

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур/ Information System for Evaluation Yields of Cereals»
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студент групи ІТ.м-82 Лапін Ігор Олегович

**Кваліфікаційну роботу
захищено на засіданні ЕК
з оцінкою**

«___» грудня 2019 р.

Науковий керівник

(підпис)

_____ к.т.н., доц., Чибіряк Я. І.

Голова комісії

(підпис)

_____ Шифрін Д.М.

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Суми-2019

Сумський державний університет
 Факультет електроніки та інформаційних технологій
 Кафедра комп'ютерних наук
 Секція інформаційних технологій проектування
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. секцією ІТП

_____ В. В. Шендрик
 «__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студентів

Лапін Ігор Олегович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур/ Information System for Evaluation Yields of Cereals

затверджена наказом по університету від «19» листопада 2019 р. №2305-III

2 Термін здачі студентом закінченого проекту « 10 » грудня 2019 р.

3 Вхідні дані до проекту _____ Загальна інформація про методи дослідження врожайності, Інформаційні системи-аналоги, засоби реалізації веб-додатків _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) _____ Аналіз предметної області, Постановка задачі та методи дослідження, Моделювання інформаційної системи, Реалізація інформаційної системи _____

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____ Web-додаток, База Даних, Презентація _____

6. Консультанти випускної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

Дата видачі завдання _____.

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів випускної проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Ідентифікація ідеї проекту	02.09-06.09.2019	
2	Дослідження предметної області	09.09-20.09.2019	
3	Вибір методів та засобів розробки	23.09-11.10.2019	
4	Моделювання роботи інформаційної системи	14.10-01.11.2019	
5	Розробка шаблону сайту	04.11-13.11.2019	
6	Розробка Баз Даних	14.11-16.11.2019	
7	Розробка підсистеми розрахунку	17.11-30.11.2019	
8	Розробка особистого кабінету	01.12-11.12.2019	

Магістрант _____

Лапін І.О.

Керівник роботи _____

к.т.н., доц. Чибіряк Я. І.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи магістра «Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 24 найменувань, додатку. Загальний обсяг роботи – 58 сторінок.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено створенню інформаційної системи оцінювання врожайності зернових культур.

В роботі проведено аналіз предметної області шляхом ідентифікації ідеї проекту, огляду інформаційних систем-аналогів, та загального опису роботи майбутньої ІС. Обрано методи та засоби для розробки інформаційної системи.

У роботі виконано планування змісту та структури робіт, поетапне моделювання процесу оцінювання врожайності зернових культур, на основі розроблених моделей запропоновано відповідну інформаційну систему, представлено її архітектуру, описано функціональні модулі, приведені приклади роботи.

Результатом проведеної роботи є інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур.

Практичне значення роботи полягає у розробленні інформаційної системи, яка надає користувачеві інформацію про показник врожайності зернових культур виходячи з введених користувачем даних, а також інформацію про вагову складову цього коефіцієнта, та теоретичні вказівки щодо їх поліпшення у майбутньому. Ця інформація дозволить користувачеві порівняти поточний коефіцієнт врожайності з минулими роками, та зрозуміти які дії потрібно провести для підвищення врожайності.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, WEB-ДОДАТОК, ВРОЖАЙНІСТЬ, ОЦІНКА ВРОЖАЙНОСТІ, ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ, HTML5, CSS3, JAVASCRIPT, PHP5, СУБД MYSQL.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	8
1.1 Ідентифікація ідеї проекту	8
1.2 Огляд інформаційних систем аналогів.....	9
1.3 Загальний аналіз роботи інформаційної системи.	12
2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
2.1 Мета та задачі	13
2.2 Вибір методів реалізації.....	14
2.3 Знаходження параметрів лінійного рівняння регресії методом найменших квадратів (МНК)	17
2.4 Вибір засобів реалізації	20
3 МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	24
3.1 Побудова контекстної діаграми в нотації IDEF0	24
3.2 Побудова діаграм декомпозиції в нотації IDEF0	25
3.3 Побудова діаграми варіантів використання	27
3.4 Моделювання архітектури інформаційної системи	29
3.5 Розробка бази даних інформаційної системи	31
4 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	33
4.1 Зовнішня структура інформаційної системи.....	33
4.2 Внутрішня структура інформаційної системи	34
4.3 Опис алгоритму роботи з інформаційною системою.....	35
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	46
ДОДАТОК А.....	49

ВСТУП

В даний час в умовах глобальної зміни клімату і агрометеорологічних ресурсів основна увага приділяється всебічній оперативній інформації про вплив погодних умов, які відбуваються на даний час та ті які прогнозуються, на стан і формування продуктивності сільськогосподарських культур. При цьому дуже важливою складовою такої інформації є прогнози врожайності зернових культур, так як в Україні, як і в багатьох країнах світу, валові збори зерна є основою продовольчої безпеки. Такі прогнози дуже актуальні не тільки в роки, коли через несприятливі погодні умови очікується значний недобір врожаю і використання прогнозів дозволяє організувати превентивні заходи по мінімізації збитку (наприклад, своєчасна закупівлі зерна), але і в сприятливі роки для визначення можливих обсягів експорту зерна і ринків збуту. Вони є важливою ланкою в системі підтримки прийняття управлінських рішень в аграрному секторі, що сприяє збільшенню сільськогосподарської продукції, в зв'язку з чим вимоги до їх точності і завчасності істотно підвищилися.

Станом на серпень 2019 року українські аграрії намолотили 39,2 млн т зернових і зернобобових культур з площі 10 млн га або 66% до прогнозу при середній врожайності 3,92 т / га (в 2018 р - 3,46 т / га). Про це свідчать дані проекту «Урожай онлайн 2019». Найвища врожайність зернових і зернобобових культур в аграрних підприємствах Хмельницької області - 5,5 т / га, Черкаській області - 5,47 т / га, Вінницькій області - 5,44 т / га, Тернопільській області - 5,05 т / га областей.

Передбачаючи сприятливу ринкову кон'юнктуру на продовольство, уряд України взяв курс на збільшення врожаю зернових в країні до 80 млн тон.

Саме тому, для того щоб поліпшити врожай зернових культур в Україні було прийнято рішення створити інформаційну систему для автоматичного обчислення врожайності культур з наданням списку рекомендацій.

Отже, **метою** даного дипломного проекту є створення web-додатку для розрахунку врожайності зернових культур та надання практичних рекомендацій щодо підвищення врожайності.

Під час виконання даного проекту потрібно виконати **ряд поставлених задач:**

- Виконати аналіз існуючих аналогів
- Сформувати функціональні вимоги до Web-системи
- Побудувати модель роботи ІС
- Обрати методи та засоби реалізації ІС
- Розробити практичні рекомендації щодо підвищення врожайності
- Розробити базу даних
- Виконати програмну реалізацію та протестувати Web-систему

Об'єктом дослідження даної роботи є оцінювання врожайності зернових культур від впливу сукупності факторів.

Предметом дослідження є Web-додатки для оцінювання врожайності зернових культур.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Ідентифікація ідеї проекту

Для пришвидшення процесу розрахунків та уникнення помилок при розрахунках урожайності зернових культур була поставлена задача автоматизувати процес обчислень. Ці та інші чинники визначили актуальність даної роботи.

Інформаційна система надає користувачеві інформацію про показник врожайності зернових культур виходячи з введених користувачем даних, а також інформацію про вагову складову цього коефіцієнта, та теоретичні вказівки щодо їх поліпшення у майбутньому. Ця інформація дозволить користувачеві порівняти поточний коефіцієнт врожайності з минулими роками, та зрозуміти які дії потрібно провести для підвищення врожайності.

Автоматизувати роботу обчислення вирішено за допомогою веб сайту, оскільки це дає гнучкі можливості для модифікації інформаційної системи розробником, та отримання необхідної інформації з будь-якого пристрою користувачем.

Технологія веб-сайту базується на тому, що вся програмна логіка сконцентрована в одному місці (на сервері), а користувацький інтерфейс доступний будь-кому, хто має доступ до інтернету.

Дане завдання має достатньо великий інтерес як зі сторони державних аграрних компаній, так і зі сторони приватних фермерних підприємств. Незареєстрований користувач буде мати можливість разово прорахувати коефіцієнт врожайності. Зареєстрований користувач зможе зберігати інформацію

про минулі розрахунки, отримувати теоретичні вказівки щодо дій для підвищення врожайності. Всі сторінки продукції будуть інтуїтивно зрозумілими та зручними.

1.2 Огляд інформаційних систем аналогів

Аналог №1 – «АгроСфера»[1]

Онлайн сервіс «АгроСфера» дозволяє вписати дані з запропонованих критеріїв та отримати показник урожайності зернових.

Переваги: досить легкий для кінцевого користувача функціонал, простий та зрозумілий дизайн, безкоштовний, крос-платформний.

Недоліки: обмежена кількість факторів, неможливість додання або прибирання критеріїв, відсутність інформації про розрахунки та результат, відсутність практичних рекомендацій.

The screenshot displays the main interface of the AgroSfera service. On the left, there is a vertical navigation menu with three main sections: 'Каталог пестицидов' (Pesticide Catalog), 'Каталог сортов и гибридов' (Seed and Hybrid Catalog), and 'Калькуляторы' (Calculators). The 'Калькуляторы' section lists three options: 'Расчёт урожайности' (Yield Calculation), 'Определение нормы высева' (Sowing Rate Determination), and 'Расчёт дозы удобрений' (Fertilizer Dose Calculation). The 'Расчёт урожайности' option is selected. The main content area is divided into two parts. The top part is a search bar titled 'Поиск по каталогу' (Search in Catalog) with a dropdown menu for 'Поиск по названию' (Search by name) and a dropdown for 'Все разделы' (All sections). Below the search bar is a large white input field and a magnifying glass icon. The bottom part is a 'Расчёт урожайности' (Yield Calculation) form. It starts with a radio button selection for 'Выбрать значения из списка' (Select values from list) and 'Ввести значения вручную' (Enter values manually). Below this are three dropdown menus: 'Количество колосьев на 1м²' (Number of spikes per 1m²) set to 200, 'Число зерен в колосе' (Number of grains per spike) set to 10, and 'Масса тысячи зерен, г' (Mass of 1000 grains, g) set to 26. A green 'Рассчитать' (Calculate) button is positioned below these fields. The result is displayed as 'Урожай зерна, ц/га: 5.2' (Grain yield, c/ha: 5.2).

Рисунок 1.1 – Головна сторінка сервісу «АгроСфера».

Аналог №2 – «Калькулятор ефективності ГрінкоАгро»[2]

Даний сервіс дозволяє отримати інформацію щодо необхідності внесення добрив для отримання заданої врожайності.

Переваги: досить легкий для кінцевого користувача функціонал, простий та зрозумілий дизайн, безкоштовний, наявність практичних рекомендацій, крос-платформний.

Недоліки: недоступність розрахунку врожайності, обмежений функціонал.

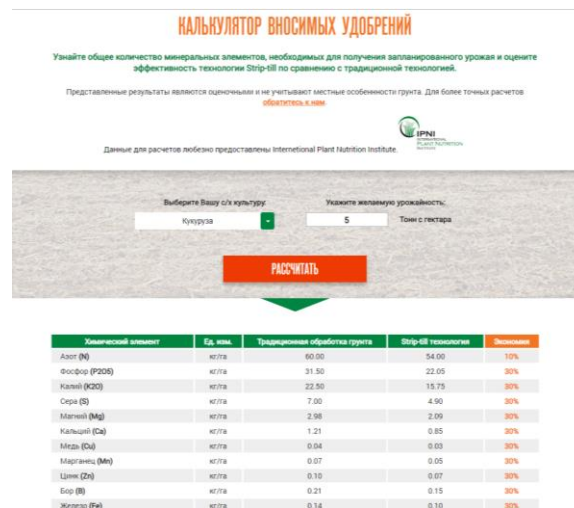


Рисунок 1.2 – Головна сторінка сервісу «ГрінкоАгро»

Аналог №3 – «Калькулятор эффективности agropom.co.ua»[3]

Переваги: безкоштовний, наявність інформації про розрахунки та результат.

