

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 розрахунку балансу гумусу і
поживних речовин у ґрунті**

Виконав:

Гончар Дмитро Олександрович
здобувач вищої освіти
спеціальності 126 «Інформаційні системи та
технології»

Науковий керівник:

В'юненко Олександр Борисович
к.е.н., доцент кафедри кібернетики та
інформатики

Рецензент:

Ободяк Віктор Корнелійович
Доцент кафедри кібербезпеки Сумського
державного університету, заступник завідувача
кафедри з організаційних питань, керівник
СтудЦІТ

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

« ____ » « ____ » 20 ____ р.

(підпис)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гончару Дмитру Олександровичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Інформаційна технологія розрахунку балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті»

2. База практичного дослідження: Миколаївська селищна рада

3. Науковий керівник кваліфікаційної роботи: В'юненко Олександр Борисович, к. е. н., доцент, затверджений наказом по університету « ____ » ____ 20 ____ р. № ____

4. Строк подання здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи « ____ » « ____ » 20 ____ р.

5. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

нормативно-довідкова інформація про показники родючості ґрунтів;

методику розрахунку балансу гумусу та поживних речовин (наукові джерела, агрохімічні рекомендації);

структура та класифікація сівозмін, видів добрив і культур;

нормативні документи з питань охорони ґрунтів та раціонального землекористування;

дані агрохімічних обстежень полів, довідники та електронні таблиці аграрних показників;

6. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

узагальнити теоретичні засади формування балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті;

розробити концептуальну модель веборієнтованої інформаційної технології;

проектувати структуру бази даних і визначити основні інформаційні сутності та їх атрибути;

Реалізувати вебінтерфейс користувача з можливістю введення, обробки та візуалізації агрохімічних даних;

Провести тестування функціонування інформаційної технології та оцінити її ефективність.;
зробити висновки.

Завдання прийняв до виконання _____ Дмитро ГОНЧАР

(підпис)

Дата отримання завдання « ____ » « ____ » 20 ____ р.

КАЛЕДАРНИЙ 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	Травень 2025 р.	
2	Підбір та вивчення літературних джерел, технічної документації	Червень 2025 р.	
3	Розробка технічного завдання	Липень 2025 р.	
4	Розробка вебсервісу	Серпень-вересень 2025 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	до 12 листопада 2025 р.	
6	Оформлення презентації	до 20 листопада 2025 р.	
7	Опрацювання зауважень керівника, перевірка на автентичність	1 грудня 2025 р.	
8	Підготовка доповіді та її попередній захист	22 листопада 2025 р.	
9	Перевірка з академічної доброчесності кваліфікаційної роботи	3 грудня 2025 р.	
10	Представлення кваліфікаційної роботи на кафедрі, деканат	20 грудня 2025 р.	
11	Захист кваліфікаційної роботи	26 грудня 2025р.	

Керівник роботи

**Олександр
В'ЮНЕНКО**

підпис

Здобувач

Гончар ДМИТРО

підпис

АНОТАЦІЯ

Гончар Дмитро Олександрович Інформаційна технологія розрахунку балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті.

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.

Робота присвячена удосконаленню веборієнтованої інформаційної технології розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті. Метою дослідження є підвищення ефективності процесів оцінювання стану ґрунтів і прийняття управлінських рішень шляхом автоматизації обчислень, впровадження аналітичної візуалізації та забезпечення зручності користування.

У роботі проаналізовано сучасний стан наукових досліджень і програмних рішень у сфері агрохімічного моделювання, обґрунтовано необхідність застосування вебтехнологій у системах моніторингу родючості ґрунтів. Розроблено архітектуру тришарової інформаційної підсистеми, що включає базу даних, серверну логіку та користувацький інтерфейс. Удосконалено структуру бази даних MySQL, створено модуль перевірки коректності введених агрохімічних показників, реалізовано механізми аналітичної візуалізації результатів у вигляді графіків і таблиць.

Тестування удосконаленої підсистеми підтвердило коректність її роботи, підвищення швидкодії, точності розрахунків і зручності користування. Отримані результати мають практичне значення для агропідприємств, агрохімічних лабораторій і навчальних закладів, оскільки дозволяють автоматизувати процес оцінювання балансу гумусу, забезпечити моніторинг стану ґрунтів і формування звітності.

Ключові слова: гумус, баланс поживних речовин, вебтехнології, PHP, MySQL, HTML, інформаційна система.

ABSTRACT

Honchar Dmytro Oleksandrovykh Information Technology for Calculating the Humus Balance and Nutrients in the Soil.

Qualification work for obtaining the Master's degree in Information Systems and Technologies under the educational program "Information Systems and Technologies", specialty 126 "Information Systems and Technologies". Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The paper is devoted to the improvement of a web-based information technology for calculating the humus and nutrient balance in soils. The aim of the research is to increase the efficiency of soil fertility assessment and decision-making processes through automation of calculations, implementation of analytical visualization, and improvement of user convenience.

The work analyzes the current state of research and existing software solutions in the field of agrochemical modeling and substantiates the necessity of using web technologies in soil fertility monitoring systems. The architecture of a three-tier information subsystem has been developed, including a database, server-side logic, and user interface. The MySQL database structure has been improved, a module for verifying the correctness of entered agrochemical indicators has been implemented, and mechanisms for analytical visualization of results in the form of graphs and tables have been created.

Testing of the improved subsystem confirmed the correctness of its operation, as well as increased performance, accuracy of calculations, and usability. The obtained results have practical value for agricultural enterprises, agrochemical laboratories, and educational institutions, as they allow automation of humus balance assessment, monitoring of soil conditions, and generation of analytical reports.

Keywords: humus, nutrient balance, web technologies, PHP, MySQL, HTML, information system.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ	1
1.1 Аналіз стану дослідження предметної області	1
1.2 Огляд існуючих програмних рішень у сфері автоматизації розрахунків агрохімічних показників	2
1.3 Сучасні підходи до побудови інформаційних систем у сільському господарстві	3
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ	7
2.1 Постановка задачі та обґрунтування вимог до удосконаленої інформаційної технології	7
2.2 Архітектура та загальна структура удосконаленої інформаційної технології	10
2.3 Модель бази даних та проєктування структури інформаційних сутностей	12
2.4 Алгоритмічне забезпечення розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті	19
2.4.1 Теоретичні основи моделювання балансу гумусу	19
2.4.2 Розрахунок балансу гумусу поживних речовин в землеробстві	28
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ	38
3.1 Створення макетів сторінок веборієнтованої інформаційної технології..	38
3.2 Програмна реалізація, розрахункових модулів та їх тестування	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	63

ДОДАТОК А	70
ДОДАТОК Б	74
ДОДАТОК В	84
ДОДАТОК Г	83

ВСТУП

Актуальність теми. Раціональне використання ґрунтових ресурсів та збереження родючості є одним з головних завдань сучасного аграрного виробництва. В Україні протягом останніх десятиліть спостерігається стійка тенденція до зниження вмісту гумусу в орних ґрунтах, що негативно впливає на урожайність, структурний стан ґрунтів та екологічну стабільність агроландшафтів.

Удосконалення веборієнтованої інформаційної технології, розробленої у попередніх дослідженнях, є актуальним, оскільки дає можливість розширити її функціональність, підвищити зручність використання, забезпечити аналітичну візуалізацію даних та створити інструмент для підтримки прийняття рішень у галузі землеробства.

Дослідження питань збереження гумусу та оцінки його балансу проводилися багатьма вітчизняними і зарубіжними науковцями, зокрема В. Медведєвим, В. Тараріко, С. Балюком, М. Кірсановим, а також зарубіжними фахівцями – R. Lal, D. Pimentel, J. Six, які вивчали процеси гумусоутворення, вплив агротехнічних факторів і змін клімату на ґрунтову родючість.

Наукові праці Інституту охорони ґрунтів України (ДУ «Держґрунтохорона») та ННЦ «Інститут землеробства НААН» визначили основні методики розрахунку балансу гумусу та елементів живлення у ґрунтах, що стали основою сучасних агрохімічних розрахунків.

У сфері цифровізації сільського господарства активно розвиваються інформаційні системи для обліку та аналізу стану ґрунтів: NRCS Web Soil Survey (США), Trimble Ag Software, FarmLogs, AgroSoft, SoilGrids (FAO). Вітчизняні розробки здебільшого мають вигляд локальних програм або електронних таблиць, що реалізують окремі формули розрахунку балансу гумусу без інтеграції, централізованого зберігання чи аналітичного аналізу даних.

Мета та завдання. Удосконалення веборієнтованої інформаційної технології розрахунку балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті шляхом розширення її функціональних можливостей, підвищення зручності використання та впровадження засобів аналітичної обробки даних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати предметну область та існуючі програмні рішення у сфері агрохімічних розрахунків.
2. Уточнити вимоги до структури інформаційної технології та її функціональних компонентів.
3. Удосконалити модель бази даних та оптимізувати організацію зберігання інформації.
4. Реалізувати механізми перевірки коректності введених агрохімічних показників.
5. Розробити модуль візуалізації результатів.
6. Поліпшити користувацький інтерфейс технології з урахуванням принципів зручності та доступності.
7. Провести тестування удосконаленої технології та оцінити ефективність роботи оновлених компонентів.

Об'єкт дослідження. Процес інформаційної підтримки управління родючістю ґрунтів.

Предмет дослідження. Методи, моделі та програмні засоби побудови веборієнтованої інформаційної технології для розрахунку та аналітичної оцінки балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс наукових методів:

- системного аналізу – для визначення структури предметної області;
- інформаційного моделювання – для побудови бази даних і зв'язків між сутностями;
- порівняльного аналізу – для оцінки існуючих програмних рішень;

- методів алгоритмізації та структурного програмування – під час розроблення логічної частини вебдодатка;
- емпіричних методів тестування – для перевірки працездатності та зручності програмного продукту.

Елементи наукової новизни. Удосконалено веборієнтовану інформаційну технологію розрахунку балансу гумусу та поживних речовин за рахунок: розроблення розширеної моделі бази даних із урахуванням історичних і нормативно-довідкових даних; впровадження алгоритмів перевірки коректності введених агрохімічних показників; створення модуля аналітичної візуалізації результатів розрахунків; удосконалення інтерфейсу користувача з використанням сучасних вебтехнологій.

Практична значущість результатів. Розроблена інформаційна технологія може бути використана у діяльності агропідприємств, агрохімічних лабораторій, органів місцевого самоврядування та освітніх установ для проведення аналітичних розрахунків і моніторингу балансу гумусу.

Апробація результатів роботи.

Моделювання інформаційного забезпечення веб-сервісу оцінки балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті. Збірник тез за матеріалами 30ої міжнародної науковопрактичної конференції, Суми, 21-23 жовтня 2024 р. С. 145.

Інформаційна підсистема розрахунку балансу гумусу і поживних речовин в ґрунті. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента, Суми, 17-21 листопада 2025 р. С. 365.

Публікації. За результатами дослідження підготовлено 2 тези доповіді у збірнику матеріалів міжнародної та Всеукраїнської конференції.

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 64 сторінок, містить 22 рисунка і 9 таблиць.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ

1.1 Аналіз стану дослідження предметної області

У сучасному сільському господарстві ефективне управління станом ґрунтів є одним із ключових чинників сталого розвитку аграрного виробництва. Ґрунт – це складна природна система, яка виконує функцію основного носія родючості та є базою для вирощування сільськогосподарських культур. Одним із головних показників, що визначають його якість, є вміст гумусу – органічної складової ґрунту, яка безпосередньо впливає на родючість, вологоємність, аерацію та здатність утримувати поживні речовини.

Підтримання оптимального рівня гумусу є важливим завданням у забезпеченні стабільної врожайності та екологічної стійкості агроландшафтів. Водночас сучасні тенденції свідчать про поступове зниження вмісту гумусу в українських ґрунтах через інтенсивне землеробство, нераціональне використання добрив і зменшення внесення органічних речовин. Згідно з даними Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», середній вміст гумусу в орному шарі ґрунтів за останні десятиліття знизився до 3,07 %, що вказує на необхідність постійного моніторингу та раціонального управління ґрунтовими ресурсами [12].

Баланс гумусу – це співвідношення між процесами його утворення і мінералізації. Для оцінювання цього показника використовують різні методики, які враховують агротехнічні фактори: структуру сівозмін, кількість органічних і мінеральних добрив, біологічні особливості культур, кліматичні умови тощо. Аналогічно, баланс поживних речовин (азоту, фосфору, калію) характеризує надходження та витрати елементів живлення у ґрунті, що є базою для планування системи удобрення.

Традиційно розрахунок балансу гумусу та поживних речовин здійснюється за формулами, які включають коефіцієнти гуміфікації, норми винесення поживних елементів та інші нормативні показники. Однак ручний або табличний підхід до виконання цих розрахунків є трудомістким і не завжди дозволяє оперативно отримувати результати для великої кількості земельних ділянок. Саме тому автоматизація цього процесу на основі сучасних інформаційних технологій набуває особливого значення.

Інформаційні системи для аграрної галузі повинні не лише реалізовувати обчислення, а й забезпечувати зручний доступ до даних, можливість їх зберігання, візуалізації та аналітичного аналізу. В цьому контексті розробка та вдосконалення інформаційної підсистеми розрахунку балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті є актуальним напрямом досліджень, який поєднує галузеві знання агрохімії з методами комп'ютерного моделювання та вебтехнологіями.

1.1. Огляд існуючих програмних рішень у сфері автоматизації розрахунків агрохімічних показників

Сьогодні у світі існує низка програмних продуктів, призначених для агрохімічного аналізу ґрунтів та управління удобренням. До таких систем належать NRCS Web Soil Survey (США), Trimble Ag Software (Канада), FarmLogs (США), AgroSoft та SoilGrids (FAO). Вони забезпечують агрономів і фермерів засобами для збору, зберігання та аналізу даних про ґрунти, сівозміни та внесення добрив.

Однак більшість наявних рішень орієнтовані на зарубіжні аграрні стандарти та не враховують специфіку українських ґрунтів, кліматичних зон та агротехнологій. Крім того, більшість таких систем мають комерційний характер, що обмежує їх використання невеликими господарствами або органами місцевого самоврядування.

На національному рівні існують поодинокі розробки у вигляді локальних програм або електронних таблиць, що реалізують базові формули розрахунку гумусового балансу. Вони часто не мають зручного інтерфейсу, можливості централізованого зберігання даних, а також функцій аналізу результатів у динаміці. Відсутність єдиної вебплатформи ускладнює обмін інформацією між агровиробниками, науковими установами та органами управління земельними ресурсами.

Перевага вебсервісів полягає у можливості віддаленого доступу до функцій системи через браузер без потреби встановлення додаткового програмного забезпечення. Такі сервіси забезпечують централізоване оновлення, колективну роботу користувачів та безпечне зберігання інформації в базах даних.

З огляду на зазначене, розробка і вдосконалення вітчизняної інформаційної підсистеми для розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті має не лише практичне, а й наукове значення. Вона дозволяє сформувати єдину методичну базу розрахунків, уніфікувати дані та створити зручний інструмент для прийняття агротехнічних рішень.

1.2 Сучасні підходи до побудови інформаційних систем у сільському господарстві

Інформаційні технології посідають ключове місце у сучасному сільському господарстві, забезпечуючи автоматизацію обліку, моніторинг стану посівів, управління ресурсами та планування виробничих процесів. У контексті управління ґрунтовими ресурсами інформаційні системи дозволяють не лише збирати і зберігати дані, а й виконувати аналітичні обчислення, будувати прогнози та підтримувати прийняття управлінських рішень.

Сучасні інформаційні системи для аграрної галузі ґрунтуються на концепції інтегрованого доступу до даних і сервісів. Вони реалізуються у

вигляді інформаційних підсистем, які об'єднують окремі функціональні компоненти (модулі) – аналітичні, довідкові, обчислювальні, статистичні тощо. Така модульна архітектура забезпечує гнучкість, масштабованість та можливість подальшого розвитку системи без повного її перероблення.

Структура інформаційної підсистеми

Типова інформаційна підсистема містить три основні рівні:

1. Рівень даних (Data layer) – відповідає за зберігання, структурування та доступ до даних. У більшості випадків використовується реляційна база даних, наприклад MySQL, яка забезпечує ефективне зберігання великих обсягів інформації та можливість виконання запитів різної складності.
2. Логічний рівень (Logic layer) – містить програмну логіку обчислень, алгоритми розрахунків, перевірку введених даних та взаємодію між користувачем і базою даних. Для його реалізації застосовуються серверні мови програмування, такі як PHP, Python або Node.js.
3. Рівень представлення (Presentation layer) – забезпечує взаємодію користувача із системою через вебінтерфейс. На цьому рівні використовуються HTML, CSS і JavaScript, що дозволяє створювати інтерактивні сторінки, адаптивний дизайн і динамічну візуалізацію результатів.

У межах розробки інформаційної підсистеми розрахунку балансу гумусу кожен рівень виконує свою роль:

- база даних зберігає довідники культур, сівозмін, органічних і мінеральних добрив;
- серверна частина виконує розрахунки балансу за заданими формулами;
- клієнтська частина забезпечує введення параметрів користувачем, перевірку їх коректності та відображення результатів у вигляді таблиць і графіків.

Переваги вебтехнологій у побудові інформаційних підсистем:

- Доступність: користувач може працювати із системою з будь-якого пристрою, що має доступ до Інтернету, без потреби встановлення додаткового ПЗ.
- Централізоване оновлення: усі зміни виконуються на сервері, тому користувачі завжди працюють із актуальною версією системи.
- Сумісність: вебсервіс однаково працює в різних браузерах та операційних системах.
- Безпека даних: централізоване зберігання у базі дозволяє організувати резервне копіювання і контроль доступу.
- Можливість колективної роботи: кілька користувачів можуть одночасно виконувати розрахунки або переглядати дані з різних господарств.

Для побудови клієнтської частини системи найпоширенішими є такі технології:

- HTML (HyperText Markup Language) – мова розмітки, що визначає структуру сторінки;[7]
- CSS (Cascading Style Sheets) – забезпечує оформлення інтерфейсу та адаптивний дизайн;[6]
- JavaScript – додає інтерактивність, дозволяє перевіряти введені дані, будувати графіки та взаємодіяти із сервером.[8]

На серверному використовуватиметься PHP [15], оскільки ця мова має широку підтримку для роботи з базами даних MySQL, просту структуру синтаксису та добре підходить для створення вебдодатків малого і середнього масштабу.[13] Для адміністрування бази даних може застосовуватись phpMyAdmin [14], що забезпечує зручну візуальну роботу з таблицями, індексами, запитами та зв'язками між сутностями.

У рамках удосконалення існуючої підсистеми розрахунку балансу гумусу доцільним напрямом є розроблення аналітичного модуля, який забезпечуватиме:

- автоматичну перевірку коректності введених даних;

- візуалізацію результатів розрахунку у вигляді графіків і діаграм;
- порівняння показників між роками або господарствами;
- формування звітів у форматах PDF або Excel.

Реалізація таких можливостей дозволить перетворити інформаційну підсистему з простого інструменту розрахунку на повноцінну аналітичну платформу підтримки прийняття рішень у сфері управління родючістю ґрунтів.

Так розвиток інформаційних підсистем у сфері управління родючістю ґрунтів набуває стратегічного значення. Він не лише забезпечує автоматизацію рутинних розрахунків, а й створює передумови для формування єдиного науково-інформаційного простору, у якому результати аналітичних розрахунків можуть бути використані для обґрунтування систем удобрення, прогнозування стану ґрунтів і розроблення заходів із підвищення їх екологічної стійкості.

Таким чином, побудова та впровадження інформаційних технологій у процес управління станом ґрунтів є важливою складовою цифрової трансформації аграрної галузі. Розробка веборієнтованих систем для розрахунку балансу гумусу і поживних речовин створює надійне підґрунтя для ефективного контролю за змінами родючості, оперативного планування агротехнічних заходів і прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень щодо відтворення ґрунтової родючості. Використання таких технологій забезпечує інтеграцію аналітичних, облікових і прогностичних функцій, що сприяє підвищенню точності агрохімічних розрахунків і спрощує взаємодію між агровиробниками, науковими установами та органами земельного управління. Це, у свою чергу, формує основу для створення єдиного інформаційного простору в галузі агроекологічного моніторингу. Отже, подальше дослідження у напрямі розроблення структурної моделі, бази даних і алгоритмічного забезпечення підсистеми є необхідним етапом її практичної реалізації, що розглядається у наступному розділі роботи..

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ

2.1 Постановка задачі та обґрунтування вимог до удосконаленої інформаційної технології

Сучасні тенденції цифровізації аграрного сектору визначають необхідність створення програмних рішень, які забезпечують оперативну обробку даних, підтримку прийняття управлінських рішень та аналітику у сфері управління родючістю ґрунтів. Баланс гумусу та поживних речовин є одним із ключових агрохімічних показників, що характеризує стан ґрунтової родючості, інтенсивність використання земельних ресурсів та ефективність системи удобрення. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні інформаційних підсистем, які дозволяють автоматизувати процес обчислення, забезпечити надійне зберігання даних та створити умови для їх подальшої аналітичної інтерпретації.

У бакалаврській роботі був створений базовий варіант вебсервісу, який виконував основні функції розрахунку гумусового балансу та відображення результатів у табличній формі. Проте розвиток інформаційних технологій, а також розширення вимог до зручності, аналітичності та надійності програмних засобів, поставили питання про необхідність суттєвого доопрацювання системи. Особливої актуальності набуває можливість валідації введених користувачем агрохімічних показників, інтерактивної візуалізації результатів, оптимізації структури бази даних і покращення інтерфейсу.

Постановка задачі. Завданням магістерської роботи є розробка удосконаленої інформаційної підсистеми, яка:

- забезпечить автоматизацію обчислень балансу гумусу та поживних речовин за універсальною методикою;

- дозволить вводити агрохімічні дані з мінімальним ризиком помилок завдяки алгоритмам валідації;
- зможе зберігати результати обчислень у централізованій базі даних з можливістю формування історії;
- надаватиме користувачу додаткові інструменти у вигляді графічних елементів і діаграм для аналізу отриманих даних;
- матиме сучасний, інтуїтивно зрозумілий вебінтерфейс;
- буде оптимізована для подальшого масштабування функціональності.

Для реалізації цих цілей необхідно визначити функціональні та нефункціональні вимоги до системи.

Функціональні вимоги:

1. Реєстрація агрохімічних показників. Підсистема має забезпечувати зручне введення даних про культуру, урожайність, вид і кількість добрив, коефіцієнти гуміфікації та інші параметри, що впливають на баланс гумусу та NPK.
2. Автоматичний розрахунок. Система повинна виконувати обчислення відповідно до встановленої методики, виключаючи можливість арифметичних помилок, притаманних ручним розрахункам.
3. Перевірка коректності введених даних. Задля підвищення достовірності результатів необхідна реалізація алгоритмів валідації, які перевіряють діапазон значень, цілісність даних та відповідність одиниць вимірювання.
4. Зберігання результатів у базі даних. Кожен розрахунок має фіксуватися в MySQL-базі з можливістю його подальшого перегляду, аналізу та порівняння.
5. Перегляд результатів у табличній та графічній формах. Користувач має отримувати звіти у зручному форматі, включно з діаграмами зміни гумусового балансу.

6. Формування історії розрахунків. Система повинна забезпечувати збереження попередніх обчислень для аналізу в динаміці.
7. Можливість експорту даних. Формування звітів у вигляді PDF або Excel.

Нефункціональні вимоги:

1. Зручність використання. Інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим, з підказками та логічною структурою форм введення.
2. Продуктивність. Оптимізовані SQL-запити та структурована база даних повинні забезпечувати швидку обробку великих обсягів даних.
3. Масштабованість. Архітектура має підтримувати легке розширення можливостей: додавання нових культур, оновлення коефіцієнтів, введення прогнозних моделей тощо.
4. Надійність. Підсистема повинна коректно працювати з великими наборами інформації, забезпечувати цілісність даних та відновлення після помилок.
5. Безпека. Важливим є захист від SQL-ін'єкцій, некоректного вводу, помилкових записів і несанкціонованої модифікації даних.
6. Доступність. Система повинна працювати у стандартних веббраузерах без необхідності встановлення спеціального програмного забезпечення.

Таким чином, первинна версія підсистеми виконувала лише базову функцію – розрахунок балансу за введеними параметрами. Однак користувач не мав змоги:

- перевірити правильність введених значень;
- отримати графічне представлення результатів;
- аналізувати зміни гумусового балансу в історичному контексті;
- швидко знаходити попередні розрахунки;
- працювати з удосконаленою структурою БД.

Удосконалення системи дає можливість підвищити точність агрохімічних рішень, забезпечити прозорість обчислень та подати інформацію

у зручній для агрономів формі. Це перетворює систему з інструменту для одноразових розрахунків на комплексний вебінструмент для аналітичної роботи.

2.2 Архітектура та загальна структура удосконаленої інформаційної технології

Ефективність функціонування будь-якої інформаційної системи значною мірою визначається її архітектурою. Для веборієнтованої підсистеми розрахунку балансу гумусу і поживних речовин особливе значення має забезпечення узгодженої роботи між інтерфейсом користувача, серверною логікою та базою даних. Удосконалення системи передбачає модернізацію її структури за рахунок розширення функціональних модулів, підвищення продуктивності, покращення інтерактивності та впровадження засобів аналітичної візуалізації.

Сучасні підходи до розроблення вебсервісів орієнтуються на розподілену багаторівневу архітектуру, яка відокремлює логіку обробки даних від представлення та зберігання. Це сприяє спрощенню супроводу системи, підвищує її гнучкість, масштабованість і стійкість до змін у функціональних вимогах. З огляду на це, удосконалена інформаційна підсистема побудована на основі тришарової архітектурної моделі: рівень представлення, логічний рівень та рівень даних.

Рівень 1 – представлення. Рівень представлення є інтерфейсом взаємодії користувача із системою. Його основними завданнями є відображення вебсторінок, забезпечення введення даних та їх первинна перевірка. Реалізація інтерфейсу здійснена з використанням технологій:

- HTML5 – побудова структури сторінок;
- CSS3 – стилізація, адаптивний дизайн, організація логічних блоків;
- JavaScript – динамічна взаємодія, підказки, клієнтська валідація;
- Chart.js – побудова графіків балансу гумусу та NPK;

- AJAX (Fetch API) – асинхронний обмін даними з сервером без перезавантаження сторінки.

