнес-процеси підприємства – облік ресурсів, фінанси, закупівлі, логістику, кадрове управління, тобто у межах єдиної інформаційної платформи вирішуються обидва підходи. У сільському господарстві це означає можливість координувати виробничі цикли (посів, догляд, збір урожаю), оптимізувати використання матеріальних ресурсів і формувати звіти для ухвалення стратегічних рішень. Проте, як зазначають дослідники, поширенню ERP у агросекторі перешкоджають висока вартість впровадження, відсутність достатньої IT-інфраструктури та недостатній рівень цифрових компетентностей персоналу [4].

CRM-системи є іншим важливим компонентом цифрової екосистеми агропідприємств. Вони спрямовані на управління взаємодією з клієнтами та партнерами, збирання й аналітику даних про замовників, автоматизацію продажів та маркетингових кампаній. Інтеграція CRM із ERP дозволяє агропідприємствам не лише відстежувати ланцюг постачання, а й прогнозувати попит, підвищувати якість обслуговування й зміцнювати довіру до бренду.

GIS-технології відіграють особливу роль у точному землеробстві, забезпечуючи збір, зберігання та просторово-часовий аналіз географічних даних. А. Райхан підкреслює, що використання GIS у сільському господарстві сприяє моніторингу стану ґрунтів, оцінці врожайності, зонуванню земель та управлінню агротехнічними заходами з урахуванням особливостей рельєфу й клімату [5]. Такі технології підвищують точність прийняття рішень і дозволяють скоротити витрати на добрива та засоби захисту рослин.

Не менш значущими для аграрної сфери є технології IoT, що забезпечують збір даних у режимі реального часу за допомогою сенсорів і датчиків для контролю параметрів довкілля, ґрунту, стану культур і тварин. Дж. Ху зі співавторами вказують, що поєднання IoT із хмарними платформами й аналітичними сервісами надає змогу автоматизувати процеси зрошення, керувати мікрокліматом теплиць і відстежувати ланцюги постачання продукції від поля до споживача [6]. За спостереженнями дослідників [2], використання IoT є основою концепції «смайт-фермерства», хоча воно пов'язане з викликами щодо вартості обладнання, забезпечення стабільного зв'язку у віддалених регіонах і безпеки даних.

Аналізуючи підходи до сутності ІС, функцій, що виконують найпоширеніші з них, можемо зазначити, що інтеграція розглянутих

систем у комплексні цифрові рішення стикається із трьома групами проблем: організаційними (опір змінам з боку персоналу, відсутність стратегії цифровізації), технологічними (несумісність платформ, потреба у високошвидкісному інтернеті) та питаннями управління даними (захист і конфіденційність інформації, стандартизація протоколів обміну). Вирішення цих проблем вимагає державної підтримки, розвитку інфраструктури та підвищення рівня цифрової грамотності кадрів.

Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем для агробізнесу свідчать про перехід від використання окремих програмних продуктів до створення інтегрованих платформ, які об'єднують ERP, CRM, GIS та IoT у єдину екосистему. Подальше вдосконалення таких рішень передбачає застосування штучного інтелекту для прогнозування врожайності та оптимізації агротехнологій, розвиток цифрових двійників і використання edge-computing для швидшої обробки даних безпосередньо на місцях виробництва.

Отже, сучасні інформаційні системи формують фундамент цифрової трансформації аграрного сектору. Їх ефективне впровадження дає змогу підвищити продуктивність, знизити витрати й мінімізувати ризики, пов'язані з невизначеністю природних умов і ринкових коливань. Разом з тим успішна інтеграція потребує комплексного підходу, що включає технічну модернізацію підприємств, навчання персоналу та забезпечення сумісності між різними компонентами цифрових екосистем.