Недоліки: складний неінтуїтивний дизайн, відсутність практичних рекомендацій, для розрахунків на різних платформах потребує встановлення додаткового програмного забезпечення.

ГЕРБИЦИДИ, НАСІННЯ, МІКРОДОБРИВО, КОНСУЛЬТАЦІЯ АГРОНОМА В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ: +38 066 215 63 58, +38 067 574 01 05; САЙТ: www.agronom.co.ua ; E-mail: vid.agronom@gmail.com

Расчёт плановой урожайности с/х культур по влагообеспеченности

	Жито	Одшван	Ямень	Овес	Подсолн	Гречиха	Кукуруза	Горох		
10 – число для перевода тонн, ц:										
ω – запасы продуктивной влаги перед посевом, мм	60	60	180	180	150	130	140	180		
Q – количество осадков за вегетацию, мм:	550	550	350	350	400	400	400	350		
КВ – коэффициент водопотребления макс.:	400	450	400	450	600	600	325	450		
У – планируемая урожайность биомассы, ц/га:	152,5	135,6	132,5	117,8	91,7	88,3	166,2	117,8	#DIV/0!	#DIV/0!
из них при соотношении основная/побочная продукция –1:	2	1,5	1,2	1,3	1	1,5	1,23	1,5		
Урожайность зерна, ц/га	50,83	54,22	60,23	51,21	45,83	35,33	74,51	47,11	#DIV/0!	#DIV/0!
Дополнительные данные	коэф. использования годовых осадков									
		600	575	540	450					
Суглинок	0,71	426	408	383	320					
Супесок	0,58	336	322	302	252					
Песок	0,42	252	242	227	189					

Рисунок 1.3 – Головна сторінка сервісу «ГрінкоАгро».

Складемо таблицю порівняння аналогів для чіткого визначення ключових факторів для майбутньої інформаційної системи:

Таблиця 1.1 – Огляд аналогів.

Критерії Сайти	Зручність інтерфейсу	Надання практичних рекомендацій	Можливість розрахунку сукупності факторів	від	Можливість збереження результатів до БД
АгроСфера	+	-	-		-
ГрінкоАгро	+	-	-		-
agronom.co. ua	-	-	-		-
ІСОВЗ	+	+	+		+

Ключовими факторами для майбутнього додатку є зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, досить розширена кількість вхідних факторів, наявність практичних рекомендацій.

Виходячи з результатів огляду продуктів-аналогів показаних у Таблиці 1.1 можна зробити висновок, що жоден з аналогів не відповідає поставленим вимогам, а тому створення нової інформаційної системи розрахунку врожайності зернових культур є абсолютною необхідністю.

1.3 Загальний аналіз роботи інформаційної системи.

Ідея проекту це створення безкоштовного інструменту розрахунку врожайності зернових культур.

Даний інструмент має виконувати такі функції:

- Розрахунок врожайності за сукупністю факторів.
- Надання практичних рекомендацій щодо покращення врожайності зернових культур.
- Можливість збереження отриманих результатів до Баз даних.

Інформаційна система буде представлена у вигляді веб-додатку, який дозволить спростити розрахунки для користувача та використовувати інформаційну систему на будь-якому пристрої з доступом до мережі інтернет.

Переваги пропонованої рекомендаційної системи, як веб-додатку:

- Інформація про результат розрахунку та рекомендаційні вказівки в онлайн режимі.
- Актуальна оцінка та аналіз вхідних даних.

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета та задачі

Метою даної роботи є розробка web-орієнтованої інформаційної системи розрахунку врожайності зернових культур у сільському господарстві. Тобто необхідно, використовуючи формули математичних методів, розробити додаток, котрий буде проводити аналіз введених користувачем даних, та у результаті обчислень надавати фінальний показник врожайності та практичні вказівки щодо його підвищення .

Для розробки даного додатку необхідно виконати ряд поставлених задач. Розроблена система призначена для спрощення роботи менеджера, який займається розрахунками врожайності вручну. Тому однією із задач необхідно організувати обмін даними між користувачем та інформаційною системою.

Наступна задача, яку повинен виконати додаток після отримання даних від користувача – провести обчислення показника врожайності на основі початкових даних, видати користувачеві інформацію щодо розрахунків та рекомендаційних вказівок, надати користувачеві можливість зберегти дані в файл або на сервер.

Розробка інформаційної системи складається з реалізації таких задач:

- Виконати аналіз існуючих аналогів
- Сформулювати функціональні вимоги до Web-системи
- Побудувати модель роботи ІС
- Обрати методи та засоби реалізації ІС
- Розробити практичні рекомендації щодо підвищення врожайності
- Розробити базу даних
- Виконати програмну реалізацію та протестувати Web-систему

2.2 Вибір методів реалізації

2.2.1 Аналіз ринку програмного забезпечення для інформаційної системи.

Зараз існує невелика кількість варіантів інструментів для розрахунку врожайності зернових культур у сільському господарстві.

Кожен інструмент має як певні переваги так і недоліки. Було прийнято рішення створити web-сайт, який буде адаптивним для всіх видів пристроїв.

Аналіз результатів розглянутих інформаційних систем-аналогів дозволив зробити висновки про доцільність розробки власного веб-додатку. Одними з найвпливовіших вагових якостей виявились зручність використання та широкий функціонал. Вони зіграли ключову роль у виборі типу програмного забезпечення.

2.2.2 Метод дослідження. Метод найменших квадратів багатовимірного регресійного аналізу.

При аналізі діяльності промислових та сільськогосподарських підприємств, особливо тих, що працюють в умовах оренди, постійно виникає потреба в розв'язуванні різних економічних задач. Наприклад, необхідність правильно оцінити можливості наявних у господарстві виробничих, трудових та земельних ресурсів, порівняти й оцінити результати господарської діяльності підприємств і районів з точки зору їх реальних можливостей. При плануванні подальшого розвитку окремих господарств важливо встановити правильну й, по можливості, оптимальну їх спеціалізацію, визначити оптимальні заходи в окремих галузях господарства, оптимального використання земельних площ тощо. Для звітнього періоду й періоду, що планується, необхідно вивчити економічну ефективність різних видів капіталовкладень та інших господарських заходів (раціонального використання якості землі, затрат виробництва, підвищення матеріальної зацікавленості в результатах роботи тощо).

При статистичному аналізі економічних показників господарської діяльності підприємств змінна, яка досліджується, як правило, залежить від впливу не одного, а багатьох факторів. Наприклад, врожайність зернових культур залежить не лише від економічної оцінки землі, але й від затрат виробництва, норм внесення мінеральних та органічних добрив, наявних фондів, агротехніки тощо. Послідовне вивчення впливу кожного фактора на результуючу ознаку має певні недоліки. Зокрема, господарства з вищою оцінкою землі мають, як правило, більші затрати виробництва, основні фонди тощо. Таким чином, вивчаючи вплив економічної оцінки землі на врожайність зернових у господарствах з різною родючістю ґрунту, одержуємо різні значення урожайності. Отже, пояснити різницю у врожайності лише впливом родючості землі можна тільки умовно. Ця різниця обумовлена не тільки неоднорідністю оцінки землі, але й впливом деяких інших факторів, що кореляційно пов'язані з економічною оцінкою землі. В той же час показники впливу окремих факторів на результуючу змінну є досить значними.

Якщо досліджувати вплив іншого фактора (наприклад, затрат (виробництва) на врожайність зернових культур) одержимо, також умовні, досить високі показники. Якщо ж будемо розглядати спільний вплив двох факторів, то прийдемо до повторного розрахунку.

Кореляційно-регресійні моделі досить об'єктивно описують соціально-економічні процеси за умови добре перевіреної та надійної інформації. При цьому, як модель у цілому, так і окремі її параметри, завжди можна оцінити з певною ймовірністю, що визначає надійність моделі на строго науковому рівні.

Кореляційні методи дають можливість кількісно вивчати і характеризувати діючі реально економічні закономірності та зв'язки. Ці закономірності менеджери мають змогу використовувати у різних галузях аналізу та прогнозування господарської діяльності.

Порівняно з простим групуванням кореляційно-регресійні методи мають суттєві переваги:

1. При використанні такого аналізу кілька спостережень замінюють таблиці даних, які необхідні для відображення результатів групування, що важливо при дослідженні взаємозв'язку між багатьма ознаками в різних комбінаціях.

2. Регресійні методи менш чутливі до різних випадкових причин, дію яких відображає вихідна інформація. Вони виявляють важливі закономірності у більш загальному, чистому вигляді.

3. Методи множинної та часткової кореляції дають можливість вивчати взаємозв'язки між кількома ознаками одночасно, що при використанні простого групування зробити неможливо.

4. Кореляційні методи дають можливість визначити тісноту зв'язку між факторами, що при використанні простого групування зробити неможливо.

5. Показники кореляції, які одержані на основі обмеженої вибірки, можуть бути оцінені в якості відповідних характеристик усієї генеральної сукупності, що неможливо зробити на основі простого групування.

Остання властивість кореляційно-регресійних методів особливо важлива при їх використанні для побудови економіко-статистичних моделей. Такі моделі, що одержано на основі статистичної обробки даних звітного періоду, дуже часто використовуються при плануванні та прогнозуванні. Звітний рік (роки) у цьому випадку вважається вибіркою з деякої множини років (включаючи рік, на який планується), що утворює генеральну сукупність.

Причинами недостатнього використання кореляційно-регресійних методів при аналізі економічних процесів:

- розрахунки кореляційно-регресійних показників вимагають великої кількості обчислень і, як правило, здійснюються за допомогою

сучасних комп'ютерів із використанням пакетів прикладних програм статистичного аналізу;

- складні математичні методи часто недоцільно використовувати внаслідок значних їй недоліків при кількісному визначенні різних економічних категорій, наприклад ціни, собівартості, чистого прибутку тощо, а також через наявність грубих похибок вихідної інформації;
- недостатня підготовленість менеджерів до широкого використання на практиці економічно-математичних методів та сучасних комп'ютерів.[4]

Виходячи з наданих вище переваг та недоліків, приходимо до висновку, що метод найменших квадратів багатовимірного регресійного аналізу досить вдало підходить для обчислення коефіцієнту врожайності землі у ході розробки інформаційної системи. Для практичного застосування даного методу була побудована математична модель.

2.3 Знаходження параметрів лінійного рівняння регресії методом найменших квадратів (МНК)

Постановка задачі МНК.