Для користувача цей рівень забезпечує: зручні та структуровані форми для введення агрохімічних параметрів; інтерактивні повідомлення та контроль помилок введення; динамічне оновлення таблиць і графіків; можливість швидкого переходу між підрозділами системи (розрахунки, історія, довідники).

Рівень 2 – логічний рівень. Логічний рівень відповідає за обробку даних, реалізацію математичних алгоритмів та керування взаємодією між інтерфейсом і базою даних. Він реалізований на основі мови програмування PHP, що забезпечує:

- обробку HTTP-запитів;
- виконання алгоритмів розрахунку балансу гумусу та NPK;
- перевірку та нормалізацію вхідних параметрів;
- формування SQL-запитів для зчитування або запису інформації;
- генерацію відповідей у форматі JSON для AJAX-взаємодії.

Виконувані функції логічного рівня:

1. Алгоритмічна обробка даних. Логіка розрахунків базується на агрохімічній методиці та враховує:
 - надходження органічної речовини;
 - винесення гумусу культурою;
 - коефіцієнти гуміфікації;
 - баланс елементів N, P, K.
2. Серверна валідація. Навіть за наявності клієнтської перевірки, сервер дублює контроль даних, що гарантує достовірність і захищає систему від неправильних або шкідливих даних.
3. Обробка запитів до бази даних
4. Реалізована взаємодія через захищені підготовлені SQL-вирази (prepared statements), які мінімізують ризик SQL-ін'єкцій.

Завдяки чіткому поділу логіки та даних забезпечується стабільність роботи підсистеми й можливість подальшого впровадження нових модулів – наприклад, прогнозного аналізу або інтелектуальних рекомендацій.

Рівень 3 – рівень даних. Основою інформаційної підсистеми є реляційна база даних MySQL, у якій зберігається:

- довідкова інформація про культури, добрива, коефіцієнти;
- інформація про ділянки та їх характеристики;
- параметри, необхідні для формування графічних звітів.

2.3 Модель бази даних та проєктування структури інформаційних сутностей

Однією з ключових складових удосконаленої інформаційної підсистеми є база даних, яка забезпечує надійне зберігання агрохімічних параметрів, нормативів, результатів розрахунків та історичних записів. Якість і раціональність структури бази даних безпосередньо впливають на продуктивність системи, швидкість виконання запитів, зручність адміністрування і можливість подальшого масштабування.

Проєктування моделі бази даних здійснювалося з дотриманням принципів нормалізації, чіткого визначення сутностей, уникнення дублювання інформації та забезпечення однозначності зв'язків між елементами. Для реалізації обрано реляційну СУБД MySQL, яка має високу продуктивність, широкі можливості оптимізації та добре підходить для веборієнтованих систем.

У ході бакалаврського дослідження було створено первинну інформаційно-логічну модель предметної області, яка слугувала основою для побудови реляційної бази даних вебсервісу розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті.[3]

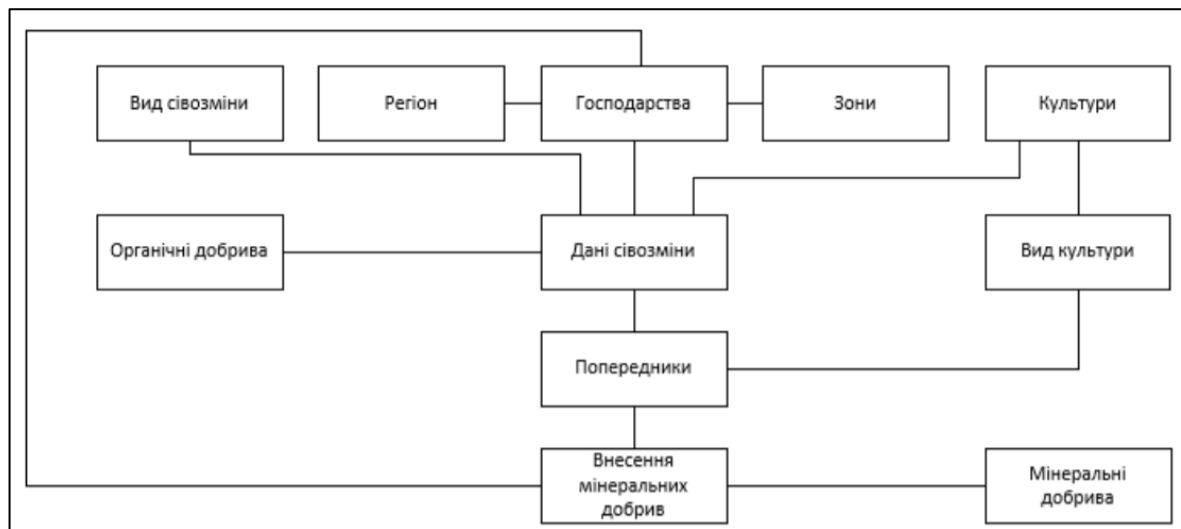


Рисунок 2.3.1 – Інформаційно-логічна модель комплексу задач розрахунку балансу гумусу та поживних речовин в ґрунті
Джерело: запропоноване автором

Ця модель слугує для відображення структурних зв'язків між основними об'єктами агрохімічної сфери, окреслює логіку опрацювання нормативних і вхідних даних, а також дає змогу формувати розрахункові показники. У процесі початкового проектування було виокремлено кілька ключових інформаційних елементів, що становлять основу предметної області розрахунку балансу гумусу і поживних речовин в ґрунті:

1. Дані сівозміни. Вони виконують роль інтеграційного центру, через який поєднуються дані про поля, культури, попередники, добрива та агрохімічні властивості ґрунту. Саме ці дані визначають загальний контекст для розрахунків балансу гумусу та елементів поживних речовин (NPK).
2. Культури та класифікатор культур. забезпечують нормативну складову алгоритму, включаючи:
 - винос гумусу і поживних елементів;
 - кількість післяжнивних решток;
 - коефіцієнти гуміфікації.

3. Органічні добрива та коефіцієнти їх перерахунку. Математичні об'єкти, що беруть участь у розрахунках завдяки коефіцієнтам гуміфікації та складу органічної маси.
4. Мінеральні добрива та дані їх внесення. Дані про мінеральні добрива формують суттєву частину балансових показників NPK.
5. Господарства, регіони, природні зони. Це контекстні моделі, що впливають на вибір і параметри застосовуваних технологій.

Логічна структура реляційної бази даних побудована на основі системи взаємопов'язаних таблиць, кожна з яких має унікальну структуру, визначену набором атрибутів. Ці атрибути описують зміст і формат даних кожної таблиці. Всі зв'язки та структура подані у вигляді схеми, яка забезпечує зручне та наочне уявлення про організацію інформації (як продемонстровано в таблиці 1).[9]

Таблиця 1 – Структурний склад інформаційних об'єктів

№ п/п	Позначення		Ключ (*)
	Інформаційний об'єкт	Реквізит	
1	Crop rotation data	Farm_code	
		Rotation_code	
		Field_number	
		Plot_number	
		Soil_type	
		Plot_area	
		Nitrogen_content_soil	
		Phosphorus_content_soil	
		Potassium_content_soil	
		Crop_code	
		Planned_yield	
		Predecessor_code	
		Predecessor_fertilization_N	
		Predecessor_fertilization_P	
		Predecessor_fertilization_K	
		Predecessor_fertilization_org	

Продовження таблиці 1

№ п/п	Позначення		Ключ (*)
	Інформаційний об'єкт	Реквізит	
1	Crop rotation data	Organic_fertilizer_code	
		Mineral_fertilizer_code	
		Mineral_fertilizer_amount	
2	Mineral fertilizer usage	Mineral_fertilizer_code	
		Mineral_fertilizer_name	
		Nitrogen_content_fertilizer	
		Phosphorus_content_fertilizer	
		Potassium_content_fertilizer	
3	Households	Farm_code	*
		Farm_name	
		Zone_code	
		Region_code	
4	Agricultural cultures	Crop_code	*
		Crop_name	
		Crop_type_code	
		Byproduct_to_main_product_ratio	
		Root_residue_ratio	
		Surface_residue_ratio	
		Root_free_factor	
		Surface_free_factor	
		Plant_mass_humification	
		Humus_annual_mineralization	
		Seed_sowing_rate	
		Nitrogen_input	
		Phosphorus_input	
		Potassium_input	
		Nitrogen_losses	
		Phosphorus_losses	
		Potassium_losses	
		Predecessor_nitrogen_losses	

Продовження таблиці 1

№ п/п	Позначення		Ключ (*)
	Інформаційний об'єкт	Інформаційний об'єкт	
4	Agricultural cultures	Predecessor_phosphorus_losses	
		Predecessor_potassium_losses	
5	Organic fertilizers	Organic_fertilizer_code	
		Organic_fertilizer_name	
		Nitrogen_content_fertilizer	
		P2O5_content	
		K2O_content	
		Manure_conversion_factor	
6	Organic fert conversion	Organic_fertilizer_code	
		Organic_fertilizer_name_alt	
		Manure_litter_conversion_factor	
7	Predecessor crops	Crop_code	
		Predecessor_code	
8	Region	Region_code	
		Region_name	
		District_name	
9	Type of culture	Crop_type_code	*
		Crop_type_name	
		Nitrogen_fixation	
10	Mineral_fertilizer_app	Farm_code	
		Rotation_code	
		Field_number	
		Plot_number	
		Mineral_fertilizer_code	
		Mineral_fertilizer_amount	
11	Crop_rotation_types	Rotation_code	*
		Rotation_type_name	
12	Natural zones	Zone_code	*
		Zone_name	
		Manure_humification_factor	

Продовження таблиці 1

13	Users	user_id	
		Login	
		Farm_code	*
		Password	

Джерело: запропоновано автором

У такій схемі поля, що виконують функцію ключових, позначаються спеціальним маркером, таким як символ «*», для підкреслення їхньої важливості в структурі. Логічні зв'язки між таблицями демонструються графічно за допомогою ліній або стрілок, які сполучають однакові ключові атрибути, що належать різним таблицям (рисунок 2.3.2).[11]

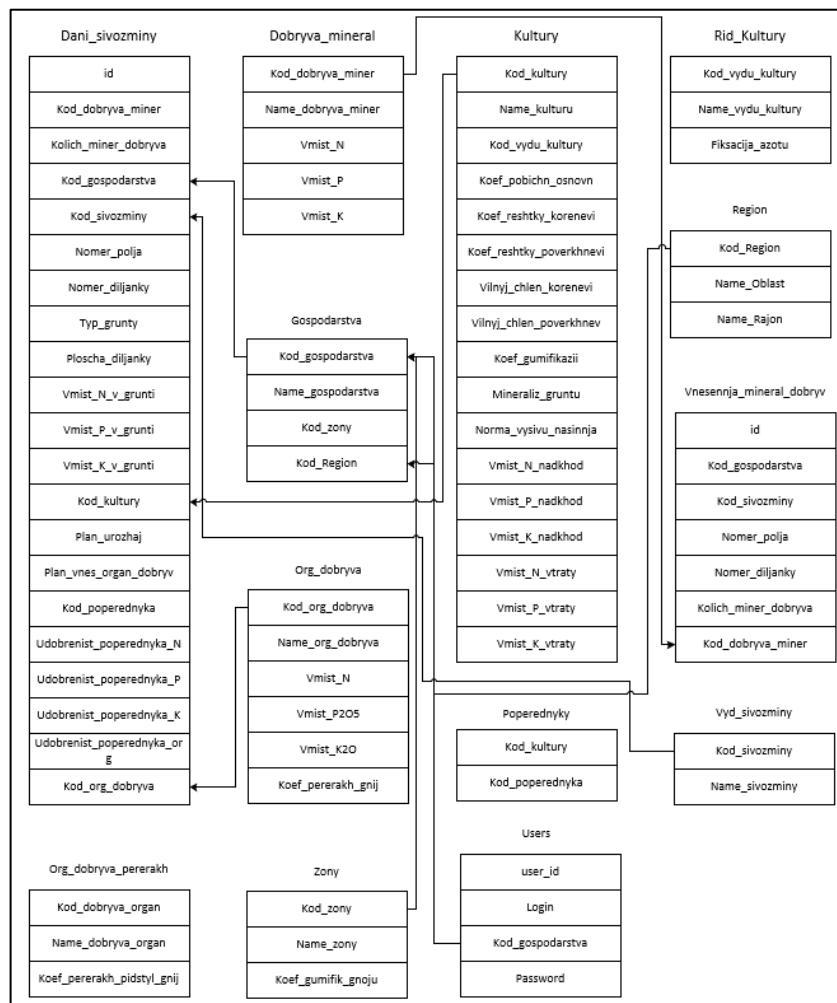


Рисунок 2.3.2 – Логічна структура реляційної бази даних

Джерело: запропоноване автором

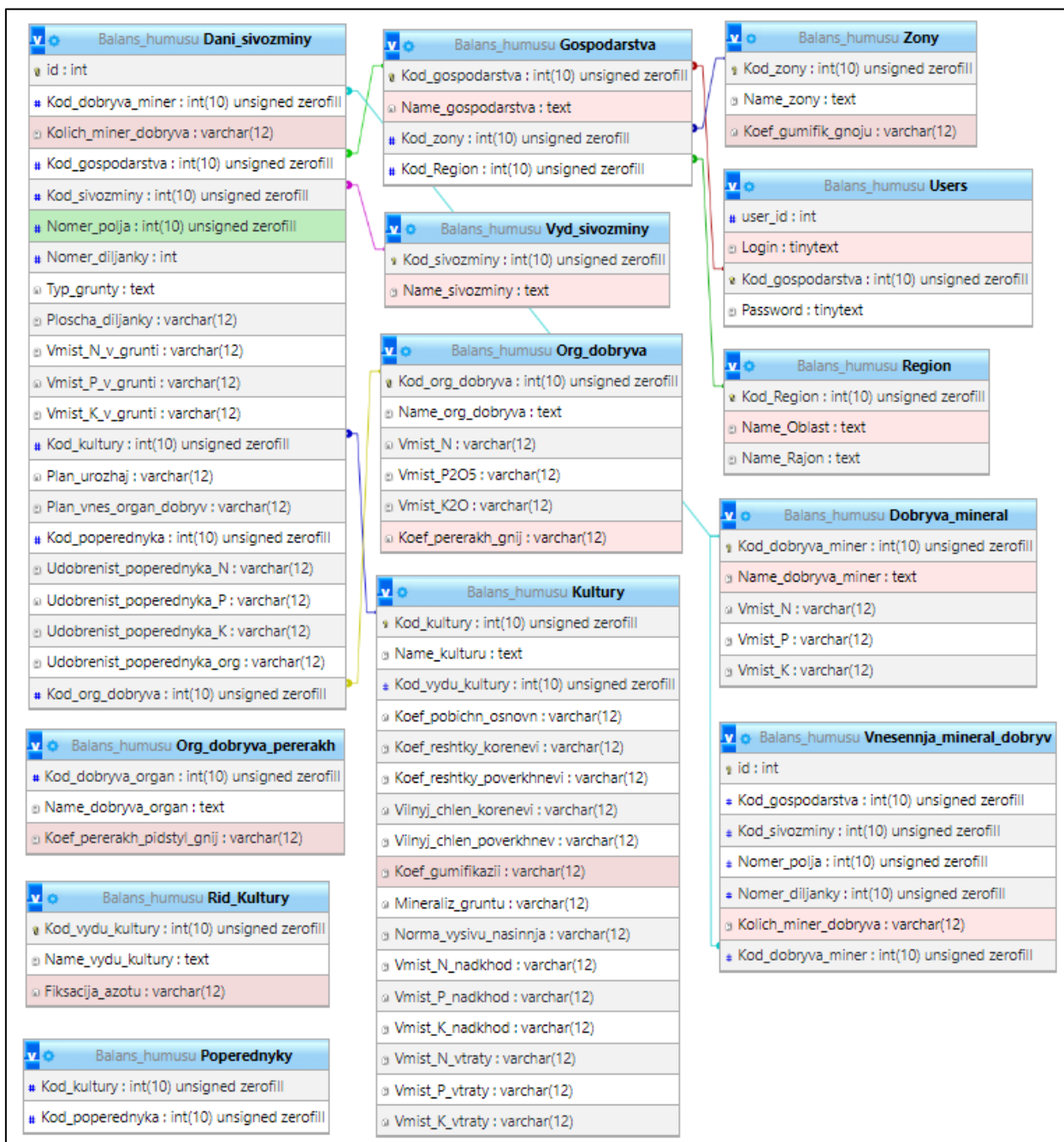


Рисунок – 3.8 Схема зв'язків бази даних

Джерело: запропоноване автором

Це показує, яким чином інформація з однієї таблиці може бути співвіднесена з даними іншої таблиці, забезпечуючи таким чином узгодженість та інтеграцію даних у системі. Ключові поля виконують надзвичайно важливу роль у функціонуванні бази даних – вони не лише гарантують цілісність інформації, але й значно спрощують процеси пошуку,

фільтрації та аналізу даних, що дозволяє використовувати базу даних максимально ефективно.

2.4 Алгоритмічне забезпечення розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті

2.4.1 Теоретичні основи моделювання балансу гумусу

Баланс гумусу є одним з найважливіших інтегральних показників родючості ґрунту. Він визначає співвідношення між надходженням органічної речовини, здатної до гуміфікації, та втратами гумусу внаслідок мінералізаційних процесів. Гумус забезпечує структурність, вологоємність, повітропроникність, буферність ґрунту та є джерелом основних елементів живлення. Тому науково обґрунтована оцінка змін його запасів є ключовою для сталого землекористування.

З основних факторів, що впливають на новоутворення гумусу, є побічна рослинна продукція (солома, стебла, гичка та ін.), рослинні рештки (поверхневі, кореневі) та різні види органічних добрив. Інші фактори мають незначний вплив. В статтю втрат включено мінералізацію гумусу під окремими сільськогосподарськими культурами та чистим паром.

Баланс гумусу в фунті розраховують для кожної культури за рівнянням (3.1):

$$Б = \frac{П_1 + П_2 + П_3}{10} - Р \quad (3.1)$$

де: Б - баланс гумусу, т/га

П₁ – кількість новоутвореного гумусу за рахунок побічної продукції, ц/га;

П₂ – кількість новоутвореного гумусу за рахунок рослинних решток, ц/га;

П₃ – кількість новоутвореного гумусу за рахунок органічних добрив, ц/га;

10 – коефіцієнт перерахунку в тонни.

P – кількість гумусу, що мінералізується, т/га.

На першому етапі розраховують обсяг побічної продукції, яку використано або планується використати на органічне добриво. Для цього урожай основної продукції множать на коефіцієнт (таблиця 2). Розрахунок проводять за рівнянням (3.2):

$$P_1 = Y \cdot k \quad (3.2)$$

де: P_1 – кількість побічної продукції, ц/га;

Y – урожай основної продукції, ц/га;

k – коефіцієнт відношення побічної продукції до основної.

Таблиця 2 – Коефіцієнт відношення побічної продукції до основної

Культура	Коефіцієнт
Пшениця озима	1,32
Жито озиме	2,17
Ячмінь озимий	1,33
Ячмінь ярий	1,23
Пшениця яра	1,3
Овес	1,35
Кукурудза на зерно	1,76
Просо	1,01
Гречка	2,05
Горох	1,48
Квасоля	1,48
Цукрові буряки	0,66
Соняшник	2,5
Соя	1,02
Картопля	0,45
Овочі відкритого ґрунту	0,45
Кормові баштанні	0,3
Кормові коренеплоди	0,7
Ріпак ярий	1,81

Джерело: [11]

Побічну продукцію п'яти культур (озима пшениця, озиме жито, озимий ячмінь, ярий ячмінь, яра пшениця) використовують частково у тваринництві, а залишкову солому заорюють в ґрунт.

Розрахунок погребі соломи для тваринництва проводять за рівняння (3.3):

$$C_B = \frac{Z \cdot R \cdot Q}{1000} \quad (3.3)$$

де: C_B – потреба соломи для тваринництва, т;

Z - чисельність голів;

R - потреба соломи на добу на одну голову, кг;

Q - кількість діб за рік;

1000- коефіцієнт перерахунку в тонни.

Розрахунок соломи на добриво проводять за рівнянням (3.4):

$$C_D = \frac{(C_8 - C_B) \cdot 100}{C_8} \quad (3.4)$$

де: C_D – кількість соломи на добриво, %;

C_8 – загальна кількість соломи зі зібраної площі, т;

C_B – потреба соломи для тваринництва, т.

Різницю між загальним обсягом соломи і її потребою для тваринництва використовують на добриво. Значну частину соломи спалюють на полях, що є порушенням Закону України "Про охорону атмосферного повітря".

Побічну продукцію інших культур використовують на добриво у повному обсязі.

На другому етапі розраховують масу рослинних решток (поверхневих і кореневих) кожної культури за рівнянням регресії (таблиця 3). Для культур, яких немає у таблиці 3.2, використовують рівняння культур, близьких за біологічними властивостями. Підставляючи у регресійні рівняння урожайні дані основної продукції (y), отримують кількість кореневих та поверхневих

решток. Загальна сума рослинної маси дорівнює сумі побічної продукції та поверхневих й корневих решток.

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу використовують коефіцієнти гуміфікації (таблиця 4). Шляхом множення рослинної маси на коефіцієнти гуміфікації кожної культури знаходять кількість новоутвореного гумусу Π_2 (3.5):

$$\Pi_2 = m \cdot k_2 \quad (3.5)$$

де: Π_2 – кількість новоутвореного гумусу за рахунок рослинної маси, т/га;

m – рослинна маса, т/га;

k – коефіцієнт гуміфікації.

Таблиця 3 – Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток

№ п/п	Культура	Рослинні рештки, ц/га	
		кореневі	поверхневі
1	Пшениця озима	$0,71y+10,0$	$0,32y+13,5$
2	Жито озиме	$0,71y+10,0$	$0,32y+13,5$
3	Ячмінь озимий	$0,54y+9,3$	$0,29y+6,8$
4	Ячмінь ярий	$0,54y+9,3$	$0,29y+6,8$
5	Пшениця яра	$0,54y+9,3$	$0,29y+6,8$
6	Овес	$0,42y+8,4$	$0,19y+14,8$
7	Кукурудза на зерно	$0,83y+7,2$	$0,20y+1,6$
8	Просо	$0,57y+12,6$	$0,50y+7,4$
9	Гречка	$0,65y+11,5$	$0,12y+8,5$
10	Горох	$0,36y+8,9$	$0,21y+4,5$
11	Квасоля	$0,36y+8,9$	$0,21y+4,5$
12	Цукрові буряки	$0,06y+5,7$	$0,005y+2,8$
13	Льон-довгунець	$1,16y+4,9$	$0,041y+3,2$
14	Соняшник	$1,16y+4,9$	$0,041y+3,2$
15	Соя	$0,36y+8,9$	$0,21y+4,5$

Продовження таблиці 3

№ п/п	Культура	Рослинні рештки, ц/га	
		кореневі	поверхневі
16	Картопля	$0,07y+8,0$	$0,068y+0,5$
17	Овочеві культури	$0,07y+8,0$	$0,068y+0,5$
18	Кормові баштанні	$0,05y+5,2$	$0,003y+2,4$
19	Кормові коренеплоди	$0,05y+5,2$	$0,003y+2,4$
20	Кукурудза на силос і з/к	$0,10y+13,5$	$0,006y+5,7$
21	Однорічні трави (сіно)	$0,50y+13,3$	$0,12y+6,8$
22	Однорічні трави на з/к	$0,50y+13,3$	$0,12y+6,8$
23	Багаторічні трави (сіно)	$1,02y+4,7$	$0,12y+5,9$
24	Багаторічні трави на з/к	$1,02y+4,7$	$0,12y+5,9$
25	Ріпак	$0,36y+8,3$	$0,21y+4,5$

Джерело: [11]

Таблиця 4 – Коефіцієнт гуміфікації рослинної маси

№ п/п	Культура	Коефіцієнт гуміфікації
1	Пшениця озима	0,20
2	Жито озиме	0,20
3	Ячмінь озимий	0,20
4	Ячмінь ярий	0,22
5	Пшениця яра	0,22
6	Овес	0,22
7	Кукурудза на зерно	0,20
8	Просо	0,22
9	Гречка	0,22
10	Горох	0,23
11	Квасоля	0,23
12	Цукрові буряки	0,10
13	Льон-довгунець	0,10
14	Соняшник	0,14
15	Соя	0,14

Продовження таблиці 4

№ п/п	Культура	Коефіцієнт гуміфікації
16	Картопля	0,13
17	Овочеві культури	0,13
18	Кормові баштанні	0,13
19	Кормові коренеплоди	0,12
20	Кукурудза на силос і з/к	0,17
21	Однорічні трави (сіно)	0,22
22	Однорічні трави на з/к	0,22
23	Багаторічні трави (сіно)	0,25
24	Багаторічні трави на з/к	0,25
25	Ріпак	0,14

Джерело: [11]

Кількість новоутвореного гумусу (Π_3) із підстилкового гною розраховують шляхом множення його норми на коефіцієнт гуміфікації за рівнянням (3.6):

$$\Pi_3 = H k_{\Gamma} \quad (3.6)$$

де: Π_3 – кількість новоутвореного гумусу за рахунок гною, т/га;

H – норма підстилкового гною, т/га;

k_{Γ} – коефіцієнт гуміфікації гною

Коефіцієнт гуміфікації гною (k_{Γ}) диференціюється за зонами: Полісся - 0,042, Лісостеп - 0,054, Степ - 0,058.

Якщо використовують інші види органічних добрив, то проводять перерахунок їх за допомогою коефіцієнтів на еквівалентну кількість підстилкового гною (таблиця 4).

Таблиця 5 – Коефіцієнт перерахунку різних видів органічних добрив на еквівалентну кількість підстилкового гною

Органічні добрива	Коефіцієнт перерахунку у підстилковий гній
Гній ВРХ підстилковий	1,00
Гній ВРХ напіврідкий	0,50
Гній ВРХ рідкий	0,25
Торф і торфогнойові компости	2.40
Пташиний послід	1,40
Сапропелі	0,25
Дефекат	0,25
Сидерати	0,25

Джерело: [11]

Загальну кількість новоутвореного гумусу ($\Gamma_{\text{н}}$) визначають як суму його за рахунок рослинної маси і гною за рівнянням (3.7):

$$\Gamma_{\text{н}} = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 \quad (3.7)$$

де: $\Gamma_{\text{н}}$ – сумарна величина новоутвореного гумусу, т/га;

$\Pi_1 + \Pi_2$ – кількість новоутвореного гумусу з рослинної маси, т/га;

Π_3 – кількість новоутвореного гумусу з органічних добрив, т/га.