Список використаних джерел:

1. Гавриленко О. М. Інформаційні системи і технології в управлінні. – Київ: КНЕУ, 2021.
2. Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. – Pearson, 2023.
3. D. Aguilar Morales et al., "Designing of an Enterprise Resource Planning for the agricultural management platform," MDPI, 2020.
4. E. Ahoa et al., "Challenges and Solution Directions for the Integration of Digital Technologies in Agriculture," PMC, 2025.
5. A. Raihan, "A Systematic Review of Geographic Information Systems (GIS) in Agriculture for Evidence-Based Decision Making and Sustainability," 2024.
6. J. Xu et al., "Review of agricultural IoT technology," Elsevier, 2022.
7. V. Kumar et al., "A comprehensive review on smart and sustainable agriculture using IoT technologies," Elsevier, 2024.

Додаток Е

SQL-запит створення структури БД

```
--
-- База даних: `agro`
--
--
-- Структура таблиці `crops`
--

CREATE TABLE `crops` (
  `id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Унікальний ID культури',
  `name` varchar(100) COLLATE utf8mb4_unicode_ci NOT NULL COMMENT 'Назва культури (напр. Пшениця)',
  `crop_type` enum('grain','oil','legume','vegetable','other') COLLATE utf8mb4_unicode_ci NOT NULL DEFAULT 'other' COMMENT 'Тип культури',
  `min_ph` decimal(4,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Мінімальний допустимий pH ґрунту',
  `harvest_period_days` int(11) DEFAULT NULL COMMENT 'Період вегетації у днях',
  `market_price_avg` decimal(10,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Середня ринкова ціна за тону (грн)'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Довідник сільськогосподарських культур';

--
-- Структура таблиці `crop_rules`
--

CREATE TABLE `crop_rules` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `target_crop_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Культура, яку плануємо сіяти',
  `forbidden_prev_id` int(11) NOT NULL COMMENT 'Культура, після якої заборонено сіяти',
  `penalty_years` int(11) DEFAULT '1' COMMENT 'Кількість років, коли заборонено посів',
  `reason` varchar(255) COLLATE utf8mb4_unicode_ci DEFAULT NULL COMMENT 'Причина (напр. Спільні хвороби)'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Правила сівозміни та заборони';

--
-- Структура таблиці `fields`
--

CREATE TABLE `fields` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `name` varchar(100) COLLATE utf8mb4_unicode_ci NOT NULL COMMENT 'Назва або номер поля',
  `area_ha` decimal(8,2) NOT NULL COMMENT 'Площа в гектарах',
  `cadastral_number` varchar(50) COLLATE utf8mb4_unicode_ci DEFAULT NULL COMMENT 'Кадастровий номер',
  `coordinates` json DEFAULT NULL COMMENT 'Координати меж поля (GeoJSON формат)',
  `description` text COLLATE utf8mb4_unicode_ci COMMENT 'Додатковий опис'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Реєстр полів підприємства';
```

```
--
-- Структура таблиці `field_history`
--

CREATE TABLE `field_history` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `field_id` int(11) NOT NULL,
  `crop_id` int(11) NOT NULL,
  `harvest_year` year(4) NOT NULL COMMENT 'Рік врожаю',
  `yield_actual` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Фактична врожайність (ц/га)',
  `fertilizers_applied_kg_ha` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Внесено добрив (кг/га)',
  `avg_rainfall_mm` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Опади за сезон (мм)'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Історія вирощування культур на полях';

--
-- Структура таблиці `soil_analysis`
--

CREATE TABLE `soil_analysis` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `field_id` int(11) NOT NULL,
  `analysis_date` date NOT NULL COMMENT 'Дата відбору проб',
  `humus_percent` decimal(5,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Вміст гумусу (%)',
  `ph_level` decimal(4,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Кислотність ґрунту (pH)',
  `nitrogen_mg_kg` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Азот (мг/кг)',
  `phosphorus_mg_kg` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Фосфор (мг/кг)',
  `potassium_mg_kg` decimal(8,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Калій (мг/кг)'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Історія аналізів ґрунту';

--
-- Структура таблиці `yield_predictions`
--

CREATE TABLE `yield_predictions` (
  `id` int(11) NOT NULL,
  `field_id` int(11) NOT NULL,
  `crop_id` int(11) NOT NULL,
  `predicted_yield` decimal(8,2) NOT NULL COMMENT 'Прогноз врожайності (ц/га)',
  `confidence_score` decimal(5,2) DEFAULT NULL COMMENT 'Точність прогнозу (0-100%)',
  `created_at` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT 'Час створення прогнозу',
  `algorithm_version` varchar(50) COLLATE utf8mb4_unicode_ci DEFAULT 'v1.0' COMMENT 'Версія моделі ML'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci COMMENT='Журнал прогнозів системи';

--
-- Індeksi збережених таблиць
--

--
-- Індeksi таблиці `crops`
--
```

```

ALTER TABLE `crops`
  ADD PRIMARY KEY (`id`);

--
-- Індекси таблиці `crop_rules`
--
ALTER TABLE `crop_rules`
  ADD PRIMARY KEY (`id`),
  ADD UNIQUE KEY `unique_rule` (`target_crop_id`,`forbidden_prev_id`),
  ADD KEY `forbidden_prev_id` (`forbidden_prev_id`);

--
-- Індекси таблиці `fields`
--
ALTER TABLE `fields`
  ADD PRIMARY KEY (`id`);

--
-- Індекси таблиці `field_history`
--
ALTER TABLE `field_history`
  ADD PRIMARY KEY (`id`),
  ADD UNIQUE KEY `unique_field_year` (`field_id`,`harvest_year`),
  ADD KEY `crop_id` (`crop_id`);

--
-- Індекси таблиці `soil_analysis`
--
ALTER TABLE `soil_analysis`
  ADD PRIMARY KEY (`id`),
  ADD KEY `field_id` (`field_id`);

--
-- Індекси таблиці `yield_predictions`
--
ALTER TABLE `yield_predictions`
  ADD PRIMARY KEY (`id`),
  ADD KEY `field_id` (`field_id`),
  ADD KEY `crop_id` (`crop_id`);

--
-- AUTO_INCREMENT для збережених таблиць
--

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `crops`
--
ALTER TABLE `crops`
  MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'Унікальний ID культури';

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `crop_rules`
--
ALTER TABLE `crop_rules`