Вхідні дані: кількість факторів k , статистичні значення факторів x_{ji} , ($i=0, \dots, n$; $j=0, \dots, k$), значення результуючої змінної y_i

Врожайність зернових, (ц/га)	Затрати виробництва (грн./га)	Економічна оцінка землі (бал)	...	Вміст органічних добрив (т/га)
y_1	x_{11}	x_{21}		x_{k1}
y_2	x_{12}	x_{22}		x_{k2}
...
y_n	x_{1n}	x_{2n}		x_{kn}

Вид регресійної залежності :

$$\hat{y} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k \quad (2.1)$$

Знайти: невідомі параметри регресії a_0, a_1, \dots, a_k , так, щоб задовольнялась умова:

$$S(a_0, a_1, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^k (y_i - \hat{y}(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k))^2 \rightarrow \min \quad (\text{рис. 2.1})$$

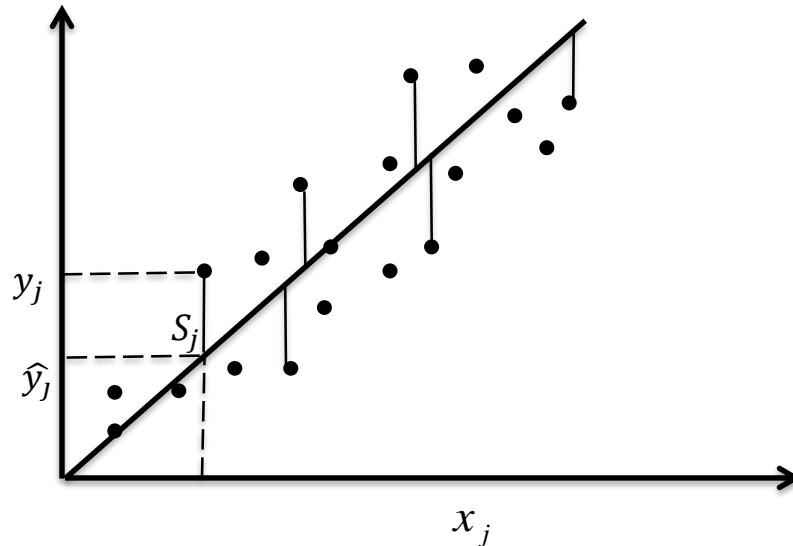


Рисунок 2.1 – Геометрична інтерпретація МНК

Розв'язування задачі:

Необхідною умовою екстремуму функції $S(a_0, a_1, \dots, a_k)$ є виконання рівностей:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial S}{\partial a_0} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_k} = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \left[\sum_{i=1}^k (y_i - \hat{y}(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)) \right] \frac{\partial S}{\partial a_0} = 0 \\ \left[\sum_{i=1}^k (y_i - \hat{y}(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)) \right] \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \\ \dots \\ \left[\sum_{i=1}^k (y_i - \hat{y}(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)) \right] \frac{\partial S}{\partial a_k} = 0 \end{array} \right.$$

де $\frac{\partial S}{\partial a_0}, \frac{\partial S}{\partial a_1}, \dots, \frac{\partial S}{\partial a_k}$ - часткові похідні функції

$$S(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^k (y_i - \hat{f}(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k))^2$$

Використовуючи правила диференціювання, отримуємо нормальну систему МНК:

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum_{i=0}^n x_{1i} + a_2 \sum_{i=0}^n x_{2i} + \dots + a_k \sum_{i=0}^n x_{ki} = \sum_{i=0}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=0}^n x_{1i} + a_1 \sum_{i=0}^n x_{1i}^2 + a_2 \sum_{i=0}^n x_{1i} x_{2i} + \dots + a_k \sum_{i=0}^n x_{1i} x_{ki} = \sum_{i=0}^n y_i x_{1i} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_0 \sum_{i=0}^n x_{ki} + a_1 \sum_{i=0}^n x_{1i} x_{ki} + a_2 \sum_{i=0}^n x_{2i} x_{ki} + \dots + a_k \sum_{i=0}^n x_{ki}^2 = \sum_{i=0}^n y_i x_{ki} \end{cases} \quad (2.2)$$

Система (2.2) є системою лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) відносно шуканих параметрів регресії a_0, a_1, \dots, a_k .

Для розв'язування системи (2.2) у роботі використано модифікований метод виключення Гаусса з вибором головного елемента по строкам, який реалізується у 2 етапи.

1-й етап – зведення системи (2.2) до верхнього трикутного вигляду.

2-й етап – знаходження невідомих параметрів a_0, a_1, \dots, a_k .

Підстановкою знайдених значень коефіцієнтів a_0, a_1, \dots, a_k до рівняння (2.1) отримуємо лінійне рівняння множинної регресії:

$$\hat{f} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k \quad (2.3)$$

Підстановка фактичних значень параметрів x_1, x_2, \dots, x_n у рівняння (2.3) дає можливість розрахувати значення врожайності y .

Аналіз значень отриманих коефіцієнтів регресії a_0, a_1, \dots, a_k за модулем та за знаком дає можливість визначити вплив основних факторів на значення результуючої змінної та надати практичні рекомендації щодо підвищення врожайності зернових культур:

- для підвищення врожайності необхідно збільшувати значення фактору x_j у випадку $a_j > 0$ ($j=0, \dots, k$);
- для підвищення врожайності необхідно зменшувати значення фактору x_j у випадку $a_j < 0$ ($j=0, \dots, k$);
- зміна факторів $x_j < 0$ ($j=0, \dots, k$), що мають найбільші за модулем відповідні значення коефіцієнтів, чинять найбільший вплив на підвищення врожайності.

Практичні рекомендації, які генерує інформаційна система дають можливість аграріям економити час, ресурси і приймати більш ефективні та правильні рішення.

2.4 Вибір засобів реалізації

Для того щоб організувати правильну, та нормалізовану роботу інформаційної системи, необхідно обрати оптимальні засоби реалізації. Враховуючи поставлені раніше завдання, оптимальним засобом для розробки такої інформаційної системи є застосування мови розмітки документів – HTML, мови опису зовнішніх стилів документа – CSS, прототипно-орієнтованої мови програмування JavaScript, мова сценаріїв загального призначення з відкритим вихідним кодом PHP та баз даних MySQL.

HTML

Для того щоб створити інформаційну систему необхідно використовувати мову гіпертекстової розмітки HTML. HTML – це мова, яка використовується для відображення і структурування веб-сторінки та контенту на ній.

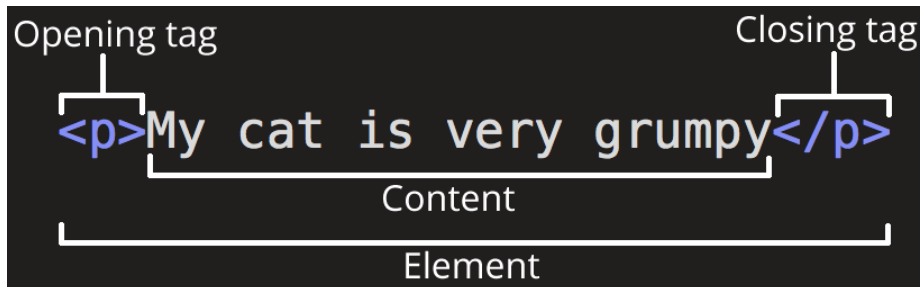


Рисунок 2.2 – Приклад використання тегів HTML

CSS

CSS – це мова стилів. За допомогою цієї мови описують вигляд веб-сторінки. Головною перевагою використання CSS є розділення змісту та контенту сторінки від її оформлення. Також основними перевагами мови стилів є :

- 1) Різна стилістика одного і того ж самого документу.
- 2) Зменшення часу завантаження сторінки за рахунок відокремлення правил CSS в окремий файл.
- 3) Додаткові функції та інтерактивності веб-додатку.
- 4) Адаптивність під різні девайси.

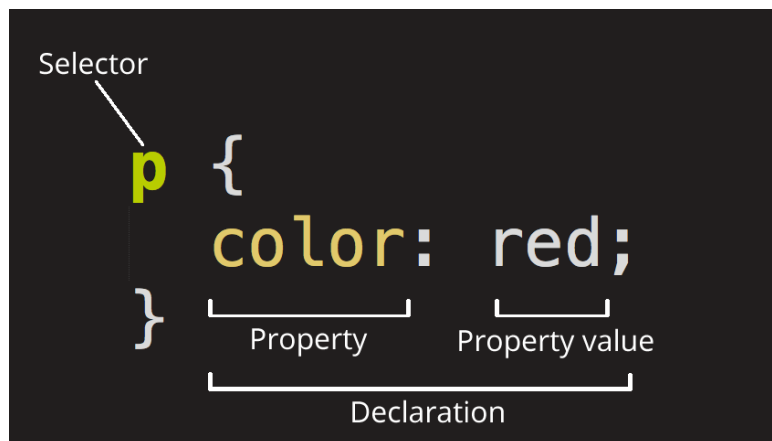
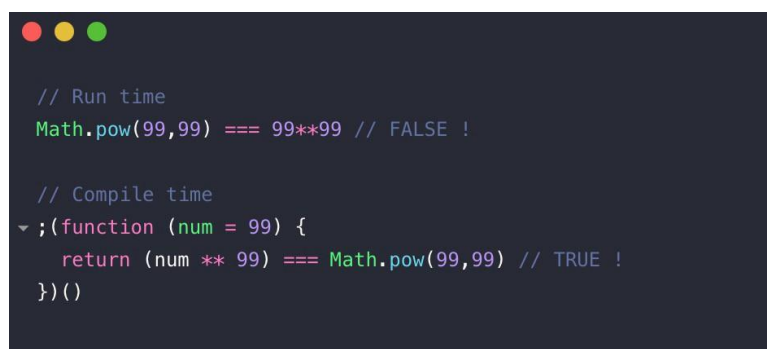


Рисунок 2.3 – Приклад використання селекторів CSS

JAVASCRIPT

«JavaScript (JS) — об'єктно-орієнтована, динамічна, прототипна мова програмування. Мова JavaScript використовується для: написання сценаріїв веб-сторінок для надання їм інтерактивності; створення односторінкових веб-застосунків (React, AngularJS, Vue.js). Також JS має об'єкт JSON.»[8]



```
// Run time
Math.pow(99,99) === 99**99 // FALSE !

// Compile time
;(function (num = 99) {
  return (num ** 99) === Math.pow(99,99) // TRUE !
})();
```

Рисунок 2.4 – Приклад використання javascript

PHP

PHP(Personal Home Page Tools) – це мова програмування з відкритим вихідним кодом. Цей інструмент використовується для написання веб-додатків. Також PHP представляє собою скриптову мову програмування, яка взаємодіє та підтримується більшістю хостинг-провайдерів.

```
<html>
  <head>
    <title>PHP Test</title>
  </head>
  <body>
    <?php echo '<p>Hello World</p>'; ?>
  </body>
</html>
```

Рисунок 2.5 – Приклад використання коду php

MYSQL

MySQL — це система управління реляційними базами даних. SQL — це мова структурованих запитів. Використовується для доступу до бази даних.

```
1 • SELECT * FROM Fruit
2 WHERE UnitId =
3   (SELECT UnitId
4    FROM Units
5    WHERE UnitName = 'Piece');|
```

Рисунок 2.6 – Приклад запиту mysql до бази даних

3 МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Основними діями, які повинна забезпечувати інформаційна система, є — збір, передача і зберігання інформації, аналіз даних, надання рекомендацій для покращення показнику врожайності у зручній та зрозумілій формі для користувача.

3.1 Побудова контекстної діаграми в нотації IDEF0

Першим кроком в моделюванні Інформаційної системи була побудова контекстної діаграми IDEF0. Таким чином, контекстна діаграма містить узагальнений блок «Розрахунок врожайності зернових культур».

Згідно з методологією функціонального моделювання IDEF0 для роботи потрібно визначити вхідні дані, результуючі дані, дані управління і дані механізмів, які зображуються на діаграмі стрілками:

- Вхідні дані: статистичні дані, вхідні дані.
- Вихідні дані: значення врожайності, практичні рекомендації
- Управління: аграрна документація, метод найменших квадратів, база даних, вид регресійної залежності.
- Механізми: користувач, програмне забезпечення, технічне забезпечення.

Контекстна діаграма має рівень А-0. Це найвищий рівень абстракції для даного завдання.

Графічне зображення діаграми IDEF0, яку було побудовано для даного проекту представлена на рисунку 3.1.