Статтю втрат гумусу ($\Gamma_{\text{в}}$) визначають за допомогою коефіцієнтів мінералізації його під окремими культурами та чистим паром (табл. 3.5).

Баланс гумусу в фунті розраховують по кожній культурі за рівнянням (3.8):

$$B_{\text{к}} = \Gamma_{\text{н}} - \Gamma_{\text{в}} \quad (3.8)$$

Таблиця 6 – Середньорічна мінералізація гумусу в ґрунті під сільськогосподарськими культурами та чистим паром.

№ п/п	Культура	Мінералізація гумусу, т/га
1	Пшениця озима	1,25

Продовження таблиці 6

№ п/п	Культура	Мінералізація гумусу, т/га
2	Жито озиме	1,35
3	Ячмінь озимий	1,25
4	Ячмінь ярий	1,23
5	Пшениця яра	1,23
6	Овес	1,20
7	Кукурудза на зерно	1,56
8	Просо	1,10
9	Гречка	1,10
10	Горох	1,50
11	Квасоля	1,50
12	Цукрові буряки	1,59
13	Льон-довгунець	1,39
14	Соняшник	1,39
15	Соя	1,50
16	Картопля	1,61
17	Овочеві культури	1,60
18	Кормові баштанні	1,39
19	Кормові коренеплоди	1,60
20	Кукурудза на силос і з/к	1,47
21	Однорічні трави (сіно)	1,10
22	Однорічні трави на з/к	1,10
23	Багаторічні трави (сіно)	0,60
24	Багаторічні трави на з/к	0,60
25	Ріпак	1,39
26	Чистий пар	2,00

Джерело: [11]

Середньозважену величину новоутвореного гумусу за рахунок рослинної маси і гною на 1 га розраховують за рівнянням (3.9):

$$P_{\text{ср}} = \frac{\Gamma_{\text{н1}} \cdot S_1 + \Gamma_{\text{н2}} \cdot S_2 + \dots + \Gamma_{\text{нn}} \cdot S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (3.9)$$

де: $P_{\text{ср}}$ – середньозважена величина новоутвореного гумусу, т/га;

$\Gamma_{\text{н1}} \dots \dots, \Gamma_{\text{нn}}$ – новоутворений гумус за культурами, т;

$S_1 \dots \dots, S_n$ – посівна площа культури, га.

Розрахунок середньозваженої величини втрат гумусу за рахунок мінералізації проводять за рівнянням (3.10):

$$P_{\text{ср}} = \frac{\Gamma_{\text{в1}} \cdot S_1 + \Gamma_{\text{в2}} \cdot S_2 + \dots + \Gamma_{\text{вn}} \cdot S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (3.10)$$

де: $P_{\text{ср}}$ – кількість втрат гумусу за рахунок мінералізації, т/га;

$\Gamma_{\text{в1}} \dots \dots, \Gamma_{\text{вn}}$ – кількість гумусу, що мінералізується під окремими культурами, т;

$S_1 \dots \dots, S_n$ – посівна площа культури, га.

Середньозважений баланс гумусу розраховують за рівнянням (3.11):

$$B_{\text{ср}} = P_{\text{ср}} - R_{\text{ср}} \quad (3.11)$$

де: $B_{\text{ср}}$ – середньозважений баланс гумусу, т/га;

$P_{\text{ср}}$ – середньозважена величина новоутвореного гумусу, т/га;

$R_{\text{ср}}$ – середньозваженої величини втрат гумусу, т/га.

Для розрахунку балансу гумусу за декілька років визначають сумарну посівну площу по кожній культурі за ці роки та середньозважену врожайність основної і побічної продукції, а подальший розрахунок проводять за тією ж схемою, що й для одного року.

Для розрахунків застосовано комп'ютерну програму Microsoft Excel, за допомогою якої спочатку складено форму (таблицю) балансу гумусу, в яку внесено початкові дані: перелік культур, зібрана (посівна) площа, урожай культур, кількість внесених органічних добрив та розрахункові формули.

2.4.2. Розрахунок балансу гумусу поживних речовин в землеробстві

Деградація ґрунту відбувається не тільки від мінералізації гумусу, а й від втрат рухомих поживних речовин. Тому потрібно компенсувати поживні речовини, які виносяться врожаєм та втрачаються з ґрунту за інших причин. Розрахунок надходження та втрат поживних речовин в ґрунті проводять на основі балансового методу.

Надходження поживних речовин в ґрунт. До статті надходження включають поживні речовини, що надходять в ґрунт з органічними і мінеральними добривами, посівним матеріалом, атмосферними опадами та за рахунок симбіотичної фіксації азоту в ґрунті.

Надходження поживних речовин з органічними добривами розраховують за рівнянням (3.13):

$$O_n = O \cdot C \quad (3.13)$$

де: O_n – кількість поживної речовини (азот, фосфор чи калій), кг/га :

O – норма органічного добрива, т/га;

C – вміст поживної речовини (азот, фосфор чи калій) в 1 т органічного добрива, %.

Вміст поживних речовин в різних видах органічних добрив наведено в таблиці 5. В інших видах добрив їх вміст визначають за результатами хімічного аналізу. Середні дані вмісту поживних речовин в органічних добривах потрібно уточнювати за природно-кліматичними зонами.

Надходження азоту, фосфору та калію з мінеральними добривами (кг/га діючої речовини) враховують за кількістю фактично їх внесених під конкретні культури. Якщо розрахунок проводять на перспективу, то враховують норми добрив, які планують під майбутні культури.

Таблиця 7 – Вміст поживних речовин в органічних добривах (середні дані)

Вид добрива	Вміст поживних речовин, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гній підстилковий ВРХ	5,0	2,5	6,0
Гній рідкий (безпідстилковий) ВРХ	3,7	1,7	2,3
Рідка фракція неосвітлена ВРХ	1,6	0,6	1,1
Рідка фракція освітлена ВРХ	0,6	0,3	0,6
Тверда фракція ВРХ	3,7	1,2	1,2
Гній рідкий (безпідстилковий) свиней	3,4	2,1	1,6
Рідка фракція неосвітлена свиней	1,9	1,0	1,2
Рідка фракція освітлена свиней	0,4	0,2	0,9
Тверда фракція свиней	6,0	3,4	1,7
Пташиний послід:			
Курячий	13,0	17,0	9,0
Качиний	9,0	9,0	6,0
Гусячий	6,0	5,0	10,0
Індичий	6,0	5,0	10,0
Зелене добриво	5,0	1,1	1,8

Джерело: [11]

Надходження поживних речовин з посівним насінням розраховують за рівнянням (3.14):

$$H_n = H_b \cdot C_i \quad (3.14)$$

де: H_n - кількість поживної речовини, яка надходить з насінням, кг/га ;

H_b – норма висіву насіння, кг/га;

C_i – вміст поживної речовини (азот, фосфор чи калій) в насінні, кг.

Норму висіву насіння основних сільськогосподарських культур наведено в таблиці 3.5 (дані уточнюють за природно-кліматичними зонами), а вміст поживних речовин в насінні - в таблиці 4.

З атмосферними опадами (A_n) щорічно в ґрунт надходить в середньому: 8,7 кг/га азоту; 0,12 кг/га P₂O₅; 8,2 кг/га K₂O.

Втрати поживних речовин з ґрунту. До статті витрат поживних речовин включають винос поживних речовин з ґрунту врожаєм основної і частково побічної продукції, втрати з фільтраційними водами та газоподібні втрати.

Винос поживних речовин з врожаєм основної продукції розраховують за рівнянням (3.15):

$$B_o = Y_o \cdot C_3 \quad (3.15)$$

де: B_o – винос поживної речовини (азот, фосфор чи калій) основною продукцією, кг/га;

Y_o – урожай основної продукції, ц/га;

C_3 – вміст поживної речовини (азот, фосфор чи калій) в 1 ц основної продукції, кг;

Розрахунок проводять по кожному елементу окремо.

Вміст поживних речовин в 1 ц основної продукції наведено в таблиці 6. Побічну продукцію, в основному, заорюють на полі тому винос поживних речовин побічною продукцією не розраховують за виключенням соломи для потреб тваринництва.

Потребу соломи для тваринництва розраховують за рівнянням (3.3) для п'яти культур: озима пшениця, озиме жито, озимий ячмінь, ярий ячмінь, яра пшениця.

Втрати азоту добрив у зонах достатнього зволоження за рахунок фільтрації атмосферних вод складають 15% від загальної кількості внесеного азоту з добривами. Газоподібні втрати складають 24% від загальної кількості внесеного азоту добрив.

Баланс розраховують як різницю між сумами статті надходження та етапі втрат. Розрахунки проводять на один гектар конкретної культури, а потім в середньому на 1 га посівної площі всіх культур.

Таблиця 8 – Вміст поживних речовин в 1 ц основної продукції, кг (середні дані)

№ п/п	Культура	Вміст поживної речовини		
		N	P	K
1	Пшениця озима	2,07	0,74	0,49
2	Жито озиме	1,74	0,75	0,54
3	Ячмінь озимий	1,70	0,83	0,49
4	Ячмінь ярий	1,84	0,76	0,53
5	Пшениця яра	1,84	0,76	0,53
6	Овес	1,89	0,83	0,51
7	Кукурудза на зерно	1,53	0,59	0,42
8	Просо	1,94	0,49	0,41
9	Гречка	1,77	0,59	0,71
10	Рис	1,08	0,69	0,34
11	Горох	3,34	0,84	1,3
12	Квасоля	3,34	0,84	1,3
13	Цукрові буряки	0,21	0,08	0,22
14	Льон-довгунець	0,54	0,21	1,01
15	Соняшник	2,37	1,04	0,84
16	Соя	2,37	1,04	0,84
17	Картопля	0,37	0,11	0,55
18	Овочеві культури	0,2	0,08	0,25
19	Кормові баштанні	0,15	0,05	0,25
20	Кормові коренеплоди	0,21	0,06	0,32
21	Кукурудза на силос і з/к	0,32	0,11	0,42
22	Однорічні трави	2,0	0,6	2,07
23	Багаторічні трави	2,32	0,53	2,01
24	Ріпак озимий	3,5	1,8	1,0
25	Ріпак ярий	3,5	1,8	1,0

Джерело: [11]

Винос поживних речовин соломою п'яти культур для тваринництва розраховують за рівнянням (3.16):

$$B_c = Y_c \cdot C_c \quad (3.16)$$

де: V_c - винос поживної речовини (азот, фосфор чи калій) соломною, кг/га;

U_c - урожай соломи, ц/га;

C_c - вміст поживної речовини (азот, фосфор чи калій) в 1 ц соломи, кг.

Вміст поживних речовин в 1 ц побічної продукції наведено в таблиці 7.

Таблиця 9 – Вміст поживних речовин в 1 ц побічної продукції, кг

№ п/п	Культура	Вміст поживної речовини		
		N	P	K
1	Пшениця озима	0,51	0,16	0,99
2	Жито озиме	0,56	0,22	1,1
3	Ячмінь озимий	0,6	0,2	1,36
4	Ячмінь ярий	0,66	0,23	1,39
5	Пшениця яра	0,66	0,23	1,39
6	Овес	0,52	0,28	1,79
7	Кукурудза на зерно	0,69	0,21	1,42
8	Просо	0,91	0,2	2,59
9	Гречка	0,97	0,41	1,64
10	Рис	0,54	0,36	1,88
11	Горох	1	0,23	1,36
12	Квасоля	1	0,23	1,36
13	Цукрові буряки	0,35	0,09	0,44
14	Льон-довгунець	-	-	-
15	Соняшник	0,87	0,31	4,36
16	Соя	0,87	0,31	4,36
17	Картопля	0,37	0,09	0,46
18	Овочеві культури	0,35	0,09	0,24
19	Кормові баштанні	0,35	0,09	0,24
20	Кормові коренеплоди	0,46	0,09	0,41
21	Кукурудза на силос і з/к	-	-	-
22	Однорічні трави	-	-	-
23	Багаторічні трави	-	-	-
24	Ріпак озимий	0,7	0,25	1,00
25	Ріпак ярий	0,7	0,25	1,00

Джерело: [11]

Розрахунок балансу азоту (N) по кожній культурі проводять за рівнянням (3.17).

$$B_n = (O_n + M_n + H_n + A_n + \Phi_{cn}) - (B_{on} + B_{cn} + \Phi_{zn} + \Gamma_n) \quad (3.17)$$

де: B_n – баланс азоту, кг/га;

O_n – надходження азоту з органічними добривами, кг/га;

M_n – надходження азоту з мінеральними добривами, кг/га;

H_n – надходження азоту з посівним насінням, кг/га;

A_n – надходження азоту з атмосферними опадами, кг/га;

Φ_{cn} – симбіотична фіксація азоту бобовими культурами, кг/га;

B_{on} – винос азоту основною продукцією, кг/га;

Φ_{zn} – винос азоту соломною для тваринництва, кг/га;

B_{cn} – втрати азоту за рахунок фільтрації атмосферних вод, кг/га;

Γ_n – газоподібні втрати азоту, кг/га.

Розрахунок балансу фосфору (P_2O_5) по кожній культурі проводять за рівнянням (3.18):

$$B_p = (O_p + M_p + H_p + A_p) - (B_{op} + B_{cp} + \Phi_{zp}) \quad (3.18)$$

де: B_p – баланс фосфору, кг/га;

O_p – надходження фосфору з органічними добривами, кг/га;

M_p – надходження фосфору з мінеральними добривами, кг/га;

H_p – надходження фосфору з посівним насінням, кг/га;

A_p – надходження фосфору з атмосферними опадами, кг/га;

B_{op} – винос фосфору основною продукцією, кг/га;

B_{cp} – винос фосфору соломною для тваринництва, кг/га;

Φ_{zp} – втрати фосфору з фільтруючими водами, кг/га.

Втрати фосфору з фільтруючими водами враховують в зонах промивного водного режиму та на зрошуваних землях. В середньому втрати фосфору від фільтрації складають 1% від його внесеного з фосфорними добривами.

Розрахунок балансу калію (K_2O) по кожній культурі проводять за рівнянням (3.19):

$$B_K = (O_K + M_K + H_K + A_K) - (B_{OK} + B_{СК} + \Phi_{ЗК}) \quad (3.19)$$

де: B_K - баланс калію, кг/га;

O_K - надходження калію з органічними добривами, кг/га;

M_K - надходження калію з мінеральними добривами, кг/га;

H_K - надходження калію з посівним насінням, кг/га;

A_K - надходження калію з атмосферними опадами, кг/га;

B_{OK} - винос калію основною продукцією, кг/га;

$B_{СК}$ - винос калію соломною для тваринництва, кг/га;

$\Phi_{ЗК}$ - втрати калію з фільтруючими водами, кг/га.

Втрати калію з фільтруючими водами в середньому складають 5% від його внесеного з калійними добривами в зонах промивного водного режиму та на зрошуваних землях.

Середньозважений баланс поживних речовин на 1 га посівної площі всіх культур розраховують як і для окремих культур (рівняння 2.6-2.8), використовуючи для цього середньозважені величини поживних речовин посівного матеріалу, виносу їх з урожаєм, а також постійні дані (надходження з атмосферними опадами, втрати з фільтруючими водами, газоподібні втрати азоту) та статистичні дані застосування органічних і мінеральних добрив на 1 га посівної площі на різних рівнях управління (область, район, сільгосп підприємство, сівозміна).

Вихідна форма балансу поживних речовин. Вихідні форми виносу з ґрунту поживних речовин та їх балансу у землеробстві наведено в таблицях 6 та 7 відповідно.

Великий обсяг інформації по сівозміні обумовлює значну трудомісткість виконання цієї задачі. Автоматизація інформаційних процедур управління родючістю ґрунтів є засобом підвищення ефективності роботи агровідділу досліджуваного підприємства.

На рисунку 3.1 подано узагальнену схему функціональної організації підсистеми «Баланс гумусу та поживних речовин» (БП).

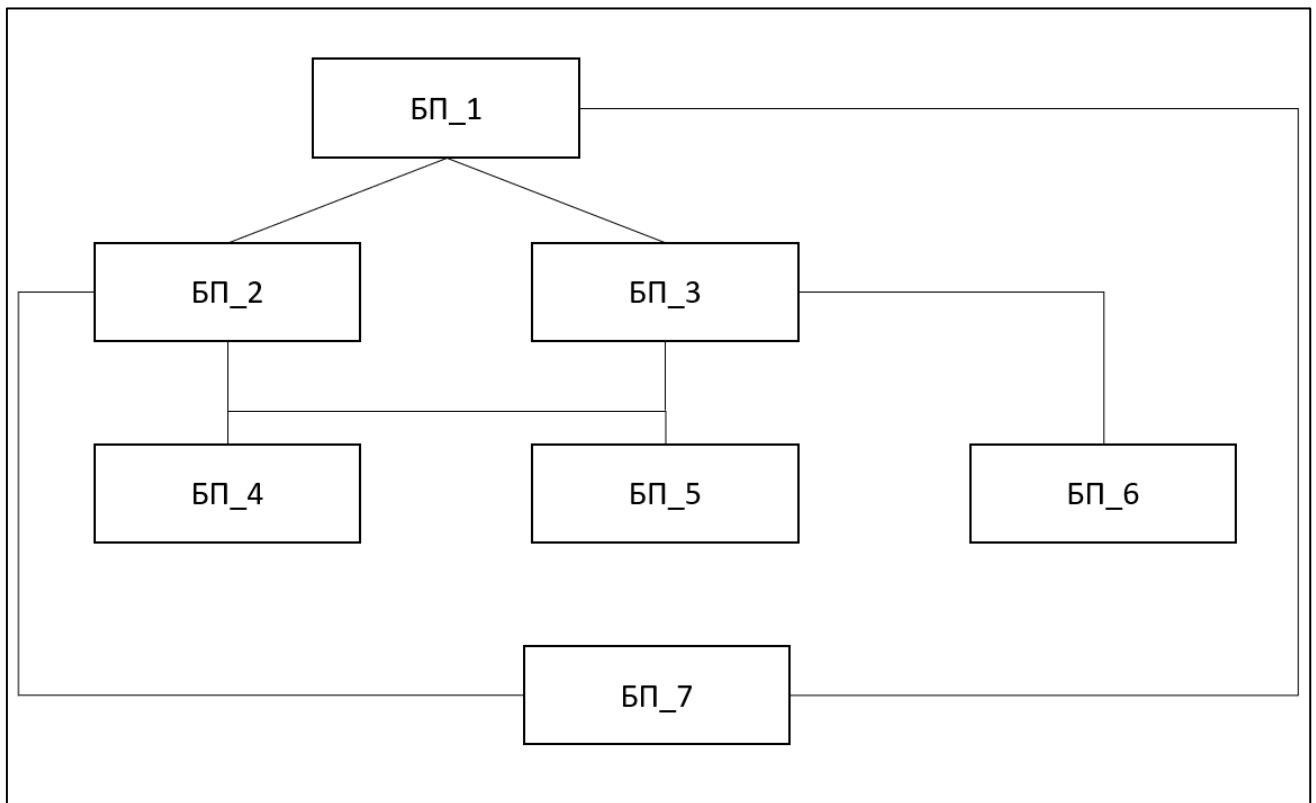


Рисунок 2.4.1 – Структура взаємозв'язків задач підсистеми «Баланс гумусу та поживних речовин»

Джерело: запропоноване автором

БП_1. Ведення нормативно-довідкової інформації (НДІ).

Даний модуль відповідає за створення, оновлення та підтримку системи довідників, що використовуються у процесі розрахунків. Його функції охоплюють:

- додавання нових записів до довідників;
- редагування або видалення існуючих записів;
- пошук і відображення даних за визначеними параметрами;
- друк або експорт довідкової інформації.

До нормативно-довідкової інформації відносяться показники, що визначають норми, тарифи, ціни, коефіцієнти, відсоткові ставки тощо – усі ті величини, які встановлюються ще до початку експлуатації системи. Також до НДІ входять різноманітні переліки об'єктів із кодами, назвами та характеристиками.

У межах підсистеми використовуються такі довідники:

- господарства;
- регіони;
- типи сівозмін;
- мінеральні добрива;
- органічні добрива;
- культури.

БП_2. Введення вихідних даних по сівозмінах.

Цей модуль призначений для фіксації інформації щодо структури сівозмін у господарстві. Він забезпечує введення, редагування та перегляд даних по кожній земельній ділянці: площа, культура, запланована урожайність, агрохімічні показники ґрунту (вміст азоту, фосфору, калію), а також інформація про попередники. Для зручності користувач може обирати дані з відповідних довідників.

БП_3. Облік внесення мінеральних добрив.

У цьому модулі здійснюється реєстрація даних про внесення мінеральних добрив по кожній ділянці. Вказуються ідентифікатори полів,

ділянок, тип добрива та його кількість. Система використовує довідники для уніфікованого вибору добрив, що зменшує ризик помилок введення.

БП_4. Формування балансу гумусу.

Завдання цього блоку полягає у формуванні звітів про баланс гумусу в ґрунті на основі даних сівозміни. Для кожної ділянки визначається кількість утвореного гумусу, обсяги побічної продукції, кореневих і поверхневих решток. Результати групуються за полями, сівозмінами та господарствами. Система автоматично підраховує підсумки та формує висновки щодо гумусового стану земель.

БП_5. Формування балансу поживних речовин.

На основі інформації про сівозміни та внесення мінеральних добрив обчислюється баланс азоту, фосфору та калію. Для кожної ділянки система розраховує надходження, втрати й підсумковий баланс поживних елементів, після чого узагальнює результати в межах господарства та сівозмін.

БП_6. Розрахунок потреби в мінеральних добривах.

Цей модуль виконує аналітичну оцінку потреби у мінеральних добривах відповідно до прогнозованої урожайності. Для кожної культури й ділянки визначається оптимальна кількість добрив.

БП_7. Запити до бази даних.

Усі попередні шість модулів функціонують у регламентованому режимі – за заздалегідь визначеним графіком і структурою вихідних звітів. Однак система також підтримує режим інтерактивних запитів, який дає змогу користувачу отримувати довідкову або аналітичну інформацію за власними параметрами: отримання відомостей по вказаному полю, сівозміні, ділянці; вміст конкретної поживної речовини у внесених мінеральних добривах в межах господарства, поля, сівозміни; відомості по конкретній культурі у межах господарства, сівозміни, поля. дані у вигляді графіків по витратах та надходженням азоту, фосфору та калію; графічні дані, що відображають потребу NPK по культурах, на 1 га. та по господарству

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ

3.1 Створення макетів сторінок веборієнтованої інформаційної технології

Етап створення макетів вебсторінок є одним із ключових у процесі реалізації інформаційної підсистеми, оскільки саме він визначає структуру, зручність користування та загальну логіку взаємодії користувача з програмним продуктом. Макет слугує прототипом майбутнього інтерфейсу, у якому відображаються основні елементи навігації, форми введення та виведення даних, таблиці, кнопки керування та області графічної візуалізації результатів.[2]

Розроблення макетів виконувалося з урахуванням принципів ергономічності, інтуїтивності та логічної узгодженості між структурними компонентами підсистеми. Головна мета полягала у створенні такого інтерфейсу, який би забезпечував простоту роботи користувача (агронома або спеціаліста агровідділу) з великими обсягами інформації при мінімальних витратах часу на пошук або введення даних.

Загальна структура вебінтерфейсу. Вебпідсистема має модульну структуру, що передбачає наявність кількох взаємопов'язаних сторінок:

1. Головна сторінка (index.php).
2. Сторінка авторизації (login.php).
3. Головне меню сервісу (service.php).
4. Форми внесення даних про сівозмінні та мінеральні добрива (FORM_Dani_sivozminy.php, FORM_Vnesennja_mineral_dobryv.php).
5. Звіт по таблиці «Дані сівозмінні» (zvit_dani_sivozminy.php).
6. Звіт по таблиці «Внесення мінеральних добрив» (zvit_vnesenja_miner_dobriv.php).

7. Довідникові сторінки (view_dovidkovi_form.html).
8. Модуль розрахунку балансу гумусу (rozrahunok_bh.php).
9. Модуль розрахунку балансу поживних речовин (rozrahunok_pojivni.php).
10. Модуль розрахунку потреби мінеральних добрив (rozrahunok_mineral.php).

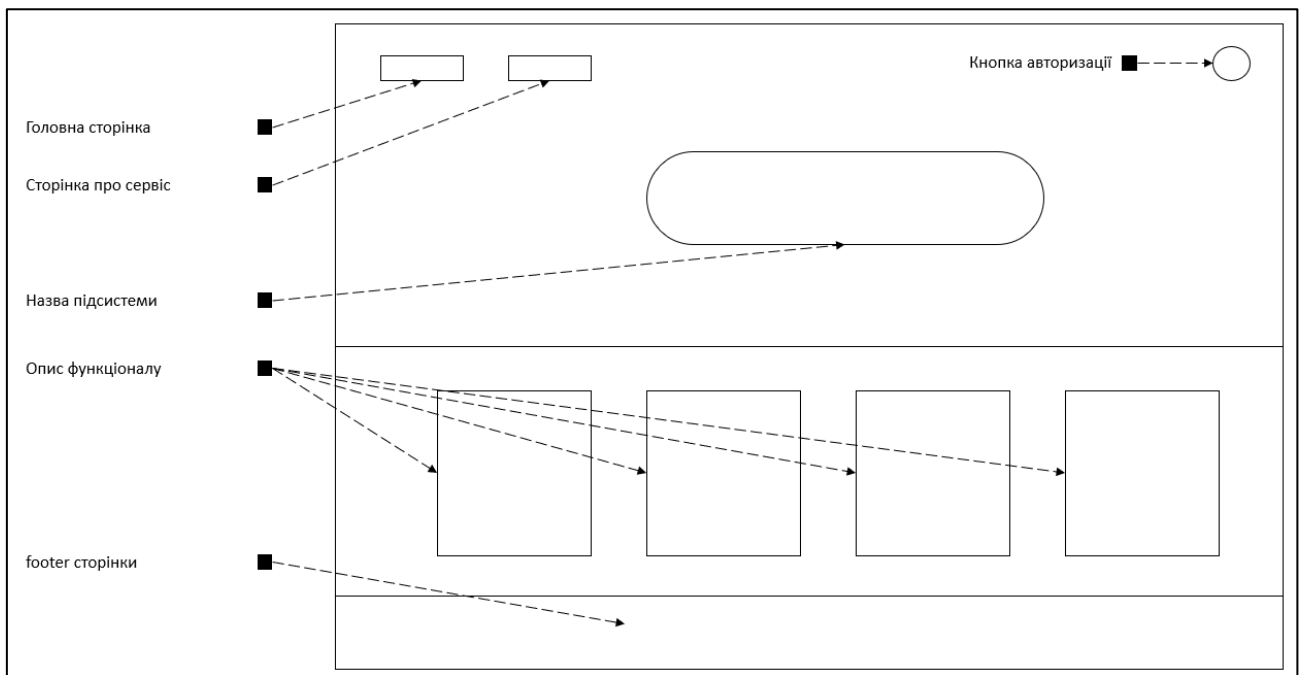


Рисунок 3.1 – Прототип інтерфейсу «Головна сторінка»

Джерело: запропоноване автором

Головна сторінка є стартовим елементом взаємодії користувача з веборієнтованою інформаційною підсистемою. Її призначення полягає у представленні короткої інформації про проєкт, забезпеченні переходу до основних розділів та створенні першого враження про інтерфейс системи. Макет побудовано відповідно до принципів інтуїтивної навігації – користувач одразу бачить основні кнопки та опис функціоналу без перевантаження сторінки другорядними деталями.