```

```

    MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT;

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `fields`
--
ALTER TABLE `fields`
    MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT;

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `field_history`
--
ALTER TABLE `field_history`
    MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT;

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `soil_analysis`
--
ALTER TABLE `soil_analysis`
    MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT;

--
-- AUTO_INCREMENT для таблиці `yield_predictions`
--
ALTER TABLE `yield_predictions`
    MODIFY `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT;

--
-- Обмеження зовнішнього ключа збережених таблиць
--

--
-- Обмеження зовнішнього ключа таблиці `crop_rules`
--
ALTER TABLE `crop_rules`
    ADD CONSTRAINT `crop_rules_ibfk_1` FOREIGN KEY (`target_crop_id`) REFERENCES `crops`
    (`id`) ON DELETE CASCADE,
    ADD CONSTRAINT `crop_rules_ibfk_2` FOREIGN KEY (`forbidden_prev_id`) REFERENCES `crops`
    (`id`) ON DELETE CASCADE;

--
-- Обмеження зовнішнього ключа таблиці `field_history`
--
ALTER TABLE `field_history`
    ADD CONSTRAINT `field_history_ibfk_1` FOREIGN KEY (`field_id`) REFERENCES `fields` (`id`),
    ADD CONSTRAINT `field_history_ibfk_2` FOREIGN KEY (`crop_id`) REFERENCES `crops` (`id`);

--
-- Обмеження зовнішнього ключа таблиці `soil_analysis`
--
ALTER TABLE `soil_analysis`
    ADD CONSTRAINT `soil_analysis_ibfk_1` FOREIGN KEY (`field_id`) REFERENCES `fields` (`id`)
    ON DELETE CASCADE;

--

```

```
-- Обмеження зовнішнього ключа таблиці `yield_predictions`  
--  
ALTER TABLE `yield_predictions`  
  ADD CONSTRAINT `yield_predictions_ibfk_1` FOREIGN KEY (`field_id`) REFERENCES `fields`  
  (`id`) ON DELETE CASCADE,  
  ADD CONSTRAINT `yield_predictions_ibfk_2` FOREIGN KEY (`crop_id`) REFERENCES `crops`  
  (`id`) ON DELETE CASCADE;
```