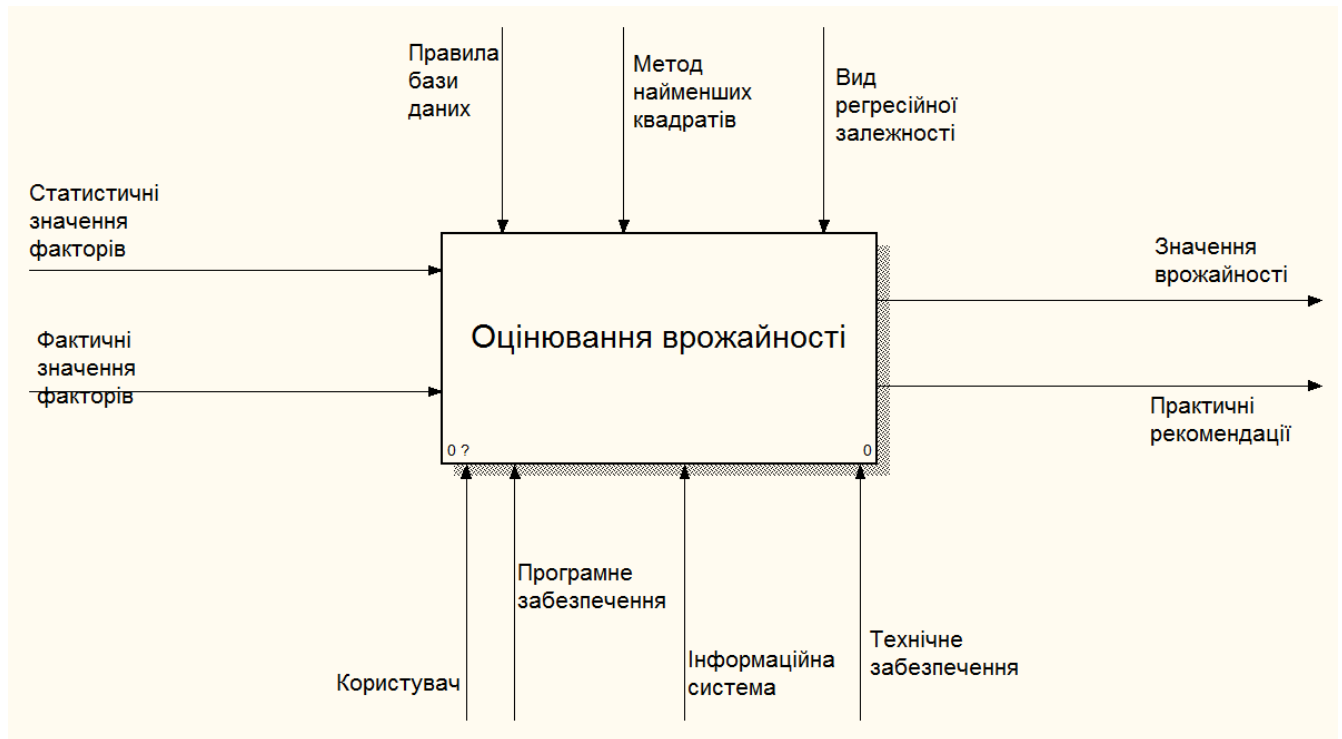


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма IDEF0

3.2 Побудова діаграм декомпозиції в нотації IDEF0

Для формалізації процесів була розроблена діаграма декомпозиції IDEF0. Особливістю IDEF0 є її акцент на ієрархічне представлення об'єктів, що значно полегшує розуміння предметної області. В IDEF0 розглядаються логічні зв'язки між роботами. Так само відображаються всі сигнали управління.

При декомпозиції контекстної діаграми було виділено 5 основних кроків: Введення вхідних даних, Побудова регресійної залежності, Аналіз коефіцієнтів, Розрахунок врожайності, Збереження результатів до БД.

Графічне зображення діаграми декомпозиції IDEF0, яку було створено для даного проекту представлено на рисунку 3.2.

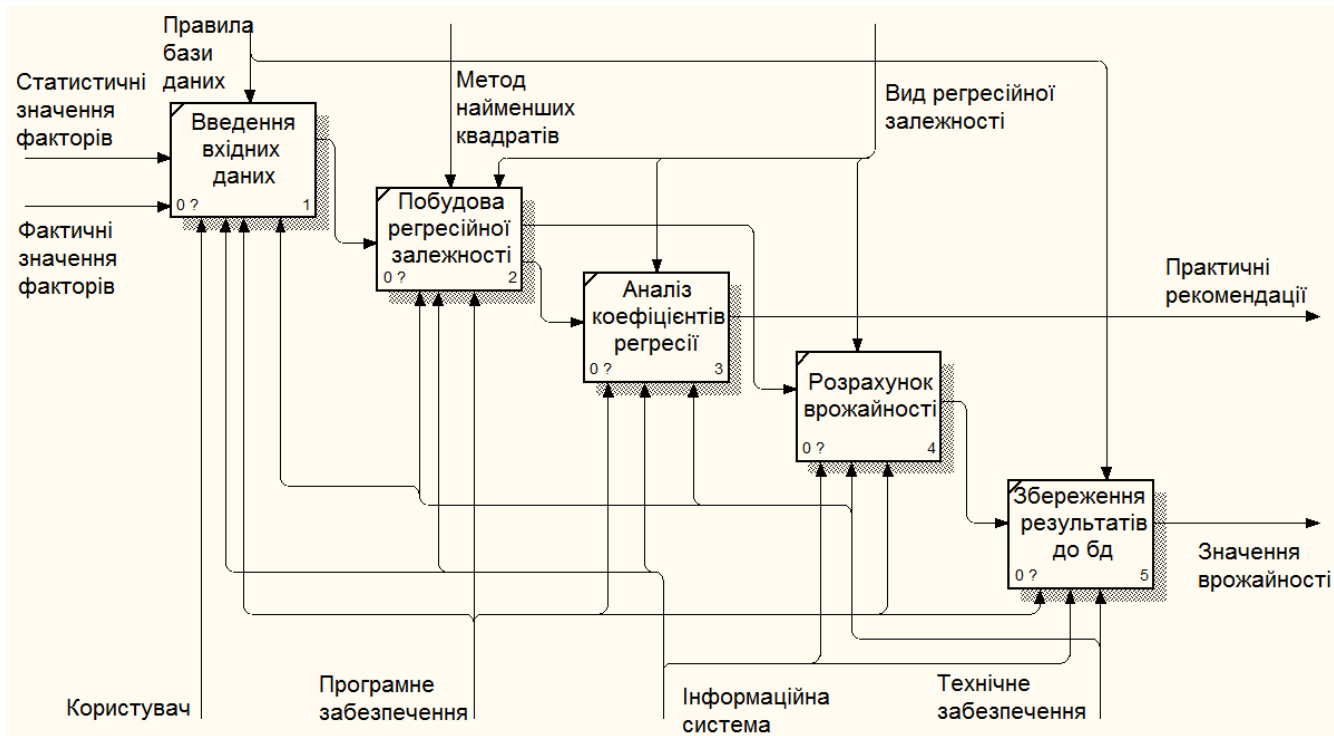


Рисунок 3.2 – Декомпозиція діаграми IDEF0

Процес роботи інформаційної системи розрахунку врожайності зернових культур складається із п'яти взаємозв'язаних етапів. Функціональна модель запропонованої інформаційної системи у нотації IDEF0 представлена на рисунку 3.2.

Етап 1. Введення вхідних даних – користувач на основі зібраних статистичних даних господарства вводить дані до системи.

Етап 2. Побудова регресійної залежності – інформаційна система на основі введених даних, керуючись методом найменших квадратів, будує регресійну модель.

Етап 3. Аналіз коефіцієнтів регресії – система аналізує отримані коефіцієнти регресії для можливості надання практичних рекомендацій.

Етап 4. Розрахунок – сервер на основі введених даних та керуючись рівнянням регресії розраховує коефіцієнт врожайності.

Етап 5. Збереження до БД – сервер отримані дані зберігає до БД на основі створених таблиць.

3.3 Побудова діаграми варіантів використання

«Розробка діаграми варіантів використання переслідує цілі:

- визначити загальні рамки і контекст предметної області що моделюється на початкових етапах проектування системи;
- сформулювати загальні вимоги до функціональної поведінки проектованої системи;
- розробити вихідну концептуальну модель системи для її наступної деталізації у формі логічних і фізичних моделей;
- підготувати вихідну документацію для взаємодії розробників системи з її замовниками і користувачами»[15].

Розглянемо процес моделювання діяльності рекомендаційної системи.

В якості акторів даної системи можуть бути два суб'єкта:

- Гість;
- Зареєстрований користувач.

Кожен з цих акторів взаємодіють з інформаційною системою, та являються користувачами даної системи.

При цьому кожен актор має різні рівні доступу до сайту.

Графічне представлення діаграми варіантів використання, що була створена для даного проекту представлена нижче (рис 3.3).

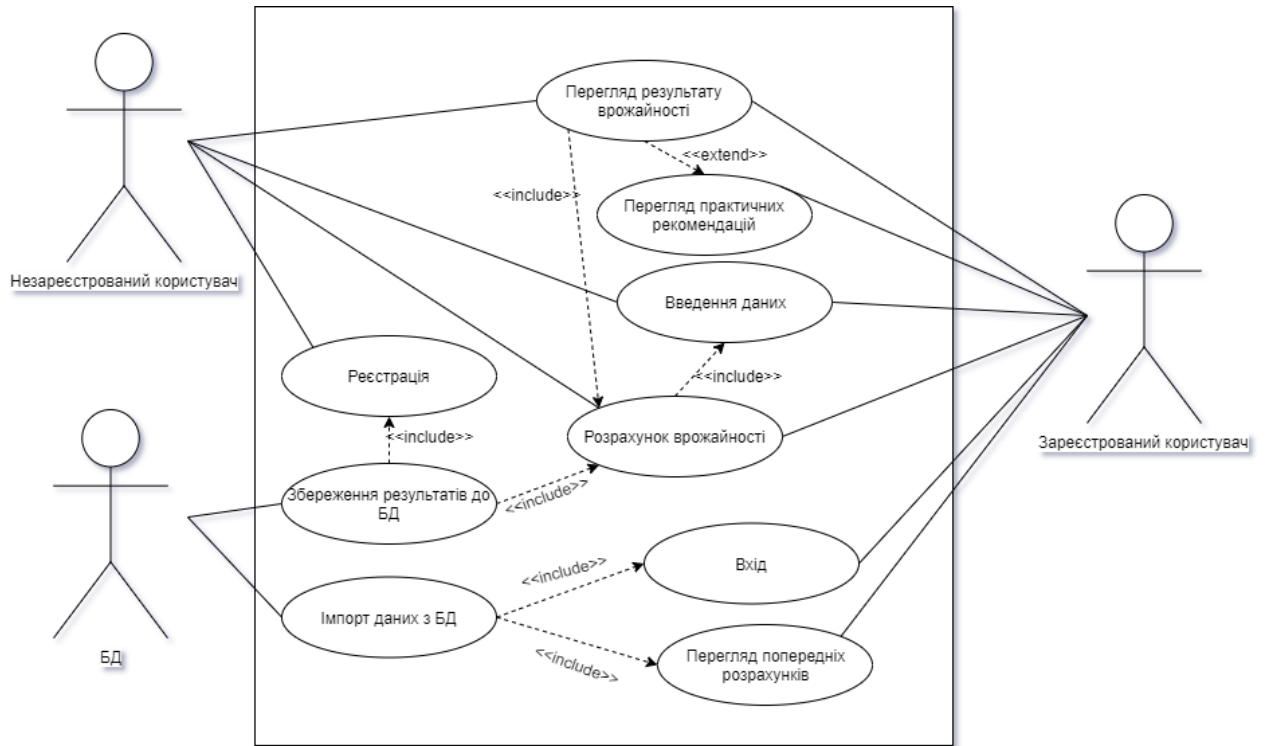


Рисунок 3.3 – Діаграма варіантів використання

3.4 Моделювання архітектури інформаційної системи

«Архітектура інформаційної системи - концепція, яка визначає модель, структуру, виконувані функції і взаємозв'язок компонентів інформаційної системи.»[16]. Під складовими частинами (елементами, компонентами) додатку зазвичай розуміються програми або програмні модулі, які виконують окремі, відносно ізольовані завдання

Наша інформаційна система побудована на архітектурі "Клієнт-сервер", так як всі файли і дані проекту знаходяться на виділеному сервері, який не перебуває на комп'ютері клієнта. Схема такої архітектури зображена на рисунку 3.4.