У верхній частині розміщено навігаційне меню, яке є спільним для більшості сторінок вебпідсистеми. Воно складається з таких елементів:

- Кнопка «Головна» – веде на цю ж сторінку, виконуючи функцію оновлення;
- Кнопка «Про сервіс» – відкриває короткий опис мети, структури та основних можливостей підсистеми;
- Кнопка «Авторизація» – переведе користувача до форми входу у систему (authorization.php).

Центральна частина сторінки містить блок з назвою системи та текстовий опис призначення, де стисло зазначено функції:

- облік сівозмін;
- розрахунок балансу гумусу;
- визначення потреби в добривах;
- формування звітів;
- створення графічних даних;
- формування та завантаження звітів.

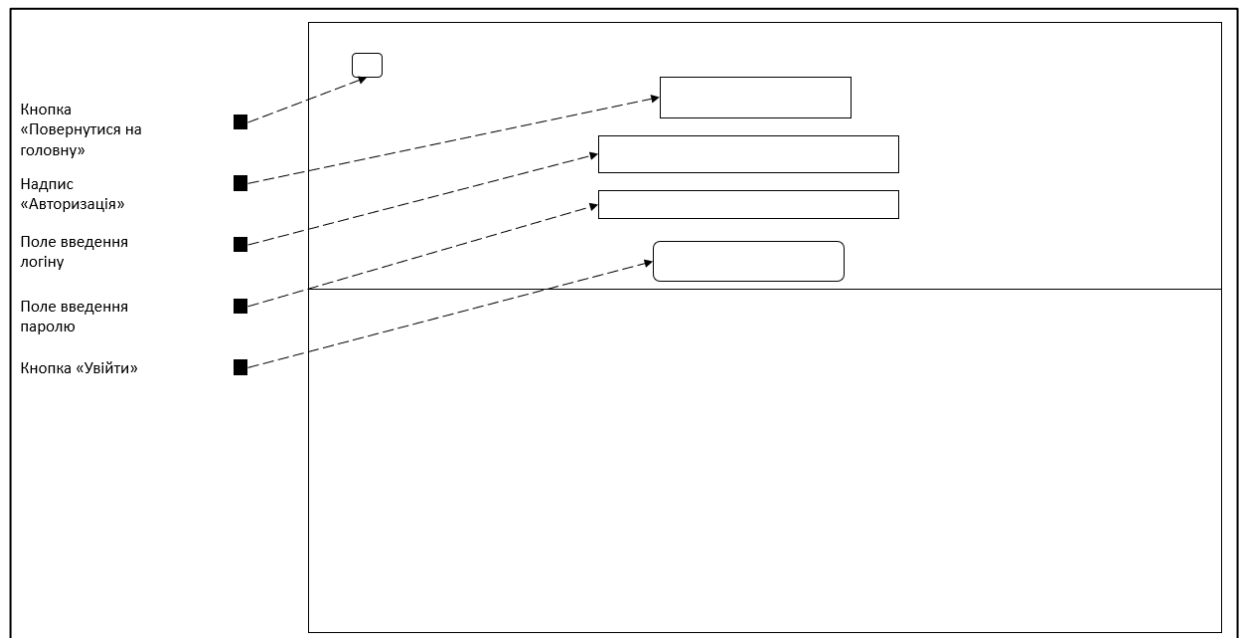


Рисунок 3.2 – Прототип інтерфейсу «Сторінка авторизації»

Джерело: запропоноване автором

Сторінка авторизації є важливим елементом системи, оскільки саме через неї користувач отримує персоналізований доступ до функціоналу вебпідсистеми. Її основне призначення – забезпечення захищеного входу до облікового запису та перевірка правильності введених даних через базу користувачів (Users). На цьому етапі ініціалізується PHP-сесія, яка використовується для подальшого зв'язку між сторінками системи.

У верхній частині сторінки розташовано навігаційний блок, що містить кнопку «Повернутися на головну». Вона дозволяє швидко повернутися до стартового екрана без необхідності оновлення сторінки вручну. Такий підхід покращує зручність використання й відповідає принципам UX-дизайну.[16]

Основну частину сторінки займає форма авторизації, що складається з кількох структурних елементів:

- Заголовок “Авторизація”, який чітко вказує на призначення сторінки;
- Поле введення логіну, де користувач вводить свій обліковий запис (збігається зі значенням поля login у таблиці Users бази даних);
- Поле введення паролю, яке приховує введені символи та перевіряється шляхом співставлення з хешованим значенням у базі;
- Кнопка “Увійти”, що активує серверну перевірку даних через SQL-запит і в разі успіху ініціює створення сесії `$_SESSION['login']` із подальшим перенаправленням користувача до головного меню (service.php).

У випадку помилкового введення логіну або паролю система відображає інформаційне повідомлення про невірні дані або про відсутність користувача в базі. Повідомлення виводиться під формою червоним кольором, що забезпечує швидку візуальну ідентифікацію помилки.

Сторінка реалізована за допомогою HTML-форми з методом POST, що гарантує безпечну передачу облікових даних на сервер. Для покращення безпеки у PHP передбачено базову перевірку даних на SQL-ін'єкції та обробку порожніх значень.

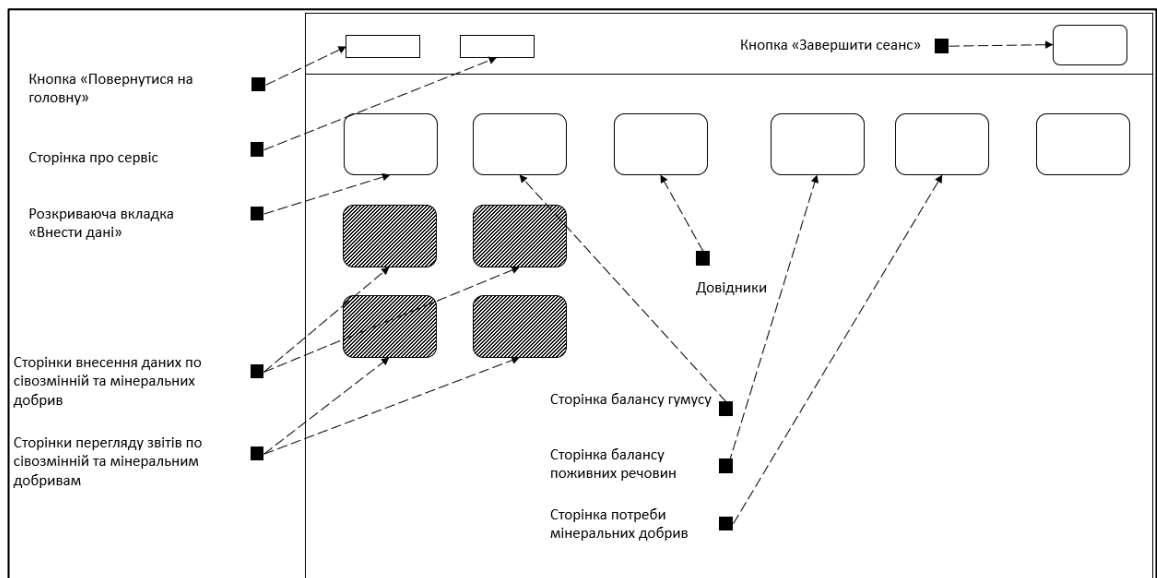


Рисунок 3.3 – Прототип інтерфейсу «Меню підсистеми»

Джерело: запропоноване автором

Головне меню є центральним елементом навігаційної структури вебпідсистеми. Саме з цієї сторінки користувач розпочинає роботу після авторизації, отримуючи доступ до всіх функціональних модулів системи. Макет побудований за принципом зручності та логічної впорядкованості, що дозволяє швидко переходити між розділами без зайвих дій.

У верхній частині розташовано універсальну навігаційну панель, яка містить:

- кнопку «Повернутися на головну» – повертає користувача на стартову сторінку (index.php);
- кнопку «Про сервіс», що відкриває довідкове вікно з коротким описом мети та призначення системи;
- кнопку «Завершити сеанс», яка виконує вихід із системи, знищуючи поточну сесію PHP і перенаправляючи користувача на сторінку авторизації.

Основна частина сторінки розділена на логічні блоки-кнопки, що відображають головні напрями роботи користувача. Кожен блок має власну

назву, короткий опис функції та візуальне оформлення у вигляді прямокутної кнопки з тінню, яка змінює відтінок при наведенні курсору.

У макеті реалізовано такі групи переходів:

1. «Внести дані» – відкриває форми введення або редагування інформації по сівозмінах і мінеральних добривах.
2. «Звіти» – веде до сторінок звітів, де відображаються результати внесених даних у вигляді таблиць (zvit_dani_sivozminy.php, zvit_vnesenja_miner_dobriv.php).
3. «Перегляд довідкових таблиць» – відкриває модуль із нормативно-довідковою інформацією (культури, регіони, добрива тощо).
4. «Баланс гумусу» – переходить до розрахункової форми балансу гумусу (rozrahunok_bh.php).
5. «Баланс поживних речовин» – відкриває модуль із формулою розрахунку NPK (rozrahunok_rojivni.php).
6. «Потреба мінеральних добрив» – активує модуль визначення рекомендованих доз мінеральних добрив (rozrahunok_mineral.php).

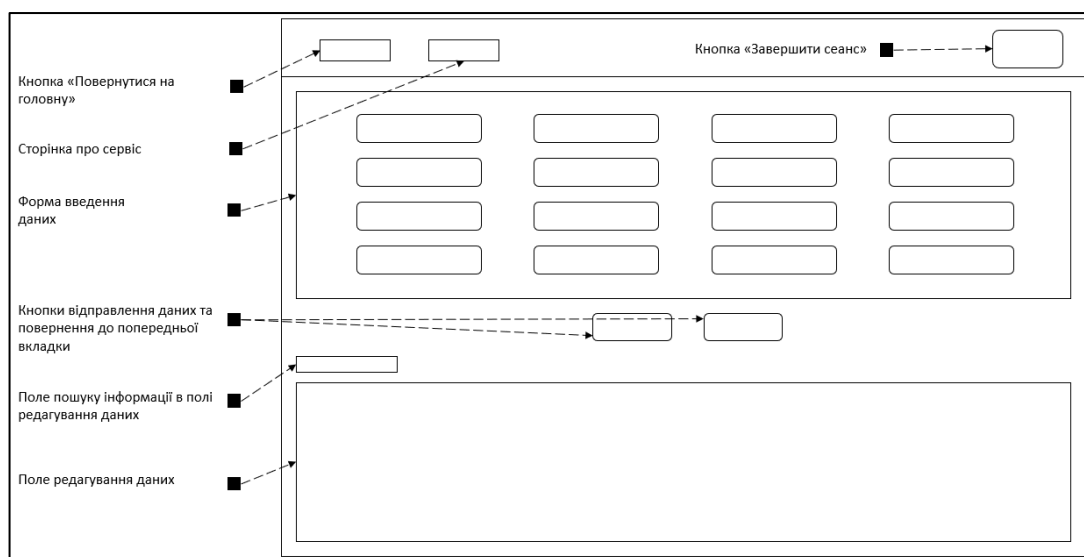


Рисунок 3.4 – Прототип інтерфейсу «Меню підсистеми»

Джерело: запропоноване автором

Сторінка введення даних є одним із ключових елементів системи, оскільки саме тут користувач здійснює додавання, редагування та оновлення

інформації про сівозміни, культури, поля та використання добрив. Вона поєднує інтуїтивний інтерфейс із функціональною простотою, що дозволяє швидко працювати навіть із великими наборами даних.

У верхній частині сторінки розташована панель навігації, спільна для всіх модулів системи:

- кнопка «Повернутися на головну», що повертає користувача до сторінки `service.php`;
- кнопка «Про сервіс», яка відкриває короткий опис призначення системи;
- кнопка «Завершити сеанс», яка виконує вихід із профілю користувача та очищення PHP-сесії.

Основну частину макету займає форма введення даних, поділена на кілька логічних блоків:

1. Поле пошуку записів. Розташоване у верхній частині форми. Дозволяє швидко знайти потрібний запис за назвою культури, кодом господарства або роком сівозміни. Функція реалізована через LIKE-запити до бази даних і динамічно оновлює результати без перезавантаження сторінки.
2. Поле редагування даних. Містить рядки для введення параметрів, таких як назва культури, площа поля, урожайність, кількість внесених органічних чи мінеральних добрив тощо. Для зручності кожне поле має візуальну підказку-плейсхолдер, який показує приклад заповнення.
3. Кнопки керування формою. У нижній частині розміщено дві основні кнопки:
 1. «Відправити» – виконує збереження або оновлення записів у таблицях `Dani_sivozminy`, `Org_dobryva` чи `Mineral_dobryva`;
 2. «Повернутися» – дозволяє повернутися на попередню сторінку або в головне меню без збереження змін.

Після успішного надсилання даних система виводить повідомлення про результат операції (успішне збереження, помилка введення, дублювання запису тощо). Для контролю правильності введення використовується

клієнтська перевірка даних на JavaScript і серверна перевірка у PHP, що забезпечує коректність формату числових полів та запобігає SQL-ін'єкціям.

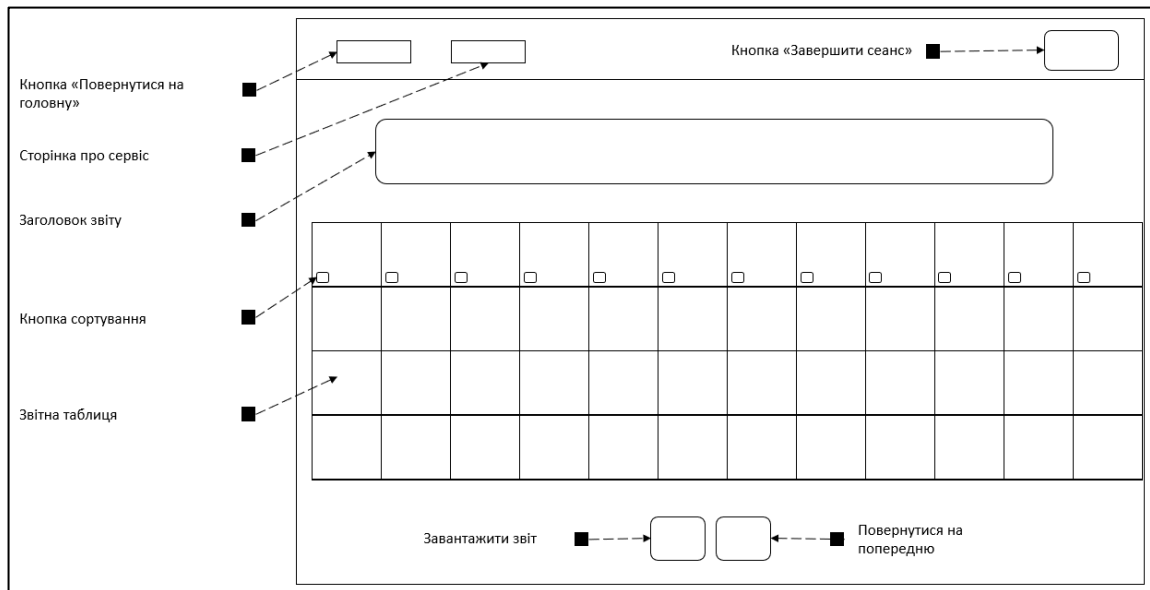


Рисунок 3.5 – Прототип інтерфейсу «Звітні сторінки»

Джерело: запропоноване автором

Звітні сторінки є невід’ємною складовою інформаційної підсистеми, оскільки саме вони забезпечують користувача можливістю переглядати результати введених даних у зручній табличній формі. Їх основне призначення – візуалізація, перевірка й аналітичне узагальнення інформації, отриманої в результаті заповнення форм сівозмін, урожайності та добрив.

У межах вебпідсистеми передбачено два основних типи звітів:

1. Звіт по таблиці “Дані сівозміни” (zvrit_dani_sivozminy.php) – відображає структуровані дані щодо сівозмін, полів і культур користувача. У таблиці наведено код господарства, номер поля, тип ґрунту, площу, культуру, урожайність, кількість внесених органічних та мінеральних добрив, а також коди попередників. Цей звіт дозволяє швидко оцінити стан агровиробничих показників на рівні окремого господарства.

2. Звіт по таблиці “Внесення мінеральних добрив” (zvit_vnesenja_miner_dobriv.php) – деталізує інформацію про використання мінеральних добрив по кожній ділянці. Тут наведено типи добрив, їх кількість (у кг/га), назви культур, а також реквізити господарства (область, район, назва агрофірми). Звіт узагальнює фактичне використання добрив і створює основу для розрахунку балансу поживних речовин.

У верхній частині кожної звітної сторінки розташовано заголовок сторінки, який динамічно формується відповідно до типу відображуваної таблиці. Поруч передбачено кнопку сортування або фільтрації, що дозволяє користувачу впорядковувати записи за роком, культурою чи полем.

Основний простір сторінки займає таблиця з даними, побудована з використанням HTML-елементів `<table>` і динамічно заповнювана за допомогою PHP-скриптів. Структура таблиці гнучка – у разі наявності великої кількості записів передбачено горизонтальну та вертикальну прокрутку. Кожен рядок відображає один запис із бази, а комірки мають контрастне чергування кольорів (білий і світло-сірий) для полегшення візуального сприйняття.

У нижній частині звітної сторінки розміщено блок керування, який включає:

- кнопку «Завантажити звіт», що дозволяє експортувати дані у формат CSV або Excel для подальшого аналізу;
- кнопку «Повернутися на попередню», яка здійснює перехід назад до головного меню (service.php).

З технічного боку таблиці генеруються за допомогою PHP-скриптів, які виконують SQL-запити типу `SELECT * FROM ... WHERE Kod_gospodarstva = ....` Таким чином, кожен користувач бачить лише власні дані, що забезпечує персоналізацію звітів і дотримання принципів інформаційної безпеки.

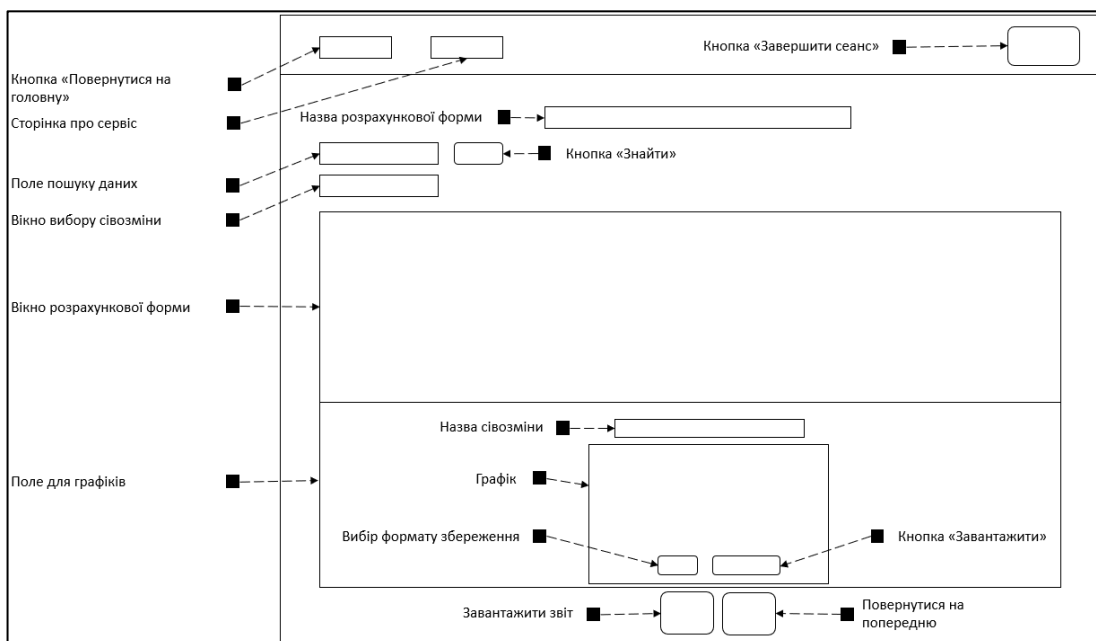


Рисунок 3.6 – Прототип інтерфейсу «Меню підсистеми»

Джерело: запропоноване автором

Сторінки розрахункових форм є ключовим аналітичним компонентом вебпідсистеми, оскільки саме тут здійснюються основні обчислення, що визначають баланс гумусу, поживних речовин та потребу в мінеральних добривах. Їх функціональність поєднує відображення табличних даних, розрахунок показників на основі методичних формул і можливість візуалізації результатів у графічному вигляді. Макети побудовані з урахуванням логічної послідовності: введення → обчислення → відображення результатів → експорт.

Усі сторінки цього типу (rozrahunok_bh.php, rozrahunok_npk.php, rozrahunok_mineral.php) мають єдину структурну схему, що складається з таких частин:

- верхня панель навігації, де розміщено кнопки «Повернутися на головну», «Про сервіс» та «Завершити сеанс»;
- область фільтрації даних, у якій користувач може вибрати сівозміну або господарство зі списку (<select>) та натиснути кнопку «Знайти» для відображення відповідних розрахунків;

- розрахункова форма, у вигляді таблиці з полями введення та виведення даних, де в окремих стовпцях подано вихідні значення, проміжні показники та результати обчислень;
- блок дій, який містить кнопки «Завантажити звіт», «Повернутися», а також елементи для побудови графіків і вибору формату збереження результатів (CSV, PDF, PNG).

Модуль “Баланс гумусу” (rozrahunok_bh.php). Цей модуль обчислює баланс гумусу в ґрунті за кожною ділянкою і сівозміною. Таблиця містить поля: назва культури, площа, урожай, урожай побічної продукції, маса рослинних решток, внесені органічні добрива, новоутворений гумус, мінералізація, баланс гумусу. Розрахунки виконуються на сервері відповідно до формул, реалізованих у PHP, які були попередньо апробовані у шаблоні Excel. Після обчислень результати підсумовуються автоматично – для кожної культури, а також загалом по господарству. В нижній частині сторінки відображається інтерактивний графік співвідношення утворення та втрат гумусу, побудований з використанням бібліотеки *Chart.js*.

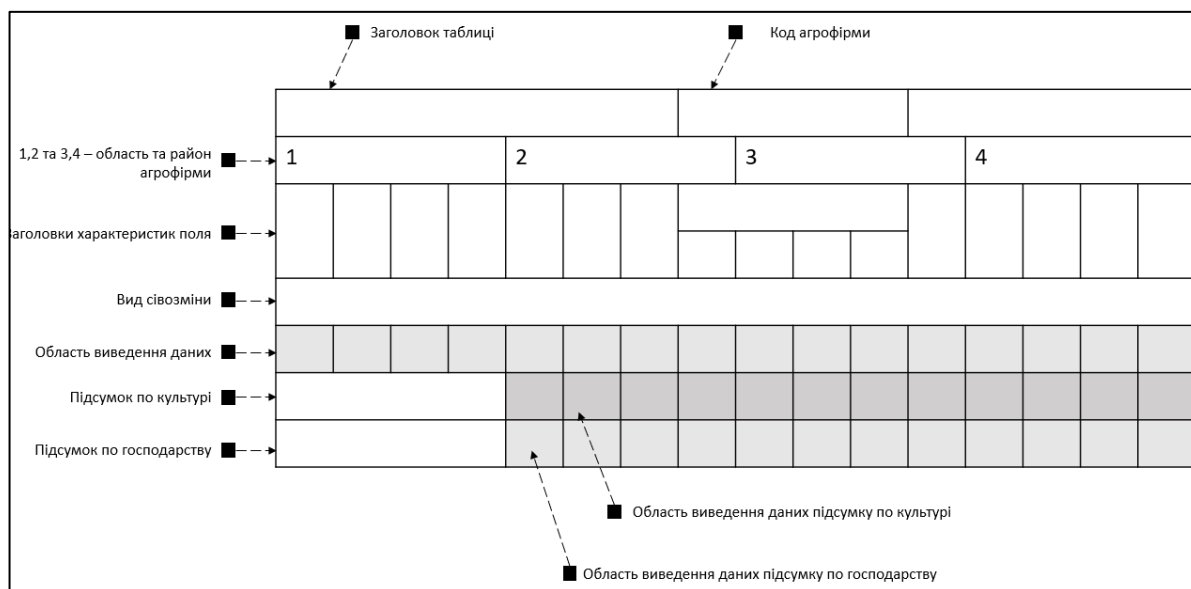


Рисунок 3.7 – Прототип інтерфейсу «Баланс гумусу»

Джерело: запропоноване автором

Модуль “Баланс поживних речовин” (rozrahunok_rojivni.php). Сторінка відображає баланси основних елементів живлення – азоту (N), фосфору (P) і калію (K). Для кожного елемента створено три блоки: надходження, втрати та баланс ($\pm$), що розраховуються автоматично після вибору сівозміни. Таблиця має розділену структуру з кольоровими заголовками для кожного елемента, що підвищує наочність. Результати розрахунків також візуалізуються у вигляді стовпчикових діаграм, які демонструють співвідношення надходжень і втрат для обраних культур.

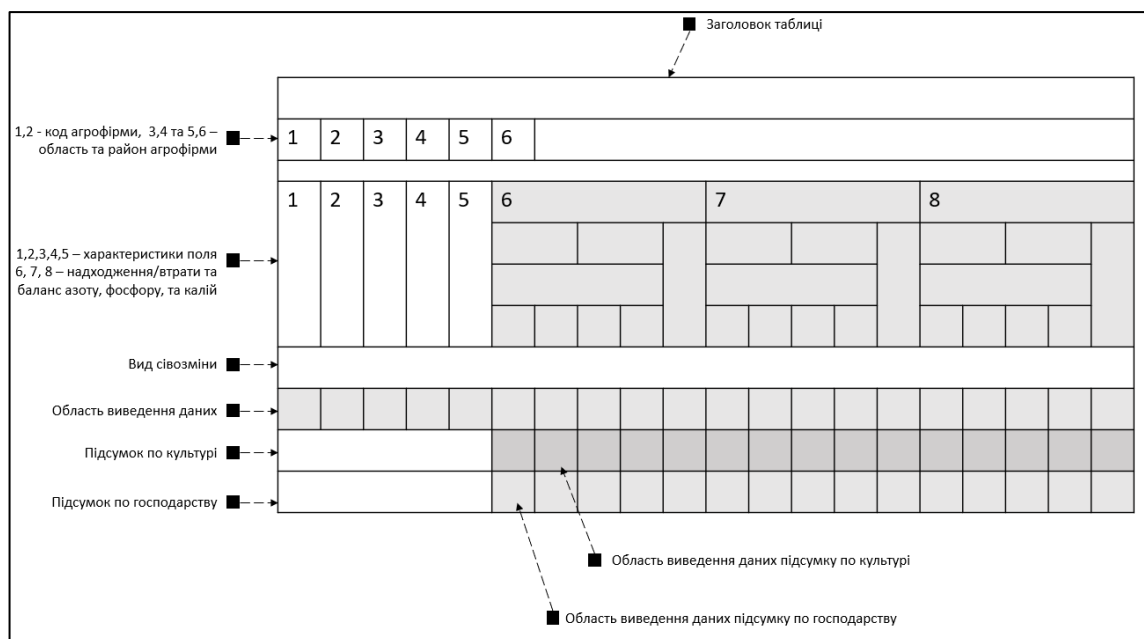


Рисунок 3.8 – Прототип інтерфейсу «Баланс поживних речовин»

Джерело: запропоноване автором

Модуль “Потреба мінеральних добрив” (rozrahunok_mineral.php). Ця сторінка завершує цикл аналітичних розрахунків, визначаючи оптимальну кількість мінеральних добрив для відновлення родючості ґрунтів. Таблиця містить поля:

- назва культури,
- площа, урожайність,
- кількість органічних добрив,

- рекомендована норма N, P, K (кг/га)
- загальна кількість N, P, K

. Розрахунок виконується шляхом порівняння дефіциту елементів (з попереднього модуля) з ефективністю їх використання добривами. Наприкінці таблиці формується підсумковий рядок – “Потреба мінеральних добрив на прогнозний урожай”.

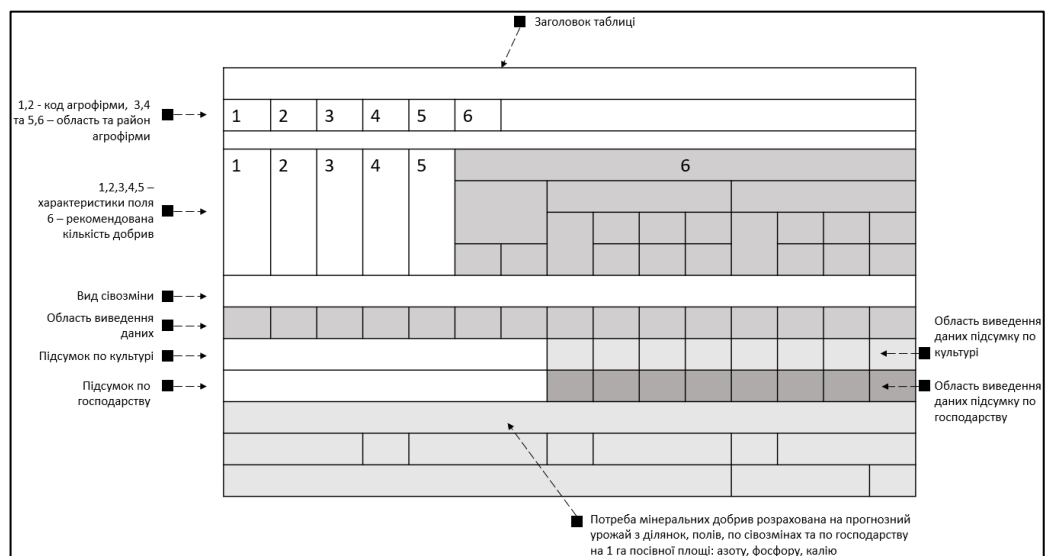


Рисунок 3.9 – Прототип інтерфейсу «Потреба мінеральних добрив»

Джерело: запропоноване автором

З технічного боку розрахункові сторінки використовують динамічну генерацію таблиць за допомогою PHP і MySQL-запитів зі сторони серверу, та chart.js зі сторони користувача. Дані вибираються відповідно до користувацької сесії, тому кожен користувач бачить лише свої господарські записи. Розрахунки виконуються без перезавантаження сторінки через технологію AJAX, що забезпечує швидкість і плавність роботи інтерфейсу.

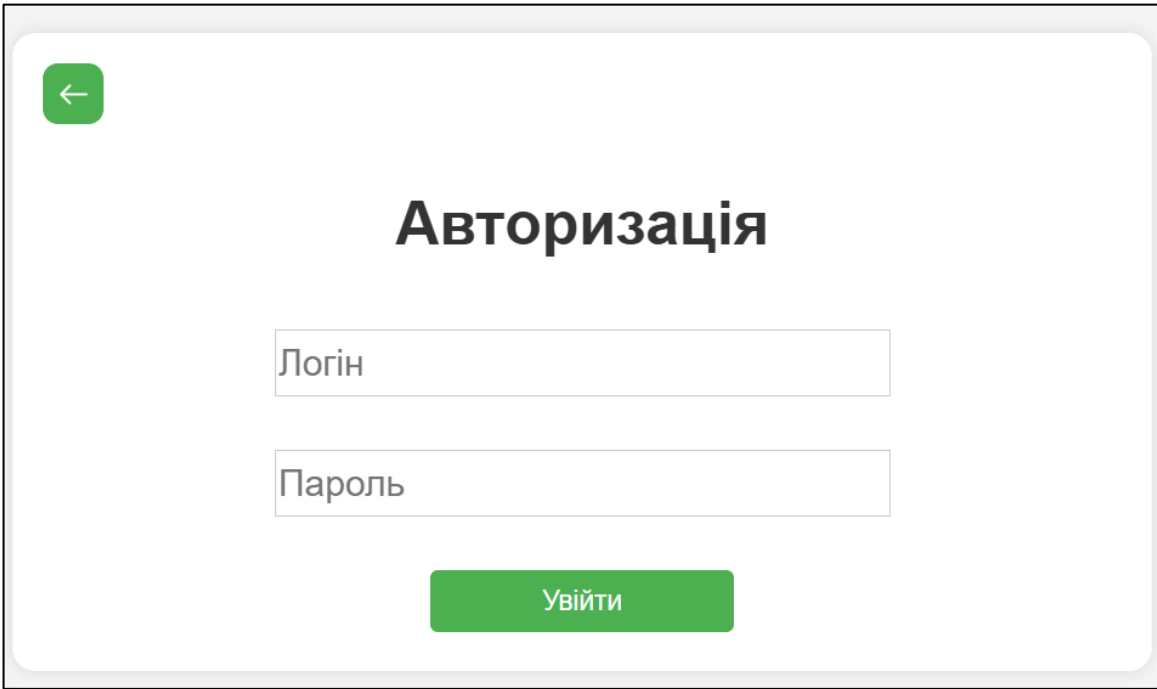
3.2 Програмна реалізація, розрахункових модулів та їх тестування

У результаті розроблення та впровадження було створено повнофункціональну вебпідсистему, яка забезпечує автоматизований

розрахунок балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті, формування звітів і візуалізацію результатів у зручній інтерактивній формі. Підсистема реалізована мовою PHP із використанням бази даних MySQL та технологій HTML, CSS, JavaScript і AJAX, що забезпечують динамічне оновлення інформації без перезавантаження сторінок.

Система складається з низки взаємопов'язаних сторінок, кожна з яких виконує певну функціональну роль у процесі роботи користувача – від авторизації до формування звітів і побудови графіків.

Першим етапом роботи користувача є авторизація. На сторінці входу реалізовано перевірку правильності заповнення полів та коректності облікових даних (логін і пароль). У разі відсутності користувача або помилки у введенні паролю система виводить повідомлення про некоректний вхід, не допускаючи доступу до робочих модулів. При успішному вході створюється PHP-сесія, що ідентифікує користувача протягом усієї роботи із системою.



←

Авторизація

Логін

Пароль

Увійти

Рисунок 3.10 – Сторінка авторизації

Джерело: запропоноване автором

Після входу користувач переходить до основного робочого середовища (рисунок ...), де доступні основні інструменти для роботи з даними.

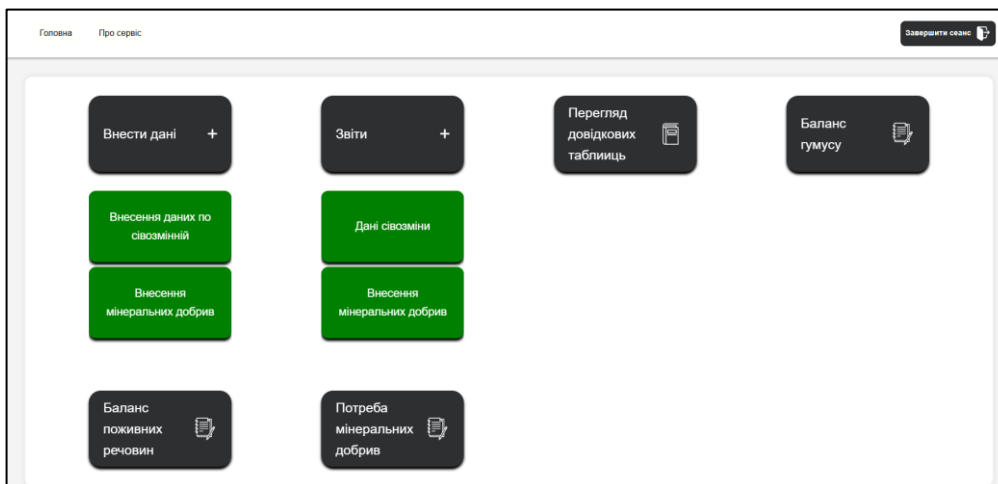


Рисунок 3.11 – Головне меню

Джерело: запропоноване автором

Сторінки введення інформації (FORM_Dani_sivozminy.php, FORM_Vnesennja_mineral_dobryv.php) забезпечують додавання нових записів про сівозміни, культури та внесення добрив. Вона передбачає контроль заповненості полів: у всіх полях, окрім «номер поля» та «номер ділянки» передбачено обов'язкове введення числових значень, тому вжито запобігання введення букв чи символів. На рисунку 12 ми бачимо, що курсор стоїть в полі «Вміст N в ґрунті:», а також відбувається натискання на літеру, при цьому вона не відображається в ячейці, це свідчить про те, що система працює правильно і не допускає введення не коректних даних.

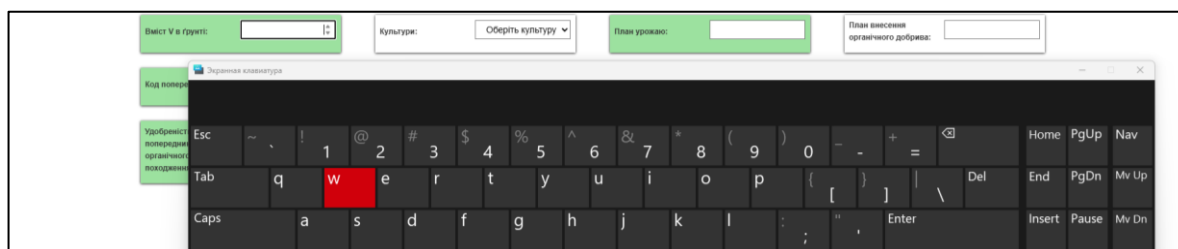


Рисунок 3.12 – Тестування коректності введення даних

Джерело: запропоноване автором

Після надсилання форми виконується перевірка правильності даних і запис у відповідні таблиці бази даних.

Крім внесення нової інформації, реалізовано редагування даних – користувач може оновити існуючі записи, наприклад змінити урожайність або кількість добрив. Зміни одразу зберігаються в базі даних, а таблиці на сторінці оновлюються без перезавантаження. Такий механізм реалізовано завдяки використанню AJAX-запитів, що забезпечує швидкість і зручність роботи.

Нижче наведено спробу змінити дані в таблиці. В якості прикладу спробуємо змінити «кількість мінеральних добрив».

Пошук... Знайти									
	id	Код мінерального добрива	Кількість мінерального добрива	Код господарства	Код сівозміни	Номер поля	Номер ділянки	Тип ґрунту	Площа ділянки
 	1	Аміачна вода 2-й сорт	136	agrofirma1001	Перша польова сівозміна	0000000001	4	1	30
 	8	Сильвініт	6	agrofirma1001	Друга польова сівозміна	0000000685	897	1	80
 	10	Простий суперфосфат	2	agrofirma1001	Друга польова сівозміна	0000000002	5	A	30

Рисунок 3.13 – Таблиця редагування даних

Джерело: запропоноване автором

В таблиці ми бачимо, що поточне значення мінерального добрива дорівнює 136, при натисканні на олівець відкривається модальне вікно редагування даних.

Вміст V в ґрунті: 140	Культури: Пшениця яра	План урожаю: 50
План внесення органічного добрива: 46	Код попередника: 0000000001	Удобреність попередника: 20
Удобреність попередника P: 25	Удобреність попередника K: 22	Удобреність попередника органічного походження: 30
Органічні добрива: Рідка фракція нео	Мінеральні добрива: Аміачна вода 2-й	Кількість мінерального добрива: 140

Зберегти зміни

Рисунок 3.14 – Модальне вікно редагування даних

Джерело: запропоноване автором

У вікні ми змінюємо значення, після чого натискаємо кнопку «зберегти зміни». Таким чином, кількість мінерального добрива складає 140.

Пошук... Знайти									
	id	Код мінерального добрива	Кількість мінерального добрива	Код господарства	Код сівозміни	Номер поля	Номер ділянки	Тип ґрунту	Площа ділянки
	1	Аміачна вода 2-й сорт	140	agrofirma1001	Перша польова сівозміна	0000000001	4	1	30
	8	Сильвініт	6	agrofirma1001	Друга польова сівозміна	0000000685	897	1	80
	10	Простий суперфосфат	2	agrofirma1001	Друга польова сівозміна	0000000002	5	A	30

Рисунок 3.15 – Результат редагування поля «Кількість мінерального добрива»

Джерело: запропоноване автором

Для перегляду введених даних і результатів розрахунків передбачено звітні сторінки (zvit_dani_sivozminy.php), які відображають узагальнену інформацію по вибраному господарству або сівозміні.

Користувач може здійснювати пошук даних за ключовими полями (назва культури, рік, код господарства), що реалізовано через динамічний фільтр пошуку. Таблиці звітів мають зручну структуру, а дані оновлюються автоматично після зміни параметрів вибору, що дозволяє оперативно переглядати актуальні результати розрахунків.

Виведення звіту супроводжується функцією експорту у формат Excel, реалізованою через допоміжний модуль dw_danisivozminy.php. Основна сторінка zvit_dani_sivozminy.php ініціює запит до цього модуля, передаючи параметри вибраного господарства або сівозміні. Файл dw_danisivozminy.php виконує SQL-запит до бази даних, формує масив результатів і перетворює його у структуру електронної таблиці.

Після цього браузер пропонує завантаження сформованого документа. Такий підхід забезпечує повну відповідність між відображеними на екрані даними та збереженим файлом, а також дозволяє архівувати звіти для подальшого використання чи передавання.

Головна
Про сервіс
Завантажити файл

Звіт по таблиці "Дані сівозміні"

Дані сівозміні

Код господарства	Код сівозміни	Номер поля	Номер ділянки	Тип ґрунту	Площа ділянки	Вміст N в ґрунті	Вміст P в ґрунті	Вміст K в ґрунті	Код культури	План урожаю	План внесення органічних добрив	Код попередника	Удобреність попередника N	Удобреність попередника P	Удобреність попередника K	Удобреність попередника органічним добривом	Код органічного добрива	Код мінерального добрива	Кількість мінерального добрива
agroftma1001	Перша польова сівозміна	0000000001	4	1	30	123	85	140	Пшениця зра	50	46	0000000001	20	25	22	30	Рідка фракція неосвітлена ВРХ	Амачна вода 2-й сорт	140
agroftma1001	Друга польова сівозміна	0000000005	897	1	30	45	60	20	Ячмінь зрий	25	40	0000000003	54	54	24	35	Рідка фракція неосвітлена сімвай	Сімвайнт	6
agroftma1001	Друга польова сівозміна	0000000002	5	A	30	51	51	60	Ячмінь озимий	15	35	0000000003	15	20	24	17	Рідка фракція освітлена	Простий суперфосфат	2

Рисунок 3.16 – Звітна сторінка

Джерело: запропоноване автором

Сторінка перегляду довідників (view_dovidkovi_form.html) забезпечує доступ до нормативно-довідкової інформації системи, включаючи списки культур, органічних і мінеральних добрив, типів сівозмін і регіонів. Всі довідникові дані завантажуються з бази MySQL і відображаються у вигляді компактних таблиць із можливістю прокручування.

Код добрива мінерального	Ім'я мінерального добрива	Вміст N	Вміст P	Вміст K
0000000001	Аміачна вода 1-й сорт	20.5	0	0
0000000002	Аміачна вода 2-й сорт	18	0	0
0000000003	Аміачна селітра	34	0	0
0000000004	Простий суперфосфат	0	20	0
0000000005	Подвійний суперфосфат	0	49	0
0000000006	Фосфоритне борошно	0	25	0
0000000007	Сильвініт	0	0	16
0000000008	Калініт	0	0	0
0000000009	Хлористий калій	0	0	62
0000000010	Калійна сіль	0	0	40

Рисунок 3.17 – Сторінка довідників

Джерело: запропоноване автором

Ключовим елементом підсистеми є розрахункові модулі, що реалізують методики визначення балансу гумусу, поживних речовин (NPK) і потреби мінеральних добрив.

Після вибору сівозміни користувач може виконати розрахунок, і система автоматично обчислює показники відповідно до методичних формул. Результати подаються у вигляді таблиць, що містять вихідні дані, проміжні величини й підсумкові значення.

На сторінках “Баланс гумусу”, “Баланс поживних речовин у ґрунті у сівозмінах” та “Розрахунок потреби мінеральних добрив” реалізовано функціонал динамічного оновлення таблиць при зміні параметрів.

Головна
Про сервіс
Завершити сеанс

Розрахунок потреби мінеральних добрив

Знайти

Друга польова сівозм

Розрахунок потреби мінеральних добрив														
Агрофірма	agrofirma1001	Район	Сумський район	Область	Сумська область									
Номер поля	Номер ділянки	Найменування культури	Площа ділянки, га	Урожай, ц/га	Рекомендована кількість добрив									
					Органічних добрив тонн		на 1 га, кг д.р			на всю площу, ц д.р				
							в тому числі			в тому числі				
					на 1 га	всього	NPK	N	P	K	NPK	N	P	K
Друга польова сівозм														
0000000685	897	Ячмінь ярий	80	25	40	3200.00	0.96	0.00	0.00	0.96	0.77	0.00	0.00	0.77
Всього по культурі "Ячмінь ярий"					40.00	3200.00	0.96	0.00	0.00	0.96	0.77	0.00	0.00	0.77
0000000002	5	Ячмінь озимий	30	15	35	1050.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00
Всього по культурі "Ячмінь озимий"					35.00	1050.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00
Всього по господарству					75.00	4250.00	1.36	0.00	0.40	0.96	0.89	0.00	0.12	0.77
Потреба мінеральних добрив розрахована на прогнозний урожай з ділянок, полів, по сівозмінах та по господарству.														
На 1 га посівної площі:			0.00	кг азоту,			0.40	кг фосфору (P ₂ O ₅),			0.96	кг калію (K ₂ O)		
											калійних -		0.77	

Друга польова сівозм

Потреба NPK по культурах

■ Азот (N)
 ■ Фосфор (P)
 ■ Калій (K)

PDF
Завантажити

Рисунок 3.18 – Приклад розрахункової сторінки

Джерело: запропоноване автором

Підсумкові дані візуалізуються у вигляді інтерактивних діаграм, створених за допомогою бібліотеки Chart.js. Графіки відображають співвідношення утворення і втрат гумусу, баланс елементів живлення (N, P, K), а також прогнозовану потребу у внесенні добрив.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішено комплексне завдання розроблення, наукового обґрунтування та впровадження інформаційної підсистеми для розрахунку балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті. Робота спрямована на вдосконалення процесів оцінювання стану родючості ґрунтів і забезпечення сталого управління агроландшафтами засобами сучасних інформаційних технологій. Проведене дослідження поєднує теоретичні основи агрохімії з практичними методами моделювання та цифрової обробки даних, що дозволило створити ефективний веборієнтований інструмент для аналітичної підтримки прийняття рішень у сільськогосподарському виробництві.

Здійснено теоретико-аналітичне обґрунтування проблеми збереження родючості ґрунтів і необхідності автоматизації розрахунків балансу гумусу та поживних речовин.

Проведено аналіз сучасного стану предметної області, розглянуто екологічні та технологічні чинники, які впливають на процеси гуміфікації та мінералізації органічних речовин.

Було проаналізовано існуючі програмні рішення в галузі агроінформатики – як зарубіжні, так і вітчизняні – та встановлено, що більшість із них не враховують специфіку українських кліматичних умов, структури сівозмін і нормативів застосування добрив. Показано, що створення власної національної вебпідсистеми дозволить уніфікувати методикку розрахунку, стандартизувати довідкові показники й забезпечити зручний доступ користувачів до результатів аналізу.

Розроблено концептуальну модель майбутньої інформаційної підсистеми та описано логічну структуру бази даних. Визначено основні інформаційні сутності інформаційної технології та встановлено між ними реляційні зв'язки та побудовано структурно-функціональну модель, що

описує рух інформаційних потоків між користувачем, базою даних і серверною частиною програми.

Для реалізації програмної частини обґрунтовано вибір стеку технологій: PHP як основної серверної мови, MySQL як СУБД, HTML/CSS/JavaScript як інструментів клієнтського рівня, а також бібліотеки Chart.js для графічної візуалізації результатів розрахунків.

У межах роботи було створено логічну схему таблиць, визначено їх атрибути, ключі та зв'язки. Такий підхід дозволив сформувати гнучку, масштабовану структуру, придатну для подальшого розширення функціоналу системи.

А також виконано безпосередню розробку та впровадження інформаційної технології. Система реалізує алгоритми розрахунку балансу гумусу та поживних речовин згідно з нормативними формулами. Отримані результати автоматично зберігаються у базі даних та можуть бути експортовані у формат Excel для подальшої обробки або друку. Забезпечено можливість фільтрації даних, пошуку за культурами, роками, кодами господарств, а також побудову інтерактивних графіків на основі користувацького вибору.

Реалізація технології AJAX дала змогу здійснювати динамічне оновлення даних без перезавантаження сторінки, що покращує зручність роботи користувача та швидкість обчислень. Система протестована на реальних наборах даних, що підтвердило її працездатність і ефективність у порівнянні з традиційним ручним підходом.

Наукова новизна роботи полягає у створенні інформаційної підсистеми нового типу, яка поєднує агрохімічну методологію розрахунків із сучасними вебтехнологіями. Запропонована система не лише виконує обчислення, а й автоматизує процеси обліку, аналізу та представлення результатів, забезпечуючи комплексний підхід до управління родючістю ґрунтів.

Методологічно новим є використання багаторівневої архітектури (дані – логіка – представлення), що дозволяє розмежувати функції зберігання, обробки та візуалізації інформації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання аграрними підприємствами, агрохімічними лабораторіями, установами екологічного моніторингу та закладами освіти. Після впровадження системи користувач отримує змогу оперативно оцінювати зміни балансу гумусу та елементів живлення, що підвищує точність планування сівозмін і ефективність використання добрив.[4]

Подальше вдосконалення підсистеми доцільно здійснювати у таких напрямках:

- розширення функціоналу за рахунок підключення геоінформаційних модулів (GIS) для побудови карт балансу гумусу та просторового аналізу родючості; [1]
- реалізація прогнозних моделей на основі методів машинного навчання для передбачення динаміки агрохімічних показників;
- створення мобільного клієнта для спрощеного доступу користувачів до бази даних і введення польових спостережень у режимі реального часу;

Таким чином, поставлені у роботі цілі досягнуто, усі завдання виконано, а результати дослідження мають перспективу подальшого використання в науковій і виробничій діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 11+ Applications of GIS In Soil Mapping | Spatial Post. *Spatial Post*. URL: <https://www.spatialpost.com/applications-of-gis-in-soil-mapping/> (date of access: 07.12.2025).
2. An Awesome Guide To Prototyping In User Interface Design. *CareerFoundry*. URL: <https://careerfoundry.com/en/blog/ui-design/the-value-of-prototyping-in-ui-design/> (date of access: 07.12.2025).
3. How to Develop a Logic Model. *The Compass for SBC*. URL: <https://thecompassforsbc.org/how-to-guide/how-develop-logic-model-0> (date of access: 08.12.2025).
4. Precision Agriculture for Sustainable Soil and Crop Management. *IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen*. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/82490> (date of access: 07.12.2025).
5. Stack Overflow Developer Survey 2023. *Stack Overflow*. URL: <https://survey.stackoverflow.co/2023/#section-most-popular-technologies-programming-scripting-and-markup-languages> (date of access: 07.12.2025).
6. W3Schools.com. *W3Schools Online Web Tutorials*. URL: https://www.w3schools.com/css/css_intro.asp (date of access: 07.12.2025).
7. W3Schools.com. *W3Schools Online Web Tutorials*. URL: https://www.w3schools.com/html/html_intro.asp (date of access: 07.12.2025).
8. W3Schools.com. *W3Schools Online Web Tutorials*. URL: https://www.w3schools.com/js/js_intro.asp (date of access: 07.12.2025).
9. What Is a Data Dictionary? | UC Merced Library. *UC Merced Library | Not what other research libraries are, what they will be*. URL: <https://library.ucmerced.edu/data-dictionaries> (date of access: 08.12.2025).