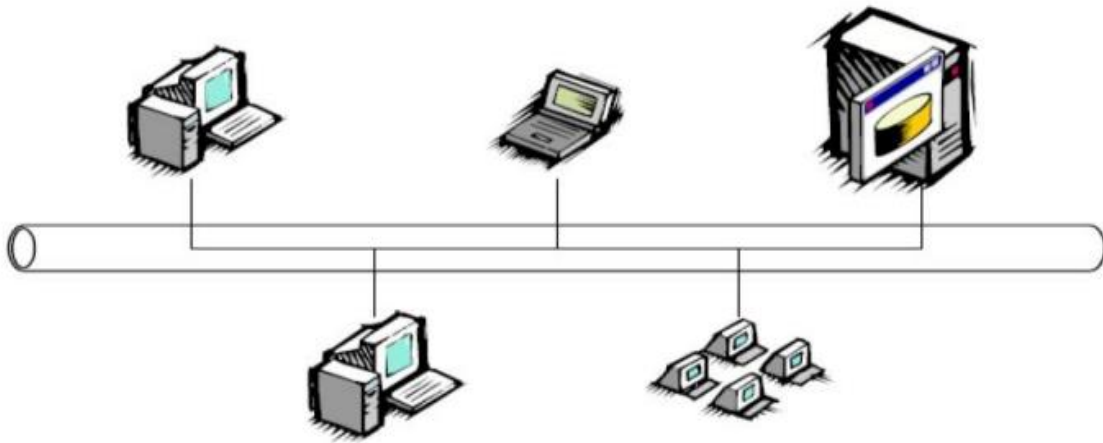


Рисунок 3.4 – Клієнт-серверна архітектура

Інформаційна система, яку ми розроблюємо буде складатися з клієнтської частини та серверної частини.

Клієнтська частина містить:

- Інтерфейс ІС;
- Підсистема введення статистичних даних;
- Підсистема введення фактичних даних;
- Підсистема виведення даних;

Серверна частина складається з:

- Підсистеми розрахунку врожайності;
- Підсистеми побудови регресійної залежності;
- Підсистема аналізу коефіцієнтів регресії;
- Підсистема генерування практичних рекомендацій.

База даних, яка використовується у роботі знаходиться на окремому сервері, поза інформаційною системою.

Схематичне зображення інформаційної системи для оцінювання врожайності зернових культур зображене на рисунку 3.5.

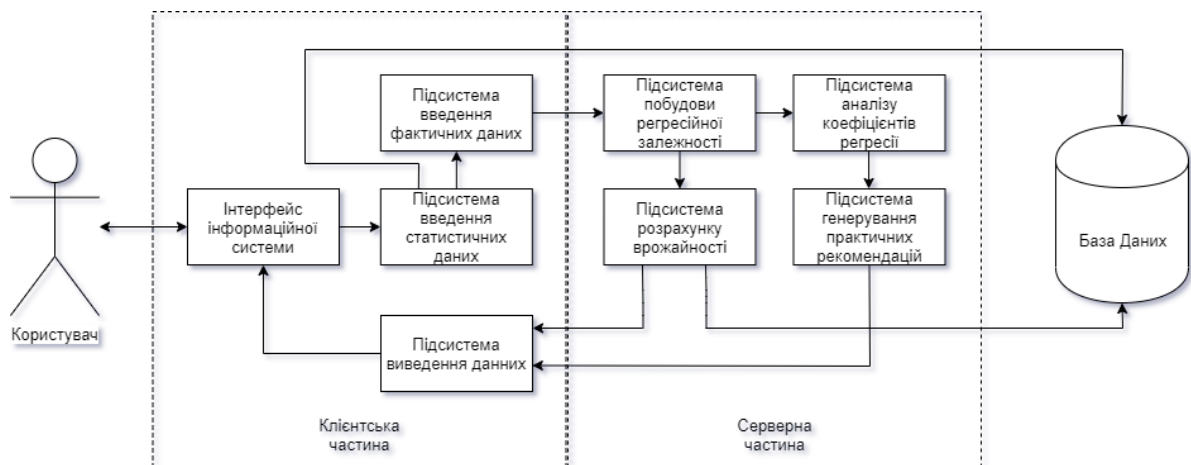


Рисунок 3.5 – Схема архітектури інформаційної системи

3.5 Розробка бази даних інформаційної системи

Для повноцінного функціонування інформаційної системи необхідна база даних, яка б довгостроково зберігала всю інформацію. «Схема бази даних включає в себе опис змісту, структури і обмежень цілісності, що використовуються для створення і підтримки бази даних»[17].

База даних інформаційної системи оцінювання врожайності зернових культур містить 3 таблиці:

1. Users – містить інформацію про зареєстрованих користувачів.

Таблиця Users містить такі поля з даними:

- Id – ідентифікатор користувача (первинний ключ);
- Login – індивідуальне ім'я користувача;
- Email – електронна скринька користувача (використовується для входу до особистого кабінету);
- Pass – особистий пароль користувача (використовується для входу до особистого кабінету);

2. Stat – містить інформацію про статистичні дані, які користувач вводить на першому етапі роботи з інформаційною системою.

- Id – ідентифікатор рядка статистики (первинний ключ);
- User – користувач, який додав статистичні дані;
- Names – Назви факторів впливу на врожайність, які ввів користувач;
- Variables – Числові значення факторів впливу на врожайність.
- Date – дата занесення в систему.

3. Saved_stat – Містить інформацію про вхідні дані які вводяться на другому етапі роботи з інформаційною системою, а також фінальну розраховану величину врожайності.
- Id – ідентифікатор рядка статистики (первинний ключ);
 - User – користувач, який додав статистичні дані;
 - Names – Назви факторів впливу на врожайність, які вводить користувач;
 - Variables – Числові значення факторів впливу на врожайність;
 - Vrozh – фінальна розрахована величина врожайності;
 - Date – дата проведення розрахунків.

Схематичне зображення таблиць бази даних, які було створено для функціонування інформаційної системи зображено на рисунку 3.6.

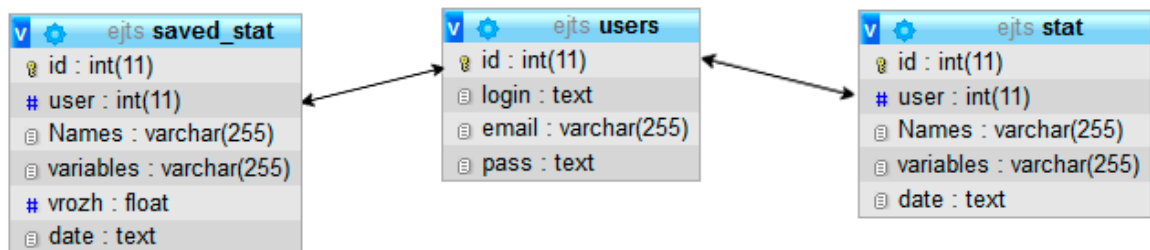


Рисунок 3.6 – Структура бази даних інформаційної системи

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Зовнішня структура інформаційної системи

При розробці інформаційної системи було обрано за основу зовнішню структуру, яка зображена на рисунку 4.1.

Всі сторінки інформаційної системи містять наступні компоненти:

- Шапка сайту – вміщає в собі логотип-посилання на головну сторінку, випадаюче меню з можливістю здійснити вхід до системи (для незареєстрованих користувачів), та перейти до особистого кабінету (для зареєстрованих користувачів).
- Головна частина – містить у собі основну інформацію про дані на сторінці, поля для введення вхідних даних, інформацію про розрахунки.
- Підвал сайту – включає повну назву інформаційно системи, та посилання на розробника.



Рисунок 4.1 – Зовнішня структура інформаційної системи

4.2 Внутрішня структура інформаційної системи

Внутрішня структура інформаційної системи показує основні підсистеми web-додатку, та взаємодію між ними. Схематичне зображення внутрішньої структури інформаційної систем зображено на рисунку 4.2.

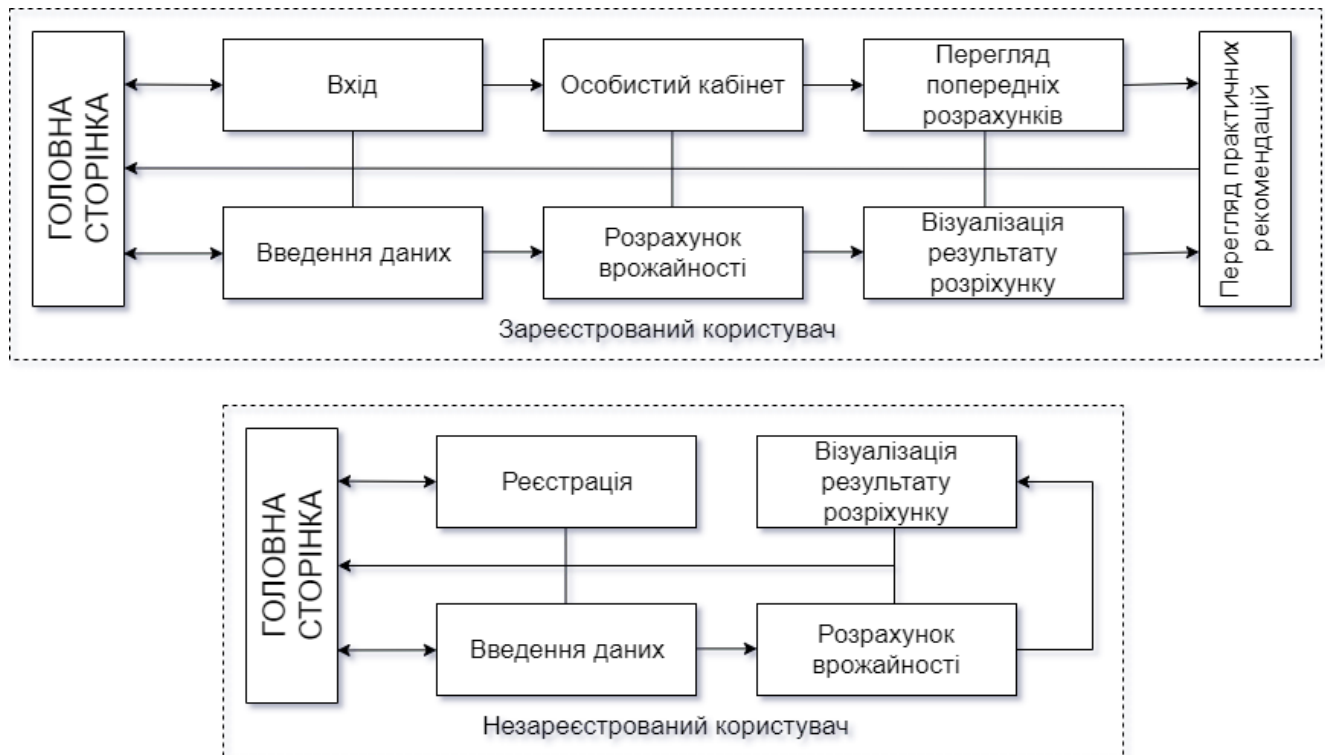


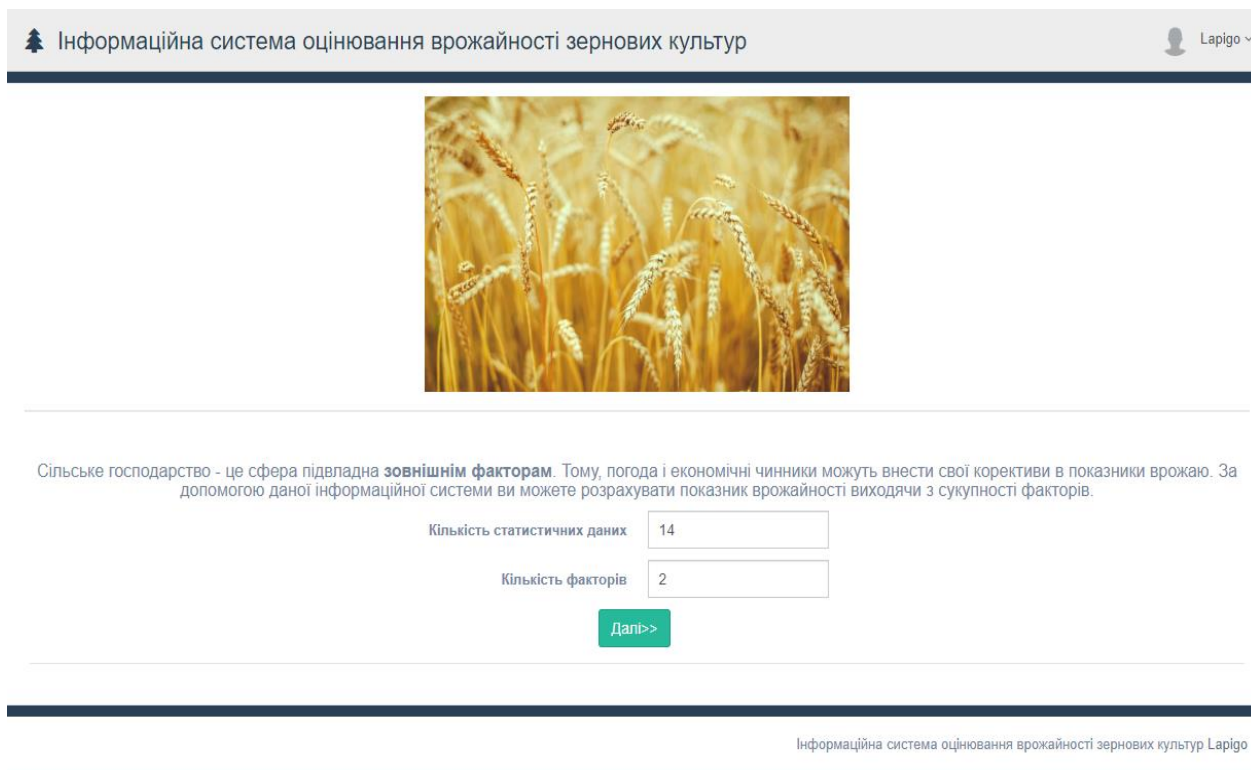
Рисунок 4.2 – Внутрішня структура роботи інформаційної системи.