- 10.Дегтярьов В., Крохін С. Баланс гумусу : методичні вказівки до вивчення теми «Походження, склад, властивості, агрономічне значення органічної частини ґрунту» дисципліни «Ґрунтознавство» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 201 «Агрономія» освітньої траєкторії «Агрохімія і ґрунтознавство». SBTU.repo URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/b34d139e-0ea1-4416-bd0d-5f0520353442/content> (дата звернення: 07.12.2025).
- 11.Реляційні бази даних. *Relational databases*. URL: https://rdb.dp.ua/uk/chapter_02#2.5 (дата звернення: 07.12.2025).
- 12.Стан українських ґрунтів: як було і до чого ми прийшли? – журнал Пропозиція. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/ctan-ukrayinskyh-gruntiv-yak-bulo-i-do-chogo-my-pryyshly> (дата звернення: 06.12.2025).
- 13.Учасники проєктів Вікімедіа. Front end та back end – Вікіпедія. *Vikimedia*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Front_end_ta_back_end (дата звернення: 07.12.2025).
- 14.Учасники проєктів Вікімедіа. phpMyAdmin – Вікіпедія. *Vikimedia*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin> (дата звернення: 07.12.2025).
- 15.Що таке PHP? - Hyperhost Wiki. HyperHost. URL: <https://hyperhost.ua/uk/wiki/chto-takoe-php> (дата звернення: 07.12.2025).
- 16.ЩО TAKE UX / UI-ДИЗАЙН. *redstone.media*. URL: <https://redstone.media/shcho-take-ux-ui-dysayn> (дата звернення: 07.12.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**На розробку інформаційної технології розрахунку балансу гумусу
у сільськогосподарських угіддях**

Погоджено:

Кандидат економічних наук, доцент кафедри
кібернетики та інформатики

Олександр В'ЮНЕНКО

СУМИ 2024

1. Призначення й мета створення вебсервісу

1.1 Призначення вебсервісу

Вебсервіс призначений для розрахунку балансу гумусу та поживних речовин в ґрунті .

1.2 Мета створення вебсервісу

Мета створення вебсервісу полягає в автоматизації процесів розрахунку балансу гумусу і поживних речовин в ґрунті

1.3 Цільова аудиторія

Цільовою аудиторією вебсервісу є агрономи територіальних громад

2. Вимоги до вебсервісу

2.1 Вимоги до вебсервісу в цілому

2.1.1 Вимоги до структури й функціонування вебсервісу

- Авторизація користувачів.
- Генерація звітів.
- Відображення та редагування даних.
- Автоматизація розрахунків балансу гумусу, поживних речовин та мінеральних добрив

2.1.2 Вимоги до персоналу

Обробка інформації виконується адміністратором вебсервісу.

2.1.3 Вимоги до збереження вебсервісу

Використання MySQL для зберігання та управління інформацією, забезпечення ефективного збору, зберігання та обробки даних.

2.1.4 Вимоги до розмежування доступу

Доступ до вебсервісу обмежений для користувачів, які не є в базі даних; можуть увійти лише ті, хто має логін і пароль.

2.2 Структура вебсервісу

2.2.1 Навігація

Сторінка сервісу містить головні вхідні, звітні та розрахункові сторінки вебсервісу

2.2.3 Наповнення вебсервісу (контент)

Включає сторінки для введення, перегляду, редагування та видалення даних, розрахункових операцій, а також формування звітів на основі отриманих даних.

2.3 Вимоги до функціонування системи

2.3.1 Потреби користувача

Забезпечення зручного користувацького інтерфейсу для введення перегляду та редагування вхідних даних, звітних сторінок та розрахункових форм.

2.3.2 Функціональні вимоги

- Реєстрація та автентифікація користувачів.
- Збір та зберігання даних.
- Генерація та візуалізація звітів.
- Можливість редагування та видалення даних.
- Проведення розрахункових операцій.

2.3.3 Системні вимоги

Системні вимоги відповідно до потреб користувачів:

- наявність авторизації.
- редагування вхідних таблиць;
- перегляд та експорт звітів;
- перегляд та експорт запитів;

2.4 Вимоги до видів забезпечення

2.4.1 Вимоги до інформаційного забезпечення

Реалізація вебсервісу відбувається з використанням:

- PHP 8.1
- MySQL 8.0
- CSS
- HTML
- JS

2.4.2 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Вебсервіс має бути виконаний українською мовою.

2.4.3 Вимоги до програмного забезпечення

Для розробки вебсервісу використовуються такі програмні компоненти та технології:

HTML, CSS, JavaScript: Використовуються для створення користувацького інтерфейсу та забезпечення його інтерактивності.

PHP: Серверна мова програмування, що використовується для обробки даних і взаємодії з базою даних.

MySQL: Система керування базами даних, яка відповідає за зберігання та управління інформацією про заходи з охорони довкілля.

3 Склад і зміст робіт зі створення застосунку

Докладний опис етапів роботи зі створення вебсервісу наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Етапи створення вебсервісу

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки
1	Постановка загальної задачі	1 день
2	Формулювання кола основних задач, які повинні бути вирішені вебсервісом	1 день
3	Підготовка контенту сайту: текст сайту, таблиці і т.д.	1 день
4	Розробка технічного завдання на створення вебсервісу	3 дні
5	Узгодження технічного завдання на створення вебсервісу	1 день
6	Розробка програмного коду сайту і зовнішнього оформлення вебсервісу	15 днів
7	Розробка оптимальної блок-схеми і глибої вебсервісу	5 днів
8	Розробка оптимальної системи навігації вебсервісу	5 днів
9	Вибір оптимального типу гіперпосилань вебсервісу (кнопок системи управління)	2 дні
10	Вибір основної палітри кольорів вебсервісу	2 дні
11	Вибір типу і розміру основних шрифтів вебсервісу	1 день
12	Вибір засобу реалізації БД	2 дні
13	Проектування БД	5 днів

Продовження таблиці А.1

14	Розробка прототипу БД	5 днів
15	Наповнення БД довідковою інформацією	5 днів
16	Створення основних запитів БД	5 днів
17	Підключення БД до сайту	2 дня
18	Наповнення вебсервісу контентом	15 днів
19	Закачка сайту в Інтернет	5 днів
20	Тестування вебсервісу в складі серверу	3 дня
21	Виявлення і усунення помилок	2 дня
22	Здача вебсервісу замовнику для перевірки	1 день
23	Усунення зауважень замовника	2 дня
24	Запис і перевірка відкритого програмного коду вебсервісу замовнику на хостингу	1 день
25	Передача відкритого програмного коду вебсервісу замовнику через хостинг	1 день
	Загальна тривалість робіт	92 дня

Джерело: запропоновано автором

4. Вимоги до складу й змісту робіт із введення вебсервісу в експлуатацію

Для того, щоб вебсервісом могли користуватися фермери територіальних громад потрібно розмістити його у мережі Інтернет, тому необхідно придбати доменне ім'я та місце на хостингу. На хостинг переноситься вебсервіс і наповнення бази даних з подальшою їх доробкою.

ДОДАТОК Б

ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Визначення початку і завершення завдань, розподіл робочих навантажень та встановлення контрольних точок, моніторинг їх виконання у порівнянні з початковим планом. Корекція графіку за потреби, оптимізація використання людських і матеріальних ресурсів. Інформування команди про статус проєкту, заплановані завдання та строки їх виконання все це потрібно для успішного роботи і з усім цим допомагає Діаграма Ганта.

Основними завданнями є:

- 1. Тривалість проєкту повинна сягати не більше 5-х місяців.
- 2. Виконані такі зміни в календарі робочого часу: на останньому етапі кожна парна субота – робочий день.
- 3. Виконати складне сортування при перегляді Ганта за: початковою датою (за зростанням).

Діаграму Ганта проєкту створення вебсервісу зображено на рисунку Б.1

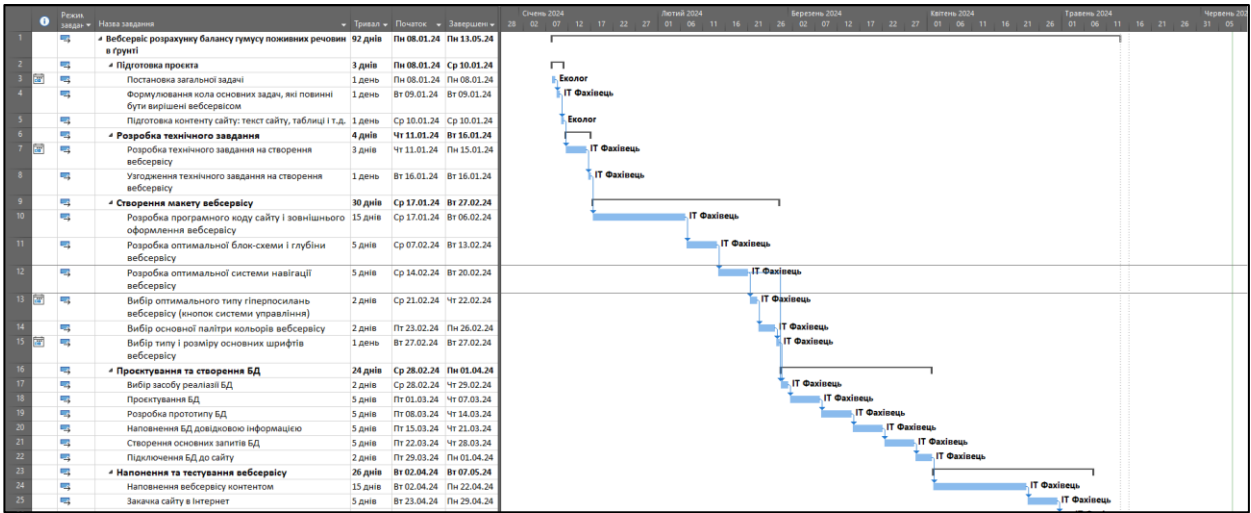


Рисунок А.1 – Діаграма Ганта

Оцінка ризиків в ІТ-проєкті створенню вебсервісу розрахунку балансу гумусу і поживних речовин в ґрунті відіграє ключову роль у забезпеченні

успішного виконання проєкту. Вона включає в себе ідентифікацію, аналіз і управління ризиками, що можуть вплинути на досягнення цілей проєкту. Основними компонентами оцінки ризиків є опис ризику, імовірність виникнення, вплив на проєкт, стратегії управління та відповідальні особи.

Таблиця А.1 – Оцінка ризиків ІТ-проєкту.

Ризики	Імовірність виникнення	Вплив на проєкт	Стратегії управління	Відповідальні особи
Втрата даних	Низька	Високий	Регулярна перевірка резервне копіювання даних, застосування шифрування	ІТ Фахівець
Відмова обладнання	Низька	Середня	Планування та впровадження запасних/резервних пристроїв, регулярне технічне обслуговування	ІТ Фахівець
Відмова сервера через перевищення навантаження	Середня	Середній	Масштабування серверної інфраструктури, впровадження механізмів автоматичного моніторингу	ІТ Фахівець
Затримка в розробці через зміни вимог	Середня	Середній	Узгодження докладних вимог до функціоналу, впровадження гнучких методологій розробки	Еколог
Проблеми з безпекою	Низька	Високий	Регулярні аудити безпеки, впровадження стандартів безпеки, навчання персоналу з питань безпеки	ІТ-фахівець

Продовження таблиці А.1

Ризики	Імовірність виникнення	Вплив на проєкт	Стратегії управління	Відповідальні особи
Зміна нормативних вимог	Низька	Високий	Моніторинг законодавства, залучення юридичних консультантів, адаптація до нових вимог	Еколог
Збої в ПЗ	Низька	Середній	Регулярна перевірка ПЗ, тестування, планування альтернативних варіантів	ІТ-фахівець

Джерело: запропоноване автором

Втрата даних може статися через недостатнє або відсутнє резервне копіювання, атаки зловмисників або шкідливе ПЗ, помилки персоналу (ненавмисне видалення або зміна даних), збої в роботі обладнання, такі як збої жорстких дисків, або природні катастрофи, наприклад, пожежі та повені.

Відмова обладнання часто викликана фізичним зношуванням компонентів, неналежним технічним обслуговуванням, використанням обладнання, яке не відповідає вимогам проєкту, перепадами напруги або іншими електричними проблемами, а також перегрівом через недостатнє охолодження.

Проблеми з сервером через перевищення навантаження може статися внаслідок неправильної оцінки навантаження під час планування, раптового сплеску користувацької активності, неоптимізованого коду або конфігурації серверів, недостатності ресурсів (ЦП, пам'ять, пропускна здатність мережі) або відсутності механізмів масштабування.

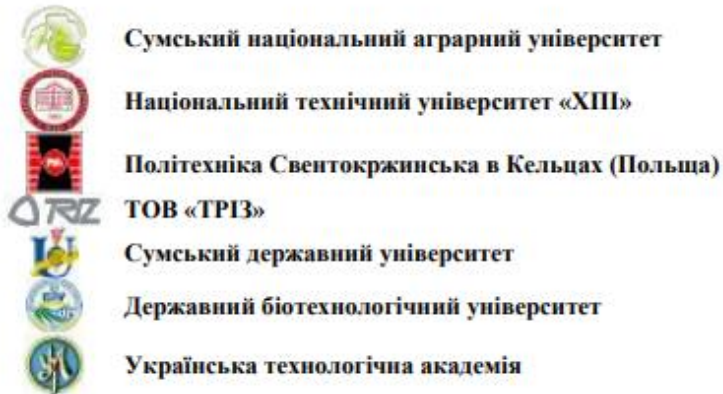
Затримка в розробці через зміни вимог часто виникає через нечітке визначення початкових вимог, зміну бізнес-цілей або стратегій, зовнішні чинники, що впливають на вимоги (наприклад, нові закони або регулювання), недостатню комунікацію між зацікавленими сторонами, а також нові конкурентні продукти або технологічні зміни, які потребують адаптації.

Проблеми з безпекою можуть виникнути через недостатню увагу до безпеки під час проєктування, відсутність регулярних аудитів безпеки, використання застарілого або уразливого ПЗ, людський фактор (соціальна інженерія, недостатня обізнаність співробітників) та відсутність чітких політик безпеки.

Зміна нормативних вимог може бути спричинена внесенням змін до законодавства або регулюючих актів, новими стандартами галузі або вимогами до сертифікації, політичними або економічними змінами, які призводять до нових регулювань, та вимогами щодо захисту даних і конфіденційності (наприклад, GDPR).

Збої в ПЗ можуть виникнути через використання ненадійних або недостатньо протестованих компонентів ПЗ, відсутність регулярних оновлень та виправлень, конфлікти між різними компонентами або версіями ПЗ, недостатнє тестування нових релізів, а також помилки програмування.

ДОДАТОК В
КОПІЇ ПУБЛІКАЦІЙ



ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

Збірник тез за матеріалами 30^{ої} міжнародної науково-
практичної конференції
(21-23 жовтня 2024 р.)

Частина I

Секції: «Інноваційні технології на транспорті»,
«Інноваційні технології в сільському господарстві»,
«Інноваційні технології в харчовій промисловості»,
«Інноваційні технології в промисловості»

Суми – 2024

<i>Мікуліна М.О. к.е.н., доцент, Новак О.В. магістрант, СНАУ, Суми</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ Й ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ МОТОБЛОКА З ЛЕМІШНО-ПОЛИЦЕВИМ ПЛУГОМ.....	141
<i>Редько Є.М., магістрант, Барабаш Г.І., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТУРБИНИ АВТОМОБІЛЯ	142
<i>Мікуліна М.О. к.е.н., доцент, Ракитянський В.О. магістрант, СНАУ, Суми</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ҐРУНТІВ РІЗНОЇ ТВЕРДОСТІ НА ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МТА ПРИ ВИКОНАННІ ОРНИХ РОБІТ.....	144
<i>Гончар Д.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБ-СЕРВІСУ ОЦІНКИ БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ	145
<i>Шевченко М.С., магістрант, Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Мудрий Я.В., здобувач PhD, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	147
<i>Сердюк А.А., магістрант, Бондарев С.Г., к.т.н., доцент, Юрченко О.Ю., ст. викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДРОБЛЕННЯ ГРУДОК НА ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ ВПРОДОВЖ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ПІСЛЯПОСІВНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ	148
<i>Мікуліна М.О. к.е.н., доцент, Задорожний Є.В. магістрант, СНАУ, Суми</i> ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ ІНЖЕКТОРНИХ РОЗПОДІЛЮВАЧІВ ПЕСТИЦИДІВ.....	149
<i>Авраменко А.М., магістрант, Шуляк М.Л., д.т.н., професор, СНАУ, Суми, Україна</i> ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ КУЛЬТУР.....	150
<i>Samoilenko V. A., student of the Master's degree programme, SNAU</i> METHOD OF DETERMINING THE LOAD CAPACITY OF THE SCRAPER OF A MANURE CONVEYOR	151
<i>Мікуліна М.О. к.е.н., доцент, Хвостенко С.В. магістрантка, СНАУ, Суми</i> ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПЕРЕСУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ЗРУШУВАННЯ	153
<i>Спичак І. О., студент, Саржанов Б. О., доцент, СНАУ, Суми, Україна;</i> ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО І ЙОГО ПРОБЛЕМИ ПІД ЧАС ВІЙНИ	154
<i>Мікуліна М.О. к.е.н., доцент, Макушенко О. В. магістрант, СНАУ, Суми</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ	156
<i>Ярошенко П.М., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна, Мартинюк А.В. к.т.н., доцент, ХНУ, Хмельницький, Україна</i> ПРО СУЧАСНІ АГРЕГАТИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ І ЗАРОБЛЯННЯ В ҐРУНТ РІДКИХ ДОБРІВ ТА ГЕРБИЦИДІВ.....	157
<i>Головач А. Л., студентка, СНАУ, Суми, Україна</i> МАШИНИ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ДОМІШОК, ЩО ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ ВІД ЗЕРЕН ОСНОВНОЇ КУЛЬТУРИ ЗА ШИРИНОЮ І ТОВЩИНОЮ.....	158
<i>Котляревський І.В. аспірант, Андрієнко О.В. студент, Рябка Д.О. студент, Харченко Ф.М., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПРИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ	159
<i>Ширяев Д.О., магістр, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ, Суми, Україна</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ У РОБОТІ КОЛІСНИХ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ	161

МТА при виконанні орних робіт дозволяє оптимізувати агротехнічні процеси, підвищити економічну ефективність господарства та забезпечити стійкий розвиток сільського господарства.

Подальший аналіз впливу ґрунтів різної твердості на роботу МТА підтверджує, що адаптація техніки до змінних польових умов є важливим фактором для підвищення ефективності агротехнічних операцій. Технології точного землеробства та моніторингу ґрунтових характеристик, такі як використання датчиків твердості ґрунту та GPS-навігації, дозволяють в режимі реального часу коригувати роботу техніки, зокрема налаштування глибини оранки, швидкості руху та тягових зусиль. Це забезпечує оптимальні умови для обробки, навіть за значної зміни твердості ґрунтів на різних ділянках поля.

Ще одним важливим аспектом є вибір типу оранки та робочих органів плуга залежно від твердості ґрунту. Наприклад, для м'яких і середньої твердості ґрунтів ефективними є лемішні плуги, тоді як для дуже твердих ґрунтів можуть бути доцільними комбіновані агрегати, що поєднують рихлення та оранку, для зменшення навантаження на робочі органи. Застосування диференційованих підходів до управління мотивацією техніки, таких як зміна режиму роботи двигуна, допомагає знизити витрати на обслуговування техніки та зменшити викиди CO₂ в атмосферу. Економічна оцінка таких підходів показує, що впровадження інноваційних рішень для роботи на твердих ґрунтах дозволяє знизити витрати на експлуатацію на 10-15% у порівнянні зі звичайними методами обробки.

Таким чином, інтеграція сучасних технологій контролю твердості ґрунту, автоматизації та адаптації робочих параметрів МТА є доцільною для підвищення продуктивності та економічної ефективності аграрного виробництва. Це дозволяє забезпечити кращі результати орних робіт, зменшити витрати на паливо та технічне обслуговування, а також підвищити якість обробки ґрунту, що безпосередньо впливає на врожайність та рентабельність господарства.

Дослідження впливу ґрунтів різної твердості на техніко-економічні показники мобільно-транспортних агрегатів (МТА) при виконанні орних робіт показало, що якість та ефективність обробки ґрунту значною мірою залежать від його фізичних властивостей. Твердий ґрунт створює додатковий опір техніці, збільшуючи витрати палива, знижуючи швидкість роботи та прискорюючи зношування робочих органів, що підвищує експлуатаційні витрати. Оптимізація роботи МТА за допомогою сучасних технологій, таких як автоматичне регулювання тягових зусиль, моніторинг твердості ґрунту, а також правильний вибір типу оранки та робочих органів, сприяє підвищенню продуктивності техніки та зниженню витрат. Інноваційні підходи, такі як адаптивні режими роботи двигуна, дозволяють зменшити енергетичні витрати та підвищити економічну ефективність господарств.

Таким чином, врахування твердості ґрунтів і застосування сучасних технічних рішень для оптимізації параметрів роботи МТА є необхідними умовами для підвищення ефективності орних робіт, зниження витрат та покращення рентабельності сільськогосподарського виробництва.

УДК 621.9.048

Гончар Д.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБ-СЕРВІСУ ОЦІНКИ БАЛАНСУ ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ

У сучасному сільському господарстві підтримка родючості ґрунту та збалансоване використання поживних речовин є одним з найважливіших питань для забезпечення сталого сільськогосподарського виробництва. Важливим аспектом управління ґрунтами є оцінка балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті для ефективного планування сільськогосподарських заходів. Запропонований веб-сервіс вирішує цю проблему шляхом автоматизації процесу оцінки балансу гумусу за допомогою сучасного інформаційного та програмного забезпечен-

ня.

Моделювання інформаційного забезпечення веб-сервісу полягає у виявленні основних інформаційних сутностей, визначенні їх атрибутів і встановленні зв'язків між ними. Цей процес дозволяє структурувати дані, необхідні для оцінки стану ґрунтів і забезпечення точних рекомендацій щодо агротехнічних заходів. Результатом моделювання є ER-модель (Entity-Relationship), яка візуально відображає інформаційні сутності і їхні зв'язки. До основних сутностей предметної області оцінки балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті відносяться:

- Сільськогосподарські ділянки: з характеристиками, такими як тип ґрунту, площа, попередні врожаї.
- Культури: із зазначенням їхніх властивостей, таких як потреба у поживних речовинах, запланований врожай.
- Мінеральні та органічні добрива: з вмістом основних елементів (азот, фосфор, калій) та їх нормами внесення.
- Попередники культур: інформація про культури, вирощувані на полі раніше, що впливають на родючість ґрунту.

Інформаційне забезпечення є важливою складовою веб-сервісу і дозволяє зберігати, управляти та обробляти великі обсяги агротехнічних даних. Управління знаннями включає збір даних про стан ґрунту, результати аналізу пестицидів, характеристики добрив, дані про сівозміну та історичні дані про врожайність. Для ефективного зберігання та обробки цих даних було обрано систему управління базами даних MySQL, одну з найпопулярніших реляційних баз даних, здатну обробляти великі обсяги інформації з високою продуктивністю.

Склад пестицидів (N, P і K) є дуже важливим фактором для оцінки здоров'я та родючості ґрунту. Вміст азоту, фосфору та калію впливає на вибір типу та кількості добрив і допомагає підтримувати баланс поживних речовин. Автоматизовані системи, що аналізують ці показники, дозволяють здійснювати динамічний моніторинг стану ґрунту та своєчасно коригувати агротехнічні заходи для оптимізації врожайності.

Інформаційна модель веб-сервісу передбачає використання клієнт-серверної архітектури, де серверна частина, реалізована за допомоги MySQL та PHP, відповідає за обробку запитів користувачів, виконання розрахунків балансу гумусу та взаємодію з базою даних. Клієнтська частина, розроблена на основі HTML, CSS, JavaScript, надає користувачам зручний інтерфейс для введення даних, перегляду звітів і отримання рекомендацій щодо сільськогосподарських заходів. Важливим елементом є інтеграція графічних даних, що дозволяє аграріям отримувати візуальне уявлення про стан ґрунту, що значно покращує ефективність прийняття рішень.

Головною особливістю проєкту є врахування агрохімічного складу ґрунту для автоматичного аналізу балансу поживних речовин. Це дозволяє адаптувати агротехнічні рекомендації в залежності від поточного вмісту азоту, фосфору та калію в ґрунті, що особливо важливо для збереження гумусу та підтримання високого рівня родючості. Крім того, система може аналізувати історичні дані та прогнозувати можливі зміни в балансі поживних речовин залежно від внесених добрив та типу вирощуваних культур.

Додатково, веб-сервіс реалізує функцію динамічних рекомендацій щодо покращення родючості ґрунтів. Ці рекомендації ґрунтуються на аналізі даних про вміст поживних речовин (N, P, K), історію врожайності та дані про внесення добрив. Система може автоматично генерувати звіти про стан ґрунтів та пропонувати оптимальні заходи для збереження або покращення балансу гумусу. Завдяки такому підходу аграрії можуть своєчасно коригувати свої дії, що забезпечує максимальну ефективність використання ресурсів і підвищення врожайності без шкоди для довготривалої родючості ґрунтів.

Впровадження цього рішення значно підвищить ефективність управління сільськогосподарськими ресурсами, зменшить ризик помилок при плануванні внесення добрив та сприятиме сталому веденню сільського господарства.

Таким чином, запропонований веб-сервіс є інноваційним інструментом для автоматизації

оцінки балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті. Його впровадження на сільськогосподарських підприємствах підвищить точність та ефективність агротехнічних заходів, сприятиме збереженню родючості ґрунту та підвищенню врожайності.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. Precision Agriculture for Sustainable Soil and Crop Management. *IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen*. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/82490> (date of access: 11.10.2024).
2. Stack Overflow Developer Survey 2023. *Stack Overflow*. URL: <https://survey.stackoverflow.co/2023/#section-most-popular-technologies-programming-scripting-and-markup-languages> (date of access: 11.10.2024).
3. Реляційні бази даних. *Relational databases*. URL: https://rdb.dp.ua/uk/chapter_02#2.5 (дата звернення: 11.10.2024).
4. Стан українських ґрунтів: як було і до чого ми прийшли? – журнал Пропозиція. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/ctan-ukrayinskyh-gruntiv-yak-bulo-i-do-chogo-my-pryushly> (дата звернення: 11.10.2024).
5. Учасники проєктів Вікімедіа. Front end та back end – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Front_end_та_back_end (дата звернення: 11.10.2024).

УДК 631.3

Шевченко М.С., магістрант, Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Мудрий Я.В., здобувач PhD, СНАУ, Суми, Україна

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Сучасне сільське господарство, орієнтоване на підвищення ефективності виробничих процесів, вимагає нових підходів до технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Одним із найбільш перспективних напрямів є впровадження методів дистанційної діагностики, що дозволяють в режимі реального часу отримувати інформацію про технічний стан машинно-тракторних агрегатів (МТА). Ці методи забезпечують можливість не тільки вчасно виявляти несправності, але й прогнозувати терміни проведення технічного обслуговування, оптимізуючи витрати на ремонт та запобігаючи аварійним зупинкам техніки.

Основні аспекти дистанційної діагностики:

1. Моніторинг технічного стану в реальному часі: Завдяки використанню сучасних датчиків і телематичних систем, таких як JD Link або AMS, можливим стало відстеження показників роботи тракторів та інших машин безпосередньо під час виконання польових робіт. Це включає контроль температури двигуна, тиску в системах, рівня мастила, витрати пального та інших важливих параметрів.
2. Прогнозування технічного обслуговування: Завдяки зібраним даним про роботу техніки можна заздалегідь визначити, коли потрібне технічне обслуговування або заміна окремих компонентів. Це значно знижує ризик несподіваних поломок та зменшує витрати на аварійні ремонти. Методи дистанційної діагностики дозволяють застосовувати планово-попереджувальне технічне обслуговування, яке базується на фактичному стані вузлів та агрегатів, а не на застарілих планових графіках ТО.
3. Підвищення ефективності експлуатації техніки: Використання дистанційної діагностики дозволяє оптимізувати режими роботи техніки, знижуючи витрати пального та збільшуючи продуктивність. Датчики можуть виявляти неефективні режими роботи двигуна чи гідравлічної системи, що дозволяє операторам вчасно вносити корективи.
4. Оперативна реакція на несправності: У разі виявлення несправностей система дистанцій-

**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)

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 ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ.....	356
Гервольський М.Д. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО РОЗРОБКИ БІОМЕТРИЧНОГО ТЕРМІНАЛУ.....	357
Кримов Д.О. АНАЛІЗ ТА ПРОЄКТУВАННЯ 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 ПРОЄКТУ 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
Сосєдко Д.С. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ВІДДІЛУ НТТМ.....	362
Ярмоленко С.В. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ПРОЄКТУВАННЯ 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
Заїка 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
Лавріненко 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
Устик 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

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ І ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ

Гончар Д.О, студ. 2м. курсу ФЕІМ, спец. 126 «Інформаційні системи та технології»

Науковий керівник: доц. О. Б. В'юненко

Сумський НАУ

Проблема збереження ґрунтової родючості є однією з ключових у розвитку сучасного сільського господарства. Внаслідок інтенсивного використання ріплі та недотримання збалансованих систем удобрення в багатьох регіонах України фіксується тривале зниження запасів гумусу та погіршення агрохімічного стану ґрунтів. За даними наукових установ, зменшення вмісту гумусу відбувається в середньому на 0,05–0,1 % за рік, що знижує потенціал урожайності та підвищує ризики деградаційних процесів. У цих умовах актуальним є створення ефективних інструментів, які дозволять оперативно оцінювати баланс гумусу та поживних речовин з використанням цифрових технологій та адаптованих до національних нормативів методик.

Метою роботи є удосконалення веборієнтованої інформаційної підсистеми розрахунку балансу гумусу та поживних елементів на основі комплексної інтеграції агрохімічних моделей, оптимізації структури бази даних та впровадження алгоритмів, здатних виконувати повний спектр обчислень для різних культур та агротехнологій. Підсистема має забезпечувати точні розрахунки, зручність використання, аналітичність та можливість довготривалого зберігання результатів.

Аналіз існуючих програмних рішень показав, що більшість застосунків не враховують національні нормативи та регіональні особливості, а також не надають інструментів моніторингу динаміки стану ґрунтів. Вітчизняні рішення часто обмежуються локальними застосунками, що унеможлиблює системне накопичення інформації. Тому необхідною є розробка та удосконалення веборієнтованих підсистем, що поєднують гнучкість, доступність та наукову точність.

Створена підсистема побудована за тришаровою архітектурою: рівень даних (MySQL), логічний рівень (PHP) та рівень представлення (HTML/CSS/JavaScript). Удосконалена структура даних забезпечує раціональне зберігання нормативів, культур, добрив, показників рослинних решток та проведених розрахунків. Сутності зв'язані відповідно до вимог нормалізації, що дозволило уникнути дублювання та підвищило ефективність роботи запитів, а також створити основу для подальшого масштабування.

Особливу увагу приділено алгоритмізації розрахунку балансу гумусу. Реалізовано модель, що включає: визначення маси надземних і кореневих решток, обчислення їх гумусоутворюючої здатності за коефіцієнтами гуміфікації, врахування надходження органічної речовини з добрив, оцінку нормативних втрат унаслідок мінералізації та побудову підсумкового балансу. Методичну основу становлять регресійні рівняння формування рослинних решток, коефіцієнти гуміфікації, показники виносу гумусу та елементів живлення.

Важливим аспектом є те, що підсистема не обмежується лише обчисленнями, а забезпечує формування зручного та наочного представлення результатів. Одним із напрямів подальшого розвитку є створення модуля візуалізації, який дозволить відображати підсумкові показники балансу гумусу та поживних елементів у вигляді діаграм, графіків та порівняльних візуальних схем. Такий підхід підвищує інформативність результатів, спрощує аналіз динаміки, дозволяє користувачу оперативно оцінювати вплив різних технологічних рішень на родючість ґрунту та робить підсистему більш зручною для практичного застосування.

Новизною роботи є комплексне поєднання агрохімічних нормативів, математичної моделі утворення гумусу та сучасної вебархітектури, що дозволяє створити універсальний інструмент для агрономічного аналізу. Такий підхід забезпечує можливість автоматизованої оцінки родючості ґрунтів на основі стандартизованих методик, підвищує точність обчислень і створює передумови для подальшого розвитку підсистеми у напрямку поглибленого моніторингу та підтримки прийняття управлінських рішень у землеробстві.

Практична цінність полягає в можливості використання підсистеми для планування удобрення, оцінки дотримання балансового підходу, запобігання деградації ґрунтів і підтримки прийняття управлінських рішень. Отримані результати можуть бути впроваджені у діяльність агропідприємств, навчальних закладів та установ, що займаються контролем стану ґрунтових ресурсів.

Список використаних джерел

1. K. Moran, The characteristics of minimalism in web design, 2015. URL: <https://www.nngroup.com/articles/characteristics-minimalism/>.
2. L. Carney, Web design trends and statistics 2022 – putting users first, 2022. URL: <https://www.websitebuilderexpert.com/designingwebsites/web-design-trends-2020/>.

ДОДАТОК Г

ЛІСТНИГИ ПРОГРАМ

Лістинг основних файлів керування роботою додатку:

Index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
  <title>Головна сторінка</title>
  <link rel="stylesheet" href="styles/main_page.css">
  <script src="scripts/authorization.js"></script>
  <script src="scripts/clock.js"></script>
  <script src="scripts/parallax_effect.js"></script>
</head>
<body>
  <header class="parallax-header">
    <div class="header_box" id="">
      <div class="header_bg" id="parallax"></div>
      <div class="header">
        <ul class="menu">
          <li class="menu_list">
            <a href="index.html" class="menu_link">Головна</a>
          </li>
          <li class="menu_list">
            <a href="" class="menu_link">Про сервіс</a>
          </li>
        </ul>
```

```

        <div class="login_box">
            </a>
        </div>
    </div>
    <div class="text_header">
        <div class="text_header_container">
            <div class="header_title"><span class="black">Green</span><span
class="white">Mate</span></div>
            <div class="header_low_title">Вебсервіс розрахунку балансу гумусу і
поживних речовин в ґрунті</div>
        </div>
    </div>
    <div class="clock" id="clock">
        <div class="clock_container">
            <div class="clock_img"></div>
            <div class="date" id="date"></div>
            <span id="hours"></span> :
            <span id="minutes"></span>
        </div>
    </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</header>
    <div class="content">
        <div class="desription_content">
            <div class="desription_box" onclick="Authorization()">
                <div class="title">Занесення даних про сівозмінні та мінеральні
добрива</div>
            </div>
        </div>
    </div>

```

```

<div class="desription_img"></div>
<div class="desription">Записуйте та зберігати дані про сівозміни та
застосовані мінеральні добрива</div>
</div>
<div class="desription_box" onclick="Authorization()">
<div class="title">Перегляд та завантаження звітів</div>
<div class="desription_img"></div>
<div class="desription">З легкістю переглядайте та завантажуйте звіти
про баланс гумусу та мінеральних добрив
</div>
</div>
<div class="desription_box" onclick="Authorization()">
<div class="title">
Перегляд різних довідників
</div>
<div class="desription_img"></div>
<div class="desription">
Переглядайте довідники про різні види сівозмін, мінеральних добрив,
культур та інші
</div>
</div>
<div class="desription_box" onclick="Authorization()">
<div class="title">Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин в
грунті
</div>
<div class="desription_img"></div>

```

```
<div class="desription">Проводьте розрахунок балансу гумусу та
мінеральних речовин на основі введених даних
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="space"></div>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Service.php

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html lang="en">
```

```
<head>
```

```
<meta charset="UTF-8">
```

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

```
<title>Сервіс</title>
```

```
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/main.css">
```

```
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/service.css">
```

```
<script src="scripts/exit.js"></script>
```

```
<script src="scripts/dovidkovi.js"></script>
```

```
<script src="scripts/service.js"></script>
```

```
</head>
```

```
<header>
```

```
<div class="header">
```

```
<ui class="menu">
```

```
<li class="menu_list">
```

```
<a href="index.html" class="menu_link">Головна</a>
```

```
</li>
```

```
<li class="menu_list">
```

```
<a href="" class="menu_link">Про сервіс</a>
```

```

        </li>
    </ul>
    <div class="logout_button" onclick="exit()">
        Завершити сеанс
        <input class="logout_img" type="image" src="images/exit.png"
alt="Завершити сеанс">
    </div>
</div>
</header>
<body>
    <div class="content">
        <div class="buttons">
            <nav class="nav">
                <label for="touch_dani"><span>Внести дані</span></label>
                <input type="checkbox" id="touch_dani">
                <ul class = "tablici_dani">
                    <li>
                        <a href="FORM_Dani_sivozminy.php">Внесення даних по
сівозмінній</a>
                    </li>
                    <li>
                        <a href="FORM_Vnesennja_mineral_dobryv.php">Внесення
мінеральних добрив</a>
                    </li>
                </ul>
            </nav>
            <nav class="nav">
                <label for="touch_zviti"><span>Звіти</span></label>

```

```

<input type="checkbox" id="touch_zviti">
<ul class = "tablici_zviti">
    <li>
        <a href="zvit_dani_sivozminy.php">Дані сівозміни</a>
    </li>
    <li>
        <a href="zvit_vnesenja_miner_dobriv.php">Внесення мінеральних
добрив</a>
    </li>
</ul>
</nav>
<nav class="nav">
    <label onclick="ViewDovidkovi()"><span>Перегляд довідкових
таблиць
    </span></label>
</nav>
<nav class="nav">
    <label onclick="Rozrahunok_bh()"><span>Баланс гумусу
    </span></label>
</nav>
<nav class="nav">
    <label onclick="Rozrahunok_pojivni()"><span>Баланс поживних
речовин
    </span></label>
</nav>
<nav class="nav">
    <label onclick="Rozrahunok_mineral()"><span>Потреба мінеральних
добрив
    </span></label>
</nav>

```

```

        </div>
    </div>
</body>
</html>

FORM_Dani_sivozminy.php
<?php
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "Balans_humusu";
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}
session_start();
if(isset($_SESSION['login'])) {
    $user_id = $_SESSION['login'];
    $sql = "SELECT Kod_gospodarstva FROM Users WHERE login = $user_id";
    $result = $conn->query($sql);
    if ($result->num_rows > 0) {
        $row = $result->fetch_assoc();
    }
}
$sql = "SELECT Kod_gospodarstva FROM Gospodarstva WHERE
Kod_gospodarstva = '{$_SESSION['kod_gospodarstva']}'";
$result = $conn->query($sql);
if ($result->num_rows > 0) {
    $row = $result->fetch_assoc();
    $user_kod_gospodarstva = $row["Kod_gospodarstva"];
}

```

```

$ssql_kod_sivozminy = "SELECT Kod_sivozminy, Name_sivozminy FROM
Vyd_sivozminy";
$result_sivozminy = $conn->query($ssql_kod_sivozminy);
$sivozminyOptions = "";
while ($row = $result_sivozminy->fetch_assoc()) {
    $sivozminyOptions .= '<option value="' . $row["Kod_sivozminy"] . '"' . '>' .
$row["Name_sivozminy"] . '</option>';
}
$ssql_kod_kultury = "SELECT Kod_kultury, Name_kulturu FROM Kultury";
$result_kultury = $conn->query($ssql_kod_kultury);
$kulturyOptions = "";
while ($row = $result_kultury->fetch_assoc()) {
    $kulturyOptions .= '<option value="' . $row["Kod_kultury"] . '"' . '>' .
$row["Name_kulturu"] . '</option>';
}
$ssql_org_dobryva = "SELECT Kod_org_dobryva, Name_org_dobryva FROM
Org_dobryva";
$result_org_dobryva = $conn->query($ssql_org_dobryva);
$orgDobryvaOptions = "";
while ($row = $result_org_dobryva->fetch_assoc()) {
    $orgDobryvaOptions .= '<option value="' . $row["Kod_org_dobryva"] . '"' . '>' .
$row["Name_org_dobryva"] . '</option>';
}
$ssql_dobryva_miner = "SELECT Kod_dobryva_miner,
Name_dobryva_miner FROM Dobryva_mineral";
$result_dobryva_miner = $conn->query($ssql_dobryva_miner);
$DobryvaMineralOptions = "";
while ($row = $result_dobryva_miner->fetch_assoc()) {
    $DobryvaMineralOptions .= '<option value="' . $row["Kod_dobryva_miner"] .
'">' . $row["Name_dobryva_miner"] . '</option>';
}

```

```

}
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Додавання даних про сівозміни</title>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/form_style.css">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/main.css">
  <script src="scripts/search_table.js"></script>
  <script src="scripts/exit.js"></script>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/view_vhidni.css">
</head>
<header>
  <div class="header">
    <ui class="menu">
      <li class="menu_list">
        <a href="index.html" class="menu_link">Головна</a>
      </li>
      <li class="menu_list">
        <a href="" class="menu_link">Про сервіс</a>
      </li>
    </ui>
    <div class="logout_button" onclick="exit()">
      Завершити сеанс
      <input class="logout_img" type="image" src="images/exit.png"
alt="Завершити сеанс">
    </div>
  </div>
</div>

```

```

</header>
<body>
  <div class="container">
    <h1>Внести дані "Дані сівозміни"</h1>
    <form id="DaniSivozmynForm" onsubmit="addData(event)">
      <div class="main_form">
        <div class="bg">
          <label for="Kod_gospodarstva">Код господарства:</label>
          <input type="text" id="Kod_gospodarstva" name="Kod_gospodarstva"
value="<?php echo $user_kod_gospodarstva; ?>" readonly>
        </div>
        <div class="bg">
          <label for="Kod_sivozminy">Сівозміни:</label>
          <select id="Kod_sivozminy" name="Kod_sivozminy" required>
            <option value="">Оберіть сівозміну</option>
            <?php echo $sivozminyOptions; ?>
          </select></div>
          <div class="bg">
            <label for="Nomer_polja">Номер поля:</label>
            <input type="text" id="Nomer_polja" name="Nomer_polja" required>
          </div>
          <div class="bg">
            <label for="Nomer_diljanky">Номер ділянки:</label>
            <input type="text" id="Nomer_diljanky" name="Nomer_diljanky"
required>
          </div>
          <div class="bg">
            <label for="Typ_grunty">Тип ґрунту:</label>
            <input type="text" id="Typ_grunty" name="Typ_grunty" required>
          </div>

```

```

<div class="bg">
<label for="Ploscha_diljanky">Площа ділянки:</label>
<input type="number" id="Ploscha_diljanky" name="Ploscha_diljanky"
required>
</div>

<div class="bg">
<label for="Vmist_N_v_grunti">Вміст N в ґрунті:</label>
<input type="number" id="Vmist_N_v_grunti" name="Vmist_N_v_grunti"
required>
</div>

<div class="bg">
<label for="Vmist_P_v_grunti">Вміст P в ґрунті:</label>
<input type="number" id="Vmist_P_v_grunti" name="Vmist_P_v_grunti"
required>
</div>

<div class="bg">
<label for="Vmist_K_v_grunti">Вміст V в ґрунті:</label>
<input type="number" id="Vmist_K_v_grunti" name="Vmist_K_v_grunti"
required>
</div>

<div class="bg">
<label for="Kod_kultury">Культури:</label>
<select id="Kod_kultury" name="Kod_kultury" required>
<option value="">Оберіть культуру</option>
<?php echo $kulturyOptions; ?>
</select>
</div>

<div class="bg">
<label for="Plan_urozhaj">План урожаю:</label>

```

```

<input type="number" id="Plan_urozhaj" name="Plan_urozhaj" required>
</div>
<div class="bg">
<label for="Plan_vnes_organ_dobryv">План внесення органічного
добрива:</label>
<input type="number" id="Plan_vnes_organ_dobryv"
name="Plan_vnes_organ_dobryv" required>
</div>
<div class="bg">
<label for="Kod_poperednyka">Код попередника:</label>
<input type="number" id="Kod_poperednyka" name="Kod_poperednyka"
required>
</div>
<div class="bg">
<label for="Udobrenist_poperednyka_N">Удобреність
попередника:</label>
<input type="number" id="Udobrenist_poperednyka_N"
name="Udobrenist_poperednyka_N" required>
</div>
<div class="bg">
<label for="Udobrenist_poperednyka_P">Удобреність попередника
P:</label>
<input type="number" id="Udobrenist_poperednyka_P"
name="Udobrenist_poperednyka_P" required></div>
<div class="bg">
<label for="Udobrenist_poperednyka_K">Удобреність попередника
K:</label>
<input type="number" id="Udobrenist_poperednyka_K"
name="Udobrenist_poperednyka_K" required>
</div>

```

```

<div class="bg">
  <label for="Udobrenist_poperednyka_org">Удобреність попередника
органічного походження:</label>
  <input type="number" id="Udobrenist_poperednyka_org"
name="Udobrenist_poperednyka_org" required>
</div>
<div class="bg">
  <label for="Kod_org_dobryva">Органічні добрива:</label>
  <select id="Kod_org_dobryva" name="Kod_org_dobryva" required>
  <option value="">Виберіть назву органічного добрива</option>
  <?php echo $orgDobryvaOptions; ?>
  </select>
</div>
<div class="bg">
  <label for="Kod_dobryva_miner">Мінеральні добрива:</label>
  <select id="Kod_dobryva_miner" name="Kod_dobryva_miner" required>
  <option value="">Виберіть назву мінерального добрива</option>
  <?php echo $DobryvaMineralOptions; ?>
  </select>
</div>
<div class="bg">
  <label for="Kolic_h_miner_dobryva">Кількість мінерального
добрива:</label>
  <input type="number" id="Kolic_h_miner_dobryva"
name="Kolic_h_miner_dobryva" required>
</div>
</div>
</form>
<div class="buttoncontainer">
  <div class="submit_button" onclick="addData(event)">

```

```

        Відправити
    </div>
    <div class="home_button" onclick="exit()">
        Назад
        </a>
    </div>
</div>
</div>
<script>
    function addData(event) {
        event.preventDefault();
        var formData = new
FormData(document.getElementById("DaniSivozmynForm"));
        var xhr = new XMLHttpRequest();
        xhr.open("POST", "Dani_sivozminy.php", true);
        xhr.onreadystatechange = function () {
            if (xhr.readyState === 4 && xhr.status === 200) {
                alert(xhr.responseText);
                location.reload();
            }
        };
        xhr.send(formData);
    }
    function exit(){
        window.location.href = "service.php"
    }
</script>
<div class="content">
    <div class="box">

```

```

<h1>Редагувати дані</h1>
<div id="search-container">
  <input type="text" id="search-input" placeholder="Пошук...">
  <button id="search-button">Знайти</button>
</div>
<table class="table_view" id="table">
  <thead>
    <tr>
      <th style="background-color: #2d2f31;"></th>
      <th>id</th>
      <th>Код мінерального добрива</th>
      <th>Кількість мінерального добрива</th>
      <th>Код господарства</th>
      <th>Код сівозміни</th>
      <th>Номер поля</th>
      <th>Номер ділянки</th>
      <th>Тип ґрунту</th>
      <th>Площа ділянки</th>
      <th>Вміст N в ґрунті</th>
      <th>Вміст P в ґрунті</th>
      <th>Вміст K в ґрунті</th>
      <th>Код культури</th>
      <th>План урожаю</th>
      <th>План внесення органічного добрива</th>
      <th>Код попередника</th>
      <th>Удобреність попередника N</th>
      <th>Удобреність попередника P</th>
      <th>Удобреність попередника K</th>
      <th>Удобреність попередника органічного добрива</th>
      <th>Код органічного добрива</th>

```

```

        </tr>
    </thead>
    <tbody>
    <?php
        $sql = "SELECT ds.*, dm.Name_dobryva_miner, vs.Name_sivozminy,
gg.Name_gospodarstva, kk.Name_kulturu, od.Name_org_dobryva
        FROM `Dani_sivozminy` AS ds
        JOIN `Dobryva_mineral` AS dm ON ds.`Kod_dobryva_miner` =
dm.`Kod_dobryva_miner`
        JOIN `Vyd_sivozminy` AS vs ON ds.`Kod_sivozminy` =
vs.`Kod_sivozminy`
        JOIN `Gospodarstva` AS gg ON ds.`Kod_gospodarstva` =
gg.`Kod_gospodarstva`
        JOIN `Kultury` AS kk ON ds.`Kod_kultury` = kk.`Kod_kultury`
        JOIN `Org_dobryva` AS od ON ds.`Kod_org_dobryva` =
od.`Kod_org_dobryva`
        WHERE ds.`Kod_gospodarstva` =
'{$_SESSION['kod_gospodarstva']}";
        $result = $conn->query($sql);
        if ($result->num_rows > 0) {
            while ($row = $result->fetch_assoc()) {
                echo "<tr>";
                echo "<td class='del'><div class='delete_button'
name='selectedRow' value='{$row['id']}'
onclick='deleteRow(\"{$row['id']}\")'><img
src='/images/delete.png'></div></td>";
                echo "<td class='ed'><div class='edit_button' name='selectedRow'
value='{$row['id']}' onclick='editRow(\"{$row['id']}\")'><img
src='/images/edit.png'></div></td>";
                echo "<td class='value'>" . $row['id'] . "</td>";
            }
        }
    }
    </tbody>
</table>

```

```

echo "<td class='value'>" . $row['Name_dobryva_miner'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Kolich_miner_dobryva'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Name_gospodarstva'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Name_sivozminy'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Nomer_polja'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Nomer_diljanky'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Typ_grunty'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Ploscha_diljanky'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Vmist_N_v_grunti'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Vmist_P_v_grunti'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Vmist_K_v_grunti'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Name_kulturu'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Plan_urozhaj'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Plan_vnes_organ_dobryv'] .
"</td>";

echo "<td class='value'>" . $row['Kod_poperednyka'] . "</td>";
echo "<td class='value'>" . $row['Udobrenist_poperednyka_N'] .
"</td>";

echo "<td class='value'>" . $row['Udobrenist_poperednyka_P'] .
"</td>";

echo "<td class='value'>" . $row['Udobrenist_poperednyka_K'] .
"</td>";

echo "<td class='value'>" . $row['Udobrenist_poperednyka_org'] .
"</td>";

echo "<td class='value'>" . $row['Name_org_dobryva'] . "</td>";
echo "</tr>";
}
} else {
echo "<tr><td colspan='6'>У таблиці немає даних</td></tr>";
}

```

```

?>
</tbody>
</table>
</div>
<script>
    function deleteRow(id) {
        if (id.trim() !== "") {
            if (confirm("Ви впевненні, що хочете видалити рядок с ID " + id + "?"))
            {
                var xhr = new XMLHttpRequest();
                xhr.onreadystatechange = function() {
                    if (xhr.readyState === XMLHttpRequest.DONE) {
                        if (xhr.status === 200) {
                            location.reload();
                        } else {
                            alert("Помилка при видалення рядка.");
                        }
                    }
                };
                xhr.open("POST", "delete_row_dani_sivozminy.php", true);
                xhr.setRequestHeader("Content-type", "application/x-www-form-
urlencoded");
                xhr.send("id=" + id);
            }
        } else {
            alert("Введіть id для видалення.");
        }
    }
    function editRow(id) {
        if (confirm("Ви впевненні, що хочете редагувати рядок с ID " + id + "?")) {

```

```

var modal = document.getElementById("modal");
modal.style.display = "block";
var xhr = new XMLHttpRequest();
xhr.onreadystatechange = function() {
    if (xhr.readyState === XMLHttpRequest.DONE) {
        if (xhr.status === 200) {
            var response = JSON.parse(xhr.responseText);
            if (response.success) {
                var data = response.data;
document.getElementById("ed_id").value = data.id;
document.getElementById("ed_Kod_sivozminy").value = data.Kod_sivozminy;
document.getElementById("ed_Nomer_polja").value = data.Nomer_polja;
document.getElementById("ed_Nomer_diljanky").value = data.Nomer_diljanky;
document.getElementById("ed_Typ_grunty").value = data.Typ_grunty;
document.getElementById("ed_Ploscha_diljanky").value = data.Ploscha_diljanky;
document.getElementById("ed_Vmist_N_v_grunti").value =
data.Vmist_N_v_grunti;
document.getElementById("ed_Vmist_P_v_grunti").value =
data.Vmist_P_v_grunti;
document.getElementById("ed_Vmist_K_v_grunti").value =
data.Vmist_K_v_grunti;
document.getElementById("ed_Kod_kultury").value = data.Kod_kultury;
document.getElementById("ed_Plan_urozhaj").value = data.Plan_urozhaj;
document.getElementById("ed_Plan_vnes_organ_dobryv").value =
data.Plan_vnes_organ_dobryv;
document.getElementById("ed_Kod_poperednyka").value =
data.Kod_poperednyka;
document.getElementById("ed_Udobrenist_poperednyka_N").value =
data.Udobrenist_poperednyka_N;

```