4.3 Опис алгоритму роботи з інформаційною системою


Робота веб-додатку починається з головної сторінки сайту. Заходячи на головну сторінку, користувач бачить інформацію щодо важливості проведення розрахунків врожайності зернових культур.

Після цієї інформації користувача зустрічає два поля для вводу інформації – кількість факторів, так кількість рядків статистичних даних. Тобто на початку роботи з інформаційною системою користувач одразу обирає скільки ключових факторів, які впливають на урожайність буде брати участь у розрахунках, а також

кількість рядків вхідних статистичних даних за минулі роки. Зображення головної сторінки інформаційної системи зображено на рисунку 4.3.



Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур Lapigo



Сільське господарство - це сфера підвладна **зовнішнім факторам**. Тому, погода і економічні чинники можуть внести свої корективи в показники врожаю. За допомогою даної інформаційної системи ви можете розрахувати показник врожайності виходячи з сукупності факторів.

Кількість статистичних даних

Кількість факторів

[Далі>>](#)

Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур Lapigo

Рисунок 4.3 – Головна сторінка інформаційної системи

Після введення всієї інформації на головній сторінці користувач переходить на наступний крок – введення статистичних даних у систему. В залежності від кількості обраних факторів, користувачеві буде надана необхідна кількість полів для вводу цих факторів, а саме назву для фактору, його значення, та одиниці вимірювання. Зображення даного кроку показано на Рисунку 4.4

Введення статистичних даних

Назви факторів	Дані факторів	Одиниці вимірювання
Врожайність зернових	<input type="text" value="38"/>	ц/га
Економічна оцінка земл	<input type="text" value="27"/>	бал
Затрати виробництва	<input type="text" value="280"/>	грн

Рисунок 4.4 – Перший крок, введення статистики

В залежності від введеного числа рядків статистичних даних, користувач буде здійснювати повторне введення кожного рядка. Фактор «Врожайність зернових» з'являється за замовчуванням, так як на його основі буде порахована поточна врожайність. Після першого вводу назв та одиниць вимірювання на наступних кроках вони будуть автоматично підставлені до відповідних полів вводу (рисунок 4.5). Після успішного введення всіх статистичних даних, на основі яких будуть проведені розрахунки, користувач перейде до наступного кроку – введення фактичних даних, на основі яких буде одержано поточний показник врожайності. Зображення даного кроку показано на рисунку 4.6.

Введення статистичних даних

Назви факторів	Дані факторів	Одиниці вимірювання
Врожайність зернових	<input type="text" value="35"/>	ц/га
Економічна оцінка землі	<input type="text" value="72"/>	бал
Затрати виробництва на 1га	<input type="text" value="262"/>	грн

[Далі>>](#)

Рисунок 4.5 – Приклад вводу другого рядка статистичних даних

Введення фактичних даних

Назви факторів	Дані факторів	Одиниці вимірювання
Економічна оцінка землі	<input type="text" value="29"/>	бал
Затрати виробництва на 1га	<input type="text" value="320"/>	грн

[Розрахувати врожайність>>](#)

Рисунок 4.6 – Другий крок, введення фактичних даних

Залежно від тих назв факторів, які ввів користувач на першому кроці, йому буде показано ці назви, та відповідні їм поля для вводу числових значень цих факторів.

Після успішного введення даних, необхідних для проходження другого кроку, система проведе всі необхідні розрахунки, та надасть користувачеві інформацію про кінцевий результат. Зображення фінальних результатів показано на рисунку 4.7.

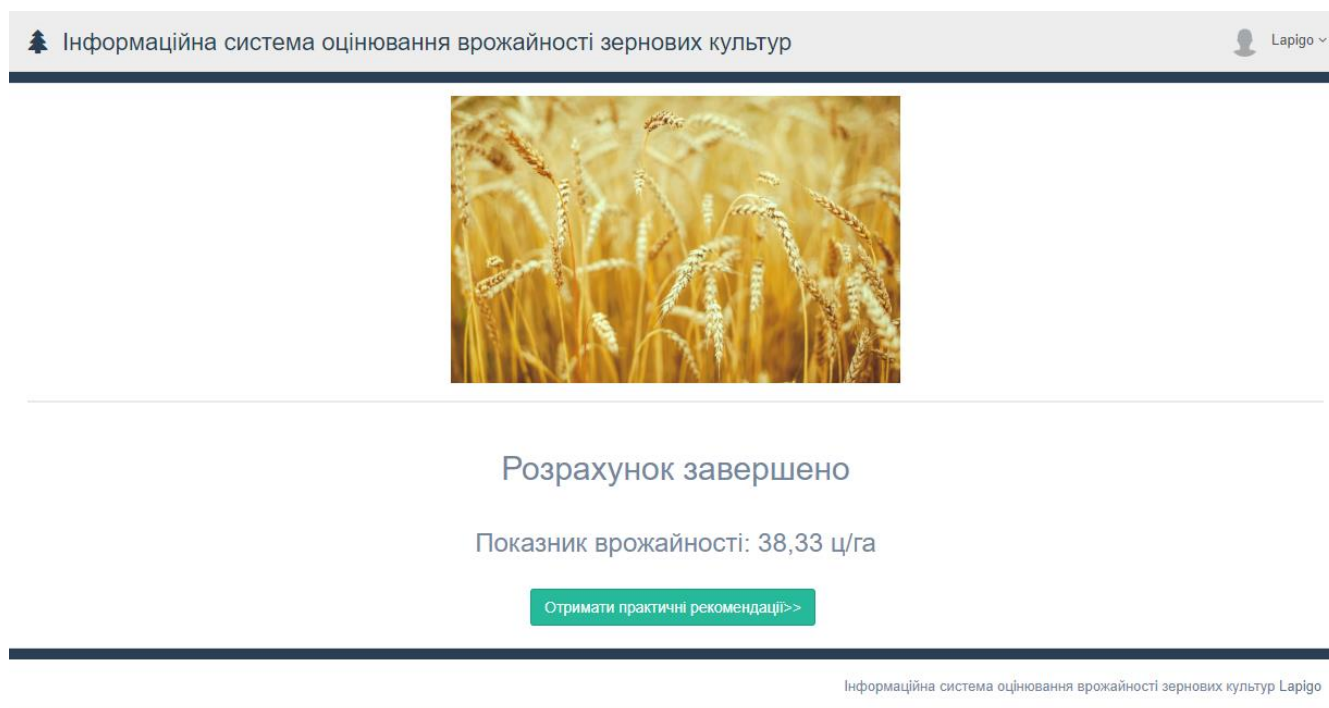


Рисунок 4.7 – Виведення фінального результату на екран

Разом з числовим показником врожайності зареєстрований користувач отримує доступ до практичних рекомендацій, дотримуючись яких можна поліпшити показник врожайності.

На сторінці з практичними рекомендаціями користувач може бачити загальні рекомендації щодо дій, які необхідно зробити над факторами щоб покращити врожайність, та детальні рекомендації, де вказано як покращиться врожайність при збільшенні або зменшенні кожного коефіцієнта на 1%. Зображення сторінки з практичними рекомендаціями показано на рисунку 4.8.

Загальні рекомендації

Збільшення факторів "Економічна оцінка землі", "Затрати виробництва на 1га" позитивно впливає на врожайність.

Найсильніше на врожайність впливають фактори: "Економічна оцінка землі".

Детальні рекомендації

Збільшення фактору "Економічна оцінка землі" на 1% збільшить врожайність на 0.04 ц/га.

Збільшення фактору "Затрати виробництва на 1га" на 1% збільшить врожайність на 0.23 ц/га.

Рисунок 4.8 – Сторінка з практичними рекомендаціями

Якщо користувач зареєструвався у систему та здійснив вхід у систему за своїми даними, йому відкривається доступ до особистого кабінету. У особистому кабінеті користувач має змогу ознайомитись з статистичними даними, які використовуються для розрахунку, а також список минулих розрахунків. Особистий кабінет зображений на рисунку 4.9.

Особистий кабінет

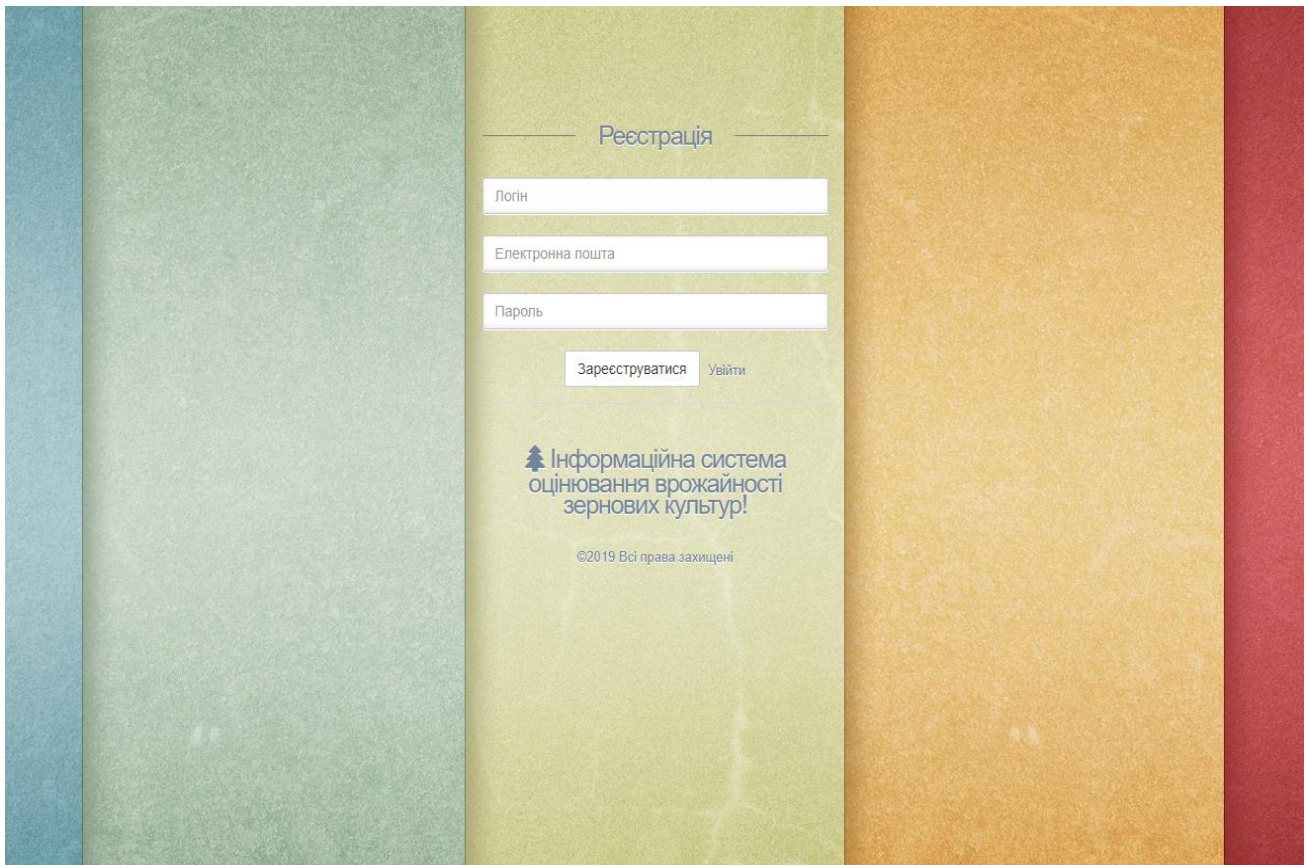
Попередні розрахунки

#	Дата проведення розрахунку	Показник врожайності	Значення факторів
1	16/12/2019	38,33	Економічна оцінка землі = 29; Затрати виробництва на 1га = 320
2	16/12/2019	38,37	Економічна оцінка землі = 29,29; Затрати виробництва на 1га = 320
3	16/12/2019	38,57	Економічна оцінка землі = 29; Затрати виробництва на 1га = 32362

Рисунок 4.9 – Особистий кабінет користувача

Натиснувши на дату-посилання, користувач може переглянути детальну інформацію про конкретний розрахунок. Сторінка детальної інформації результату подібна до сторінки виведення фінального результату (рисунок 4.7).

Незарєєстрованому користувачеві доступне посилання на реєстрацію у правому верхньому куті інформаційної системи з випадваючого меню (рисунок 4.10).



The image shows a registration form titled "Реєстрація" (Registration) on a website. The form is centered on a light green background with a blue vertical bar on the left and a yellow vertical bar on the right. It contains three input fields: "Логін" (Login), "Електронна пошта" (Email), and "Пароль" (Password). Below these fields are two buttons: "Зареєструватися" (Register) and "Увійти" (Login). At the bottom of the form, there is a logo of a tree and the text "Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур!" (Information system for crop yield evaluation of grain crops!). Below the logo is the copyright notice "©2019 Всі права захищені" (All rights reserved).

Рисунок 4.10 – Блок реєстрації у інформаційній системі

Даний блок містить 3 поля для вводу – логін, електронна пошта, пароль. Після введення цих даних користувачем його автоматично буде зареєстровано у системі та направлено на головну сторінку.

Якщо ж користувач вже зареєстрований, він має змогу увійти в систему за своїми даними, які було вказано при реєстрації (рисунок 4.11).

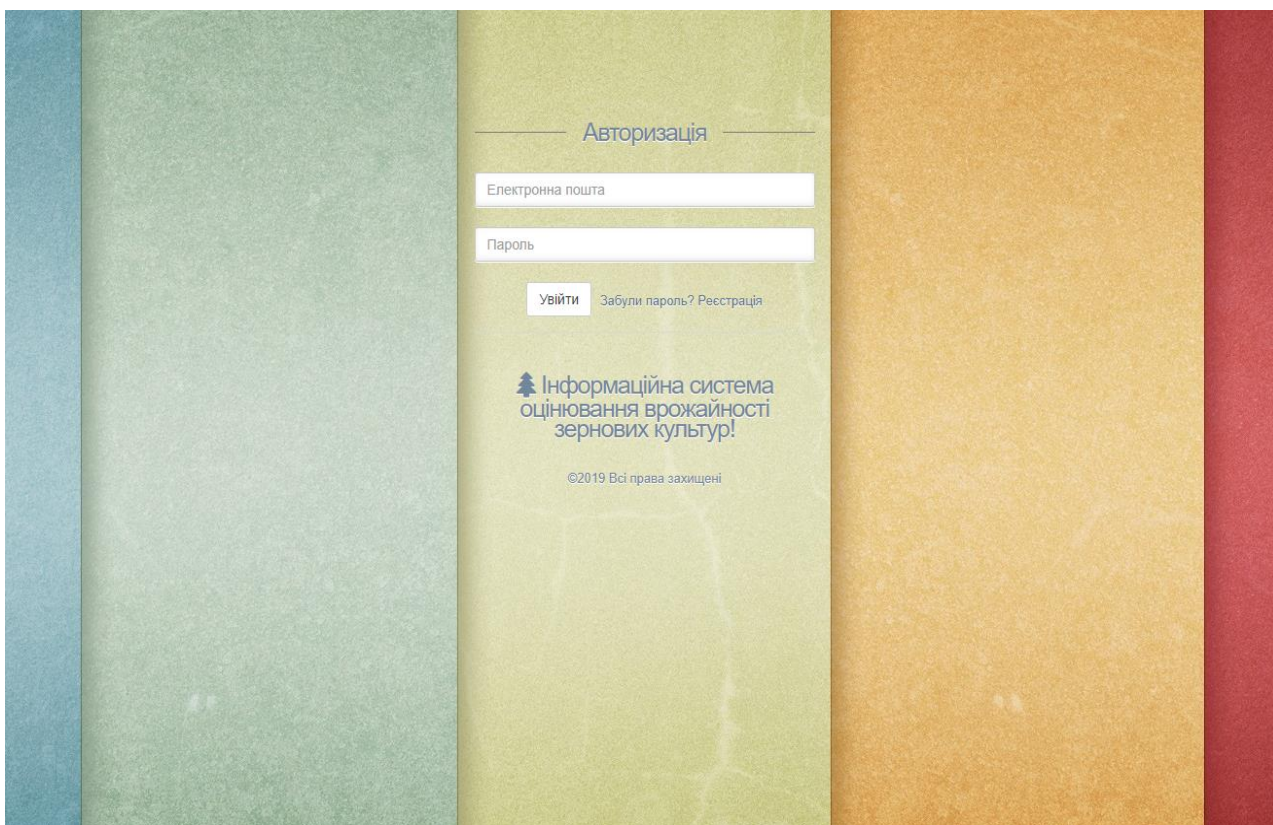


Рисунок 4.11 – Блок входу у систему

Блок входу в систему містить лише 2 поля вводу – Електронна пошта та пароль. Цих даних достатньо для ідентифікації користувача у системі.

ВИСНОВКИ

Завдяки стрімкому розвитку аграрного сектору України, велика увага приділяється підвищенню рівня врожайності сільськогосподарських культур..

Зернові культури є основним продуктом харчування та сировиною для багатьох галузей промисловості.

Тому задача прогнозування урожайності зернових культур є актуальною.. Створення інформаційної системи розрахунку врожайності зернових культур дозволить автоматизувати процес розрахунку врожайності зернових, що залежить від впливу сукупності різних факторів: економічних, технологічних, природних.

У рамках даної роботи було проведено аналіз предметної області, а саме розглянуто методи. Також проведено огляд аналогів програмного забезпечення, що призначене для оцінювання врожайності зернових, сформульовано функціональні вимоги до інформаційної системи.

Було обрано методи та засоби реалізації програмного продукту, а також розроблено правила, на основі яких ІС генерує практичні рекомендації щодо підвищення врожайності.

Після формування мети, основних задач та вимог до проекту було проведено моделювання роботи інформаційної системи, побудовано діаграми використання, та розроблено структуру web-сайту.

Для реалізації інформаційної системи було використано метод об'єктно-орієнтованого проектування.

Результатом проведеної роботи є інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур.

Практичне значення роботи полягає у розробленні інформаційної системи, яка розраховує врожайність зернових культур, виходячи з введених користувачем даних, а також надає практичні рекомендації щодо її підвищення. Ця інформація

дозволить користувачеві порівняти значення врожайності з показниками минулих років та зрозуміти який необхідно здійснити вплив на вхідні фактори для підвищення врожайності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. АгроСфера [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://oooagrosfera.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=13&lang=ru. (дата звернення: 22.10.2019)
2. ГрінкоАгро [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://striptill.com.ua/calculator-effektivnosti/>. (дата звернення: 22.10.2019)
3. Agronom.co.ua [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.agronom.co.ua/raschyot-planovoj-urozhajnosti-s-x-kultur-po-vlagoobespechennosti/>. (дата звернення: 22.10.2019)
4. Андруник В. А., Висоцька В. А., Пасічник В. В., Чирун Л. Б., Чирун Л. В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник. Том 1 за ред. В. В. Пасічника - Львів: Видавництво «Новий Світ- 2000», 2017. - 470 с.
5. Урожай онлайн 2019 – [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2019>. (дата звернення: 22.10.2019)
6. Як змінилося українське сільське господарство за 20 років незалежності – [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://delo.ua/special/kak-izmenilos-ukrainskoe-selskoe-hozjajstvo-za-20-let-nezavisim-163644/>. (дата звернення: 22.10.2019)
7. Прогнозування врожайності зернових і зернобобових культур в центральних чорноземних областях на основі комплексування наземних і супутникових даних / А.І. Страшная, Л.Л. Тарасова, Н.А. Богомолова, Т.А. Максименкова, О.В. Береза 2015 26с.
8. Категорія:JavaScript – [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://fitm.nusta.edu.ua/mediawiki/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F:JavaScript>(дата звернення: 22.10.2019)

9. Цілі по SMART – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://powerbranding.ru/marketing-strategy/smart-celi/>. (дата звернення: 12.11.2019)
10. Управление проектами.Ру – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://upravlenie-proektami.ru/chto-takoe-wbs-proekta-i-zachem-ona-nuzhna>. (дата звернення: 12.11.2019)
11. Finswin – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://finswin.com/projects/instrumenty/kalendarnyj-plan-proekta.html>. (дата звернення: 12.11.2019)
12. Батенко Л. П., Загородніх О. А., Ліщинська В. Управління проектами: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 231 с.
13. Stud.com.ua – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/97325/informatika/metodologiyi_standarti_funktsionalnogo_modelyuvannya_predmetnoyi_oblasti. (дата звернення: 12.11.2019)
14. Опис стандарту IDEF0 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://easy-code.com.ua/2011/03/opis-standartu-idef0/>. (дата звернення: 12.11.2019)
15. Діаграми Прецедентів (Use Case UML Diagram) – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lvivqaclub.blogspot.com/2008/10/use-case-uml-diagram.html>. (дата звернення: 12.11.2019)
16. Архітектури інформаційних систем – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://k504.xai.edu.ua/html/ucheba/rss/RSS_Lekciya_2.pdf (дата звернення: 12.11.2019)
17. ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10032-2007: Еталонна модель управління даними (ідентичний ISO/IEC TR 10032:2003 Information technology — Reference model of data management)
18. Односпрямована структуризація — створення робочої структури проекту – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

- https://studopedia.su/13_83981_dvospryamovana-strukturizatsiya-ta-koduvannya-proektu.html (дата звернення: 12.11.2019)
19. Організація комп'ютерних мереж - [Електронний ресурс] - https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25156/1/Tarnavsky_Kuzmenko_Org_Kom_p_merej.pdf (дата звернення: 22.10.2019)
20. Bootstrap документація – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bootstrap-4.ru/docs/4.3.1/getting-started/introduction/> (дата звернення: 12.11.2019).
21. Линник Ю. В. Метод найменших квадратів і основи математико-статистичної теорії обробки спостережень. — 2 том. — М., 1962. (математична теорія)
22. Доугерті К. Введення в економетрику: Пер. з англ. — М.: ИНФРА-М, 1999. — 402 с. — ISBN 8-86225-458-7.
23. Вітковський В. В. Найменші квадрати // Енциклопедичний словник Брокгауза і Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
24. Мітін і. В., Русаков В. С. Аналіз та обробка експериментальних даних- 5 видання- 24с.

ДОДАТОК А

1 Планування робіт

1.1 Деталізація мети методом SMART

Технологія SMART (СМАРТ) - сучасний підхід до постановки цілей. «SMART є аббревіатурою, розшифровка якої: Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time bound. Кожна буква аббревіатури SMART означає критерій ефективності поставлених цілей.» [9] Розглянемо кожен критерій smart мети більш докладно:

- Specific - конкретна;
- Measurable - вимірювана;
- Achievable - досяжна;
- Realistic - реалістична;
- Timed - обмежена за часом.

Specific - Інформаційна система оцінювання врожайності зернових культур.

Measurable - Результатом роботи є оцінка врожайності зернових культур.

Achievable - Реалізація інформаційної системи буде здійснена з використанням бібліотек HTML, CSS, PHP, JavaScript та Json.

Realistic - У наявності є всі необхідні технічні та програмні засоби.

Timed – Поставлена ціль є обмеженою в часі. Робота повинна бути виконана вчасно.

Після проведення аналізу методом SMART можна визначити кінцеву мету: створення WEB-орієнтованої інформаційної системи оцінювання врожайності

зернових культур. Проект буде виконано вчасно, що підтверджується календарним планом у терміни до 10.12.

1.2 Планування змісту структури робіт IT-проекту (WBS)

«Виробнича структура (WBS - work breakdown structure) – це розбиття проекту на конкретні результати, які повинні бути досягнуті для досягнення цілей проекту. Це сукупність декількох рівнів, кожний з яких формується в результаті розподілу роботи попереднього рівня на її складові. Як правило, на верхньому рівні вказується сам проект, під ним (на першому рівні) - основні результати, кожен з яких, в свою чергу, деталізується, тобто наступний рівень завжди менше попереднього за обсягом робіт і, як правило, включає 2 і більше пакетів робіт. При цьому в різних гілках WBS може бути різна кількість рівнів в залежності від потрібного ступеня деталізації.» [10]. WBS представлена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – WBS-діаграма проекту

1.3 Планування структури організації робіт IT-проекту (OBS)

Ця структура стосується тільки внутрішньої організаційної структури проекту і не зачіпає відносин проектних груп або учасників з батьківськими організаціями. Будується OBS аналогічно робочої структури, а саме:

На рівні №1 можете бачити єдиний елемент – організаційна структура;

На інших рівнях нижча частина структури ділиться на основні організаційні елементи.

«Об'єднання робочої та організаційної структури дає можливість інтегрувати, планувати і контролювати роботу та порівнювати її виконання по підрозділах і організації взагалі. Кожен менеджер в цій ієрархії має свій набір планів і звітів за своїми сферами відповідальності. Як вже підкреслювалося, розподіл WBS здійснюється до робочого пакету, який виконується окремою групою. OBS, в свою чергу, розбивається до рівня груп, які виконують найнижчий рівень робіт в WBS. Таким чином, роботи найнижчого рівня WBS притаманні як WBS, так і OBS, тобто це - фундаментальні блоки обох структур» [10]. Будуємо таблицю OBS (Додаток Б, рисунок 2).

«OBS - структура проекту – організаційна структура виконавців (організацій) проекту. Визначається за переліком пакетів робіт нижнього рівня кожної гілки WBS-структури»[10].

Необхідність розробки організаційної структури пояснюється тим, що для виконання проекту створюється команда проекту - новий тимчасовий робочий колектив, що складається з фахівців різних структурних підрозділів компаній з боку Виконавця і з боку Замовника. Як і для будь-якого нового колективу, для членів команди проекту необхідно визначити проектні ролі (тимчасові посади), функції, обов'язки, відповідальність, повноваження і правила взаємодії, а також організаційну схему, яка відобразатиме відносини підпорядкованості.

У розробленні інформаційної системи оцінювання врожайності зернових культур були задіяні наступні виконавці:

- Лапін І.О.– розробник;
- Чибіряк Я.І. – керівник проекту;

Графічне представлення OBS-діаграми, що була створена для даного проекту представлена на рис 1.2.

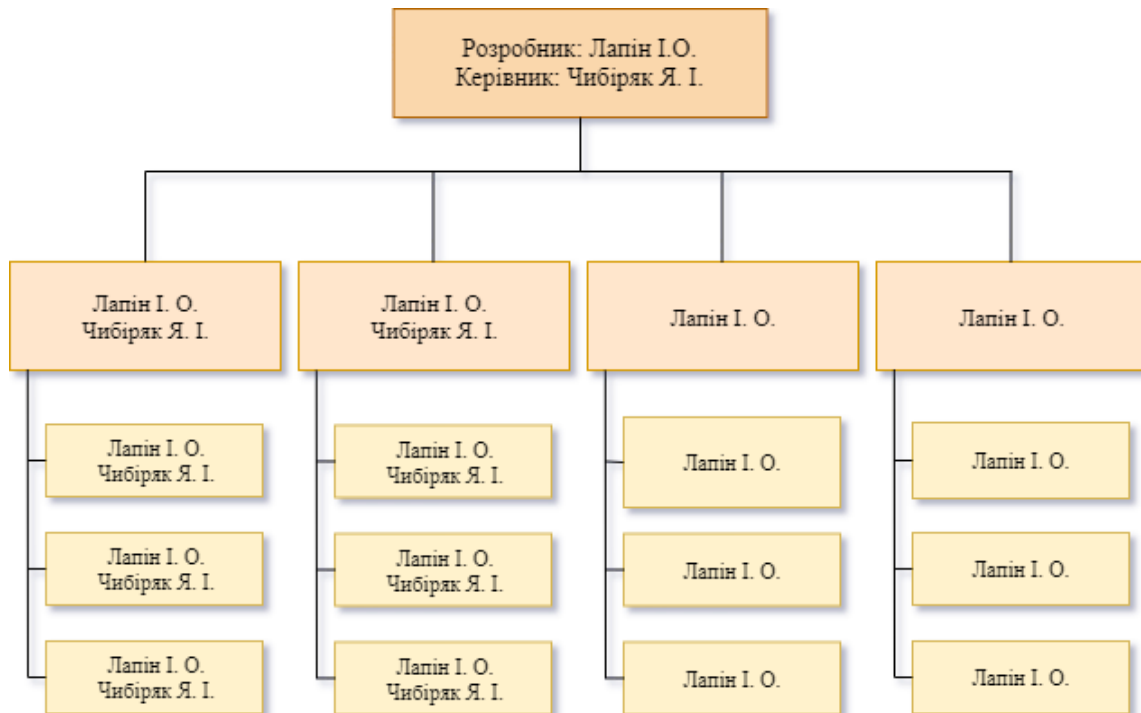


Рисунок 1.2 – OBS-діаграма проекту

1.4 Побудова календарного графіку виконання ІТ-проекту

Для визначення часу здійснення задач, спрямованих на досягнення цілей проекту, і для встановлення взаємозв'язків між ними по тимчасовому параметру з урахуванням найбільш ризикових подій, складається календарний план проекту. Календарне планування полягає в створенні і подальшому уточненні розкладу, який враховує склад робіт, ризики, обмеження [10].

Календарний графік робіт можна подати, використовуючи діаграму Ганта.

«Діаграма Ганта – горизонтальна лінійна діаграма, на якій задачі проекту представляються часовими відрізками, що характеризуються датами початку та закінчення, затримками і, можливо, іншими тимчасовими параметрами» [12].

«Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.»[12]

Графічне представлення діаграми Ганта, що була створена для даного проекту представлена на рис 1.3.

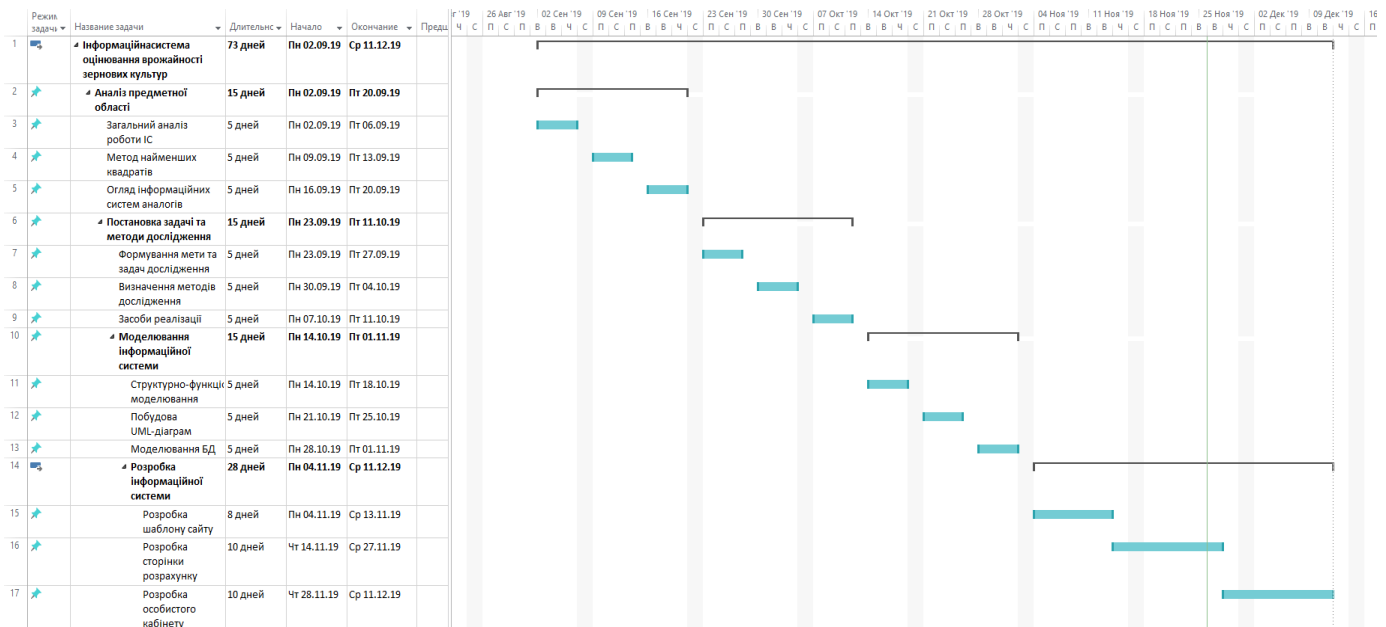


Рисунок 1.3 – Діаграма Ганта

1.5 Планування ризиків ІТ-проекту

Планування та реалізація проектів відбувається в умовах невизначеності, що породжується зміною внутрішнього та зовнішнього середовищ. Під

невизначеністю розуміють відсутність повної та достовірної інформації про умови реалізації проекту.

Ризик - невизначена подія або безліч подій, які в разі реалізації вплинуть на досягнення цілей. Ризикове подія - це завжди «можливість» і «загроза».

Управління ризиком – це процес реагування на події та зміни ризиків в процесі виконання проекту.

При цьому важливим є проведення моніторингу ризиків. Моніторинг ризиків включає контроль ризиків протягом всього життєвого циклу проекту. Якісний моніторинг ризиків забезпечує управління інформацією, яка допомагає приймати ефективні рішення до настання ризикових подій. При розробці будь-якого проекту необхідно передбачити всі можливі ризики, які можуть трапитись та провести необхідні заходи для їх уникнення чи зменшенню збитків.

Виділимо основні ризики під час розробки програмного продукту:

1. Поява альтернативного продукту.
2. Недотримання строків проекту.
3. Помилки в документації.
4. Помилки проектування.
5. Недостатність кваліфікації для реалізації поставлених задач.
6. Відхилення від ТЗ.
7. Збій апаратного і програмного забезпечення.
8. Відсутність резервних копій даних.
9. Виникнення незапланованих робіт.

Для класифікації ризиків використаємо шкалу ймовірності виникнення та величину втрат (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Шкала оцінювання ймовірності виникнення та величини витрат

Оцін	Ймовірність виникнення	Величина втрат
------	------------------------	----------------

ка		
1	Слабоймовірна	Мінімальна