```

document.getElementById("ed_Udobrenist_poperednyka_P").value =
data.Udobrenist_poperednyka_P;
document.getElementById("ed_Udobrenist_poperednyka_K").value =
data.Udobrenist_poperednyka_K;
document.getElementById("ed_Udobrenist_poperednyka_org").value =
data.Udobrenist_poperednyka_org;
document.getElementById("ed_Kod_org_dobryva").value =
data.Kod_org_dobryva;
document.getElementById("ed_Kod_dobryva_miner").value =
data.Kod_dobryva_miner;
document.getElementById("ed_Kolich_miner_dobryva").value =
data.Kolich_miner_dobryva;
        modal.style.display = "block";
    } else {
        alert("Помилка при отриманні даних з бази даних.");
    }
    } else {
        alert("Помилка при редагування рядка.");
    }
    }
    };
    xhr.open("POST", "edit_row_dani_sivozminy.php", true);
    xhr.setRequestHeader("Content-type", "application/x-www-form-
urlencoded");
    xhr.send("id=" + id);
    }
    }
</script>
</body>
<div id="modal" class="modal">

```

```

<div class="modal-content">
  <span class="close">&times;</span>
  <form id="EDITDaniSivozmynForm" onsubmit="edit(event)">
    <div class="modal-form">
      <div class="bg">
        <label for="ed_id">id:</label>
        <input type="number" id="ed_id" name="ed_id" readonly
required>
      </div>

      <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_gospodarstva">Код господарства:</label>
        <input type="number" id="ed_Kod_gospodarstva"
name="ed_Kod_gospodarstva" value="<?php echo $user_kod_gospodarstva; ?>"
readonly>
      </div>

      <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_sivozminy">Сівозміни:</label>
        <select id="ed_Kod_sivozminy" name="ed_Kod_sivozminy"
required>
          <option value="">Оберіть сівозміну</option>
          <?php echo $sivozminyOptions; ?>
        </select></div>

      <div class="bg">
        <label for="ed_Nomer_polja">Номер поля:</label>
        <input type="number" id="ed_Nomer_polja"
name="ed_Nomer_polja" required><br>
      </div>

      <div class="bg">
        <label for="ed_Nomer_diljanky">Номер ділянки:</label>

```

```

        <input type="number" id="ed_Nomer_diljanky"
name="ed_Nomer_diljanky" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Typ_grunty">Тип ґрунту:</label>
        <input type="number" id="ed_Typ_grunty"
name="ed_Typ_grunty" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Ploscha_diljanky">Площа ділянки:</label>
        <input type="number" id="ed_Ploscha_diljanky"
name="ed_Ploscha_diljanky" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Vmist_N_v_grunty">Вміст N в ґрунті:</label>
        <input type="number" id="ed_Vmist_N_v_grunty"
name="ed_Vmist_N_v_grunty" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Vmist_P_v_grunty">Вміст P в ґрунті:</label>
        <input type="number" id="ed_Vmist_P_v_grunty"
name="ed_Vmist_P_v_grunty" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Vmist_K_v_grunty">Вміст V в ґрунті:</label>
        <input type="number" id="ed_Vmist_K_v_grunty"
name="ed_Vmist_K_v_grunty" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_kultury">Культури:</label>

```

```

        <select id="ed_Kod_kultury" name="ed_Kod_kultury" required>
        <option value="">Оберіть культуру</option>
        <?php echo $kulturyOptions; ?>
        </select>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Plan_urozhaj">План урожаю:</label>
        <input type="number" id="ed_Plan_urozhaj"
name="ed_Plan_urozhaj" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Plan_vnes_organ_dobryv">План внесення
органічного добрива:</label>
        <input type="number" id="ed_Plan_vnes_organ_dobryv"
name="ed_Plan_vnes_organ_dobryv" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_poperednyka">Код попередника:</label>
        <input type="number" id="ed_Kod_poperednyka"
name="ed_Kod_poperednyka" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Udobrenist_poperednyka_N">Удобреність
попередника:</label>
        <input type="number" id="ed_Udobrenist_poperednyka_N"
name="ed_Udobrenist_poperednyka_N" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Udobrenist_poperednyka_P">Удобреність
попередника P:</label>

```

```

        <input type="number" id="ed_Udobrenist_poperednyka_P"
name="ed_Udobrenist_poperednyka_P" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Udobrenist_poperednyka_K">Удобреність
попередника K:</label>
        <input type="number" id="ed_Udobrenist_poperednyka_K"
name="ed_Udobrenist_poperednyka_K" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Udobrenist_poperednyka_org">Удобреність
попередника органічного походження:</label>
        <input type="number" id="ed_Udobrenist_poperednyka_org"
name="ed_Udobrenist_poperednyka_org" required><br>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_org_dobryva">Органічні добрива:</label>
        <select id="ed_Kod_org_dobryva" name="ed_Kod_org_dobryva"
required>
            <option value="">Виберіть назву органічного добрива</option>
            <?php echo $orgDobryvaOptions; ?>
        </select>
    </div>
    <div class="bg">
        <label for="ed_Kod_dobryva_miner">Мінеральні
добрива:</label>
        <select id="ed_Kod_dobryva_miner"
name="ed_Kod_dobryva_miner" required>
            <option value="">Виберіть назву мінерального
добрива</option>

```

```

        <?php echo $DobryvaMineralOptions; ?>
    </select>
</div>
<div class="bg">
    <label for="ed_Kolich_miner_dobryva">Кількість мінерального
добрива:</label>
    <input type="number" id="ed_Kolich_miner_dobryva"
name="ed_Kolich_miner_dobryva" required><br>
</div>
</div>
</form>
<div class="btn_container">
    <div class="update_data_button" id="saveChangesBtn"
onclick="edit(event)">Зберегти зміни</div>
</div>
</div>
</div>
<script>
    var modal = document.getElementById("modal");
    function edit(event) {
        event.preventDefault();
        var formData = new
FormData(document.getElementById("EDITDaniSivozmynForm"));
        var xhr = new XMLHttpRequest();
        xhr.open("POST", "update_data_dani_sivozminy.php", true);
        xhr.onreadystatechange = function () {
            if (xhr.readyState === 4 && xhr.status === 200) {
                alert(xhr.responseText);
                modal.style.display = "none";
                location.reload()
            }
        }
    }

```

```

    }
};
xhr.send(formData);
}
var span = document.getElementsByClassName("close")[0];
span.onclick = function() {
    modal.style.display = "none";
}

window.onclick = function(event) {
    if (event.target == modal) {
        modal.style.display = "none";
    }
}
</script>
</div>
</html>
<? $conn->close();?>
update_mineral.php
<?php

$servername = "localhost";

$username  = "root";

$password  = "";

$dbname    = "Balans_humusu";

$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

if ($conn->connect_error) {

    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);

```

```

}

session_start();

if (isset($_SESSION['login'])) {

    $user_id = $_SESSION['login'];

    $sql = "SELECT Kod_gospodarstva FROM Users WHERE login =
'user_id'";

    $result = $conn->query($sql);

    if ($result && $result->num_rows > 0) {

        $row = $result->fetch_assoc();

        $_SESSION['kod_gospodarstva'] = $row['Kod_gospodarstva'];

    }

}

$_selected_sivozmina_name = "";

$_selectedSivozmina = null;

if (isset($_POST['selectedSivozmina'])) {

    $_selectedSivozmina = (int)$_POST['selectedSivozmina'];

    $sql_selected = "SELECT Name_sivozminy FROM Vyd_sivozminy
WHERE Kod_sivozminy = '$_selectedSivozmina'";

    $res_selected = $conn->query($sql_selected);

    if ($res_selected && $res_selected->num_rows > 0) {

        $row_selected = $res_selected->fetch_assoc();

        $_selected_sivozmina_name = $row_selected['Name_sivozminy'];

    } else {

```

```

    echo "Немає даних по вибраній сівовзміні.";

    exit;

}

}

$user_name_gospodarstva = "";

$user_name_oblast      = "";

$user_name_rajon       = "";

if (isset($_SESSION['kod_gospodarstva'])) {

    $kod_gospodarstva = $_SESSION['kod_gospodarstva'];

    $sql_gosp  = "SELECT Name_gospodarstva, Kod_Region FROM
Gospodarstva WHERE Kod_gospodarstva = '$kod_gospodarstva'";

    $res_gosp  = $conn->query($sql_gosp);

    $kod_region = null;

    if ($res_gosp && $res_gosp->num_rows > 0) {

        $row_gosp          = $res_gosp->fetch_assoc();

        $user_name_gospodarstva = $row_gosp["Name_gospodarstva"];

        $kod_region           = $row_gosp["Kod_Region"];

    }

    if ($kod_region !== null) {

        $sql_region = "SELECT Name_Oblast, Name_Rajon FROM Region
WHERE Kod_Region = '$kod_region'";

        $res_region = $conn->query($sql_region);

        if ($res_region && $res_region->num_rows > 0) {

```

```

$row_region    = $res_region->fetch_assoc();

$user_name_oblast = $row_region["Name_Oblast"];

$user_name_rajon = $row_region["Name_Rajon"];

    }

}

}

$result = null;

if (isset($kod_gospodarstva) && $kod_gospodarstva && $selectedSivozmina
!= null) {

    $sql_main = "

        SELECT

            ds.Nomer_polja,

            ds.Nomer_diljanky,

            ds.Ploscha_diljanky,

            ds.Plan_urozhaj,

            ds.Plan_vnes_organ_dobryv,

            ds.Kolich_miner_dobryva,

            ds.Kod_kultury,

            ds.Kod_gospodarstva,

            k.Name_kulturu,

            dm.Vmist_N AS Vmist_N_mineral,

            dm.Vmist_P,

            dm.Vmist_K,

```

```

        dm.Name_dobryva_miner,

        rg.Name_Oblast,

        rg.Name_Rajon,

        vs.Kod_sivozminy

FROM Dani_sivozminy ds

        JOIN Kultury k      ON k.Kod_kultury = ds.Kod_kultury

        JOIN Gospodarstva g  ON g.Kod_gospodarstva = ds.Kod_gospodarstva

        JOIN Region rg      ON rg.Kod_Region = g.Kod_Region

        JOIN Dobryva_mineral dm ON dm.Kod_dobryva_miner =
ds.Kod_dobryva_miner

        JOIN Vyd_sivozminy vs ON vs.Kod_sivozminy = ds.Kod_sivozminy

WHERE

        ds.Kod_gospodarstva = '{$kod_gospodarstva}' AND

        ds.Kod_sivozminy    = {$selectedSivozmina}

";

$result = $conn->query($sql_main);

}

?>

<!DOCTYPE html>

<html lang="uk">

<head>

        <meta charset="UTF-8">

        <title>Розрахунок потреби мінеральних добрив</title>

```

```

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>

<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jspdf/2.5.1/jspdf.umd.min.js"></script
>

<link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/downloadPdf.css?v=<?php
echo time(); ?>">

</head>

<body>

<?php if ($result && $result->num_rows > 0): ?>

<table id="dw_table">

    <thead>

    <tr>

        <th colspan="15"><b>Розрахунок потреби мінеральних
добрих</b></th>

    </tr>

    <tr>

        <td class="tg-baqh"><b>Агрофірма</b></td>

        <td class="tg-baqh"><b><i><?php echo
htmlspecialchars($user_name_gospodarstva); ?></i></b></td>

        <td class="tg-baqh"><b>Район</b></td>

        <td class="tg-baqh"><b><i><?php echo
htmlspecialchars($user_name_rajon); ?></i></b></td>

        <td class="tg-baqh"><b>Область</b></td>

```

```

        <td class="tg-baqh"><b><i><?php echo
htmlspecialchars($user_name_oblast); ?></i></b></td>

        <td class="tg-baqh" colspan="9"></td>

    </tr>

    <tr>

        <td class="tg-baqh" colspan="15"></td>

    </tr>

    <tr>

        <td class="tg-baqh" rowspan="4"><b>Номер поля</b></td>

        <td class="tg-baqh" rowspan="4"><b>Номер ділянки</b></td>

        <td class="tg-baqh" rowspan="4"><b>Найменування культури</b></td>

        <td class="tg-baqh" rowspan="4"><b>Площа ділянки, га</b></td>

        <td class="tg-baqh" rowspan="4"><b>Урожай, ц/га</b></td>

        <td class="tg-baqh" colspan="10"><b>Рекомендована кількість
добрив</b></td>

    </tr>

    <tr>

        <td class="tg-baqh" colspan="2" rowspan="2"><b>Органічних добрив
тонн</b></td>

        <td class="tg-baqh" colspan="4"><b>на 1 га, кг д.р</b></td>

        <td class="tg-baqh" colspan="4"><b>на всю площу, ц д.р</b></td>

    </tr>

    <tr>

```

```

<td class="tg-baqh" rowspan="2"><b>NPK</b></td>

<td class="tg-baqh" colspan="3"><b>в тому числі</b></td>

<td class="tg-baqh" rowspan="2"><b>NPK</b></td>

<td class="tg-baqh" colspan="3"><b>в тому числі</b></td>

</tr>

<tr>

<td class="tg-baqh"><b>на 1 га</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>всього</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>N</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>P</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>K</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>N</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>P</b></td>

<td class="tg-baqh"><b>K</b></td>

</tr>

<tr>

<td class="tg-baqh" colspan="15"><b><i><?php echo
htmlspecialchars($selected_sivozmina_name); ?></i></b></td>

</tr>

</thead>

<tbody>

<?php

$current_kultura = null;

```

```

$subtotals = [

    'Plan_vnes_organ_dobryv' => 0,

    'org_dobriva_vsogo'     => 0,

    'nkp_na_1_ga'           => 0,

    'n_na_1_ga'             => 0,

    'p_na_1_ga'             => 0,

    'k_na_1_ga'             => 0,

    'nkp_na_vsu_pl'         => 0,

    'n_na_vsu_pl'           => 0,

    'p_na_vsu_pl'           => 0,

    'k_na_vsu_pl'           => 0,

];

$totals = $subtotals;

while ($row = $result->fetch_assoc()):

    if ($current_kultura !== null && $current_kultura !==
$row['Name_kulturu']) {

        echo "<tr style='background-color:#f0f0f0;'>";

        echo "<td class='value' colspan='5'><strong>Всього по культурі
\"{$current_kultura}\"</strong></td>";

        foreach ($subtotals as $value) {

            echo "<td class='value'><strong>" . number_format($value, 2, '.', '') .
"</strong></td>";

        }
    }

```

```

echo "</tr>";

foreach ($subtotals as $k => $v) {

    $subtotals[$k] = 0;

}

}

$current_kultura = $row['Name_kulturu'];

$org_dobriva_vsogo = $row['Plan_vnes_organ_dobryv'] *
$row['Ploscha_diljanky'];

$nkp_na_1_ga = ($row['Kolic_h_miner_dobryva'] *
$row['Vmist_N_mineral'] / 100) +

($row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_P'] / 100) +

($row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_K'] / 100);

$na_1_ga = $row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_N_mineral']
/ 100;

$pa_1_ga = $row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_P'] / 100;

$ka_1_ga = $row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_K'] / 100;

$nkp_na_vsu_pl = $nkp_na_1_ga * $row['Ploscha_diljanky'] / 100;

$na_vsu_pl = $na_1_ga * $row['Ploscha_diljanky'] / 100;

$pa_vsu_pl = $pa_1_ga * $row['Ploscha_diljanky'] / 100;

$ka_vsu_pl = $ka_1_ga * $row['Ploscha_diljanky'] / 100;

$subtotals['Plan_vnes_organ_dobryv'] +=
$row['Plan_vnes_organ_dobryv'];

```

```

$subtotals['org_dobriva_vsogo']    += $org_dobriva_vsogo;

$subtotals['nkp_na_1_ga']          += $nkp_na_1_ga;

$subtotals['n_na_1_ga']            += $n_na_1_ga;

$subtotals['p_na_1_ga']            += $p_na_1_ga;

$subtotals['k_na_1_ga']            += $k_na_1_ga;

$subtotals['nkp_na_vsu_pl']        += $nkp_na_vsu_pl;

$subtotals['n_na_vsu_pl']          += $n_na_vsu_pl;

$subtotals['p_na_vsu_pl']          += $p_na_vsu_pl;

$subtotals['k_na_vsu_pl']          += $k_na_vsu_pl;

foreach ($subtotals as $k => $v) {

    $totals[$k] += $v;

}

?>

<tr>

    <td class="value"><?php echo $row['Nomer_polja']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo $row['Nomer_diljanky']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo $row['Name_kulturu']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo $row['Ploscha_diljanky']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo $row['Plan_urozhaj']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo $row['Plan_vnes_organ_dobryv']; ?></td>

    <td class="value"><?php echo number_format($org_dobriva_vsogo, 2,
    '.', ''); ?></td>

```

```

        <td class="value"><?php echo number_format($nkp_na_1_ga, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($n_na_1_ga, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($p_na_1_ga, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($k_na_1_ga, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($nkp_na_vsu_pl, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($n_na_vsu_pl, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($p_na_vsu_pl, 2, '.', ');
?></td>

        <td class="value"><?php echo number_format($k_na_vsu_pl, 2, '.', ');
?></td>

    </tr>

    <?php endwhile; ?>

    <tr style="background-color:#f0f0f0;">

        <td class="value" colspan="5"><strong>Всього по культурі "<?php echo
$current_kultura; ?>"</strong></td>

        <?php foreach ($subtotals as $value): ?>

            <td class="value"><strong><?php echo number_format($value, 2, '.', ');
?></strong></td>

            <?php endforeach; ?>

```

```

</tr>

<tr style="background-color:#d0d0d0;">

    <td class="value" colspan="5"><strong>Всього по
господарству</strong></td>

    <?php foreach ($totals as $value): ?>

        <td class="value"><strong><?php echo number_format($value, 2, '.', ');
?></strong></td>

    <?php endforeach; ?>

</tr>

<tr>

    <td class="value" colspan="15" style="text-align:left;">

        <strong>Потреба мінеральних добрив розрахована на прогнозний
урожай з ділянок, полів, по сівозмінах та по господарству.</strong>

    </td>

</tr>

<tr>

    <td class='value' colspan='3' style='text-align: left;'><strong>На 1 га посівної
площі:</strong></td>

    <td class='value'><?php echo number_format($totals['n_na_1_ga'], 2, '.', ');
?></td>

    <td class='value' colspan='3' style='text-align: left;'><strong>кр
азоту,</strong></td>

    <td class='value'><?php echo number_format($totals['p_na_1_ga'], 2, '.', ');
?></td>

```

```

        <td class='value' colspan='3' style='text-align: left;'><strong>кг фосфору
(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),</strong></td>

        <td class='value'><?php echo number_format($totals['k_na_1_ga'], 2, '.', '');
?></td>

        <td class='value' colspan='3' style='text-align: left;'><strong>кг калію
(K<sub>2</sub>O)</strong></td>

</tr>

<tr>

        <td class='value' colspan='11'></td>

        <td class='value' colspan='3' style='text-align: left;'><strong>калійних -
</strong></td>

        <td class='value'><?php echo number_format($totals['k_na_vsu_pl'], 2, '.', '');
?></td>

</tr>

</tbody>

</table>

<?php
$cultures = [];
$dataN    = [];
$dataP    = [];
$dataK    = [];

$result->data_seek(0);
while ($row = $result->fetch_assoc()) {

    $cultures[] = $row['Name_kulturu'];

```

```

    $dataN[] = round($row['Kolic_h_miner_dobryva'] *
$row['Vmist_N_mineral'] / 100, 2);

    $dataP[] = round($row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_P'] /
100, 2);

    $dataK[] = round($row['Kolic_h_miner_dobryva'] * $row['Vmist_K'] /
100, 2);
}

$sumN = array_sum($dataN);
$sumP = array_sum($dataP);
$sumK = array_sum($dataK);

?>

<h3 class="sivozmina-name"><?php echo
htmlspecialchars($selected_sivozmina_name); ?></h3>

<div class="chart-box">

    <h4>Потреба NPK по культурах</h4>

    <canvas id="npkByCulture"></canvas>

    <div class="export-controls">

        <select id="exportFormat_1">

            <option value="pdf">PDF</option>

            <option value="png">PNG</option>

        </select>

        <button id="downloadChart_1" class="download-
btn">Завантажити</button>

    </div>

```

```
</div>
```

```
<div class="chart-box">
```

```
  <h4>Структура NPK на 1 га</h4>
```

```
  <canvas id="piePerHectare"></canvas>
```

```
  <div class="export-controls">
```

```
    <select id="exportFormat_2">
```

```
      <option value="pdf">PDF</option>
```

```
      <option value="png">PNG</option>
```

```
    </select>
```

```
    <button id="downloadChart_2" class="download-  
btn">Завантажити</button>
```

```
  </div>
```

```
</div>
```

```
<div class="chart-box">
```

```
  <h4>Структура NPK по господарству</h4>
```

```
  <canvas id="pieTotal"></canvas>
```

```
  <div class="export-controls">
```

```
    <select id="exportFormat_3">
```

```
      <option value="pdf">PDF</option>
```

```
      <option value="png">PNG</option>
```

```
    </select>
```

```
    <button id="downloadChart_3" class="download-  
btn">Завантажити</button>
```

```

</div>

</div>

<script>

(function () {

    if (typeof Chart === 'undefined') return;

    const labels = <?php echo json_encode($cultures); ?>;

    const dataN = <?php echo json_encode($dataN); ?>;

    const dataP = <?php echo json_encode($dataP); ?>;

    const dataK = <?php echo json_encode($dataK); ?>;

    const totals = {

        n_na_1_ga : <?php echo json_encode($totals['n_na_1_ga']); ?>,

        p_na_1_ga : <?php echo json_encode($totals['p_na_1_ga']); ?>,

        k_na_1_ga : <?php echo json_encode($totals['k_na_1_ga']); ?>,

        n_na_vsu_pl : <?php echo json_encode($totals['n_na_vsu_pl']); ?>,

        p_na_vsu_pl : <?php echo json_encode($totals['p_na_vsu_pl']); ?>,

        k_na_vsu_pl : <?php echo json_encode($totals['k_na_vsu_pl']); ?>

    };

    const ctx1 = document.getElementById('npkByCulture');

    if (ctx1) {

        new Chart(ctx1, {

            type: 'bar',

            data: {

```

```

    labels: labels,

    datasets: [

        { label: 'Азот (N)', data: dataN, backgroundColor: '#3b78e7' },

        { label: 'Фосфор (P)', data: dataP, backgroundColor: '#e77a2f' },

        { label: 'Калій (K)', data: dataK, backgroundColor: '#6aa84f' }

    ]

},

options: {

    responsive: true,

    plugins: { legend: { position: 'bottom' } }

}

});

}

const pieColors = ['#3b78e7', '#e77a2f', '#6aa84f'];

const ctxPie1 = document.getElementById('piePerHectare');

if (ctxPie1) {

    new Chart(ctxPie1, {

        type: 'pie',

        data: {

            labels: ['Азот (N)', 'Фосфор (P)', 'Калій (K)'],

            datasets: [{

                data: [totals.n_na_1_ga, totals.p_na_1_ga, totals.k_na_1_ga],

                backgroundColor: pieColors
            }]
        }
    });
}

```

```

        }}

    },

    options: {

        plugins: { legend: { position: 'bottom' } }

    }

});

}

const ctxPie2 = document.getElementById('pieTotal');

if (ctxPie2) {

    new Chart(ctxPie2, {

        type: 'pie',

        data: {

            labels: ['Азот (N)', 'Фосфор (P)', 'Калій (K)'],

            datasets: [{

                data: [totals.n_na_vsu_pl, totals.p_na_vsu_pl, totals.k_na_vsu_pl],

                backgroundColor: pieColors

            }]

        },

        options: {

            plugins: { legend: { position: 'bottom' } }

        }

    });

}

```

```

function exportChart(canvasId, formatSelectId, filenameBase) {

    const canvas = document.getElementById(canvasId);

    const select = document.getElementById(formatSelectId);

    if (!canvas || !select) return;

    const format = select.value;

    const imageData = canvas.toDataURL('image/png', 1.0);

    if (format === 'png') {

        const link = document.createElement('a');

        link.href = imageData;

        link.download = filenameBase + '.png';

        link.click();

    } else {

        const { jsPDF } = window.jspdf;

        const orientation = canvas.width >= canvas.height ? 'landscape' : 'portrait';

        const pdf = new jsPDF({

            orientation: orientation,

            unit: 'pt',

            format: 'a4'

        });

        const pageWidth = pdf.internal.pageSize.getWidth();

        const pageHeight = pdf.internal.pageSize.getHeight();

        const ratio = Math.min(pageWidth * 0.9 / canvas.width,

```

```

        pageHeight * 0.9 / canvas.height);

    const imgWidth = canvas.width * ratio;

    const imgHeight = canvas.height * ratio;

    const x = (pageWidth - imgWidth) / 2;

    const y = (pageHeight - imgHeight) / 2;

    pdf.addImage(imageData, 'PNG', x, y, imgWidth, imgHeight, '', 'FAST');

    pdf.save(filenameBase + '.pdf');}}

const btn1 = document.getElementById('downloadChart_1');

if (btn1) btn1.addEventListener('click', () =>

    exportChart('npkByCulture', 'exportFormat_1', 'npk_by_culture'));

const btn2 = document.getElementById('downloadChart_2');

if (btn2) btn2.addEventListener('click', () =>

    exportChart('piePerHectare', 'exportFormat_2', 'npk_per_hectare'));

const btn3 = document.getElementById('downloadChart_3');

if (btn3) btn3.addEventListener('click', () =>

    exportChart('pieTotal', 'exportFormat_3', 'npk_total_farm')));})();

</script>

<?php else: ?>

    <p>Не має результатів для відображення.</p>

<?php endif; ?>

</body>

</html>

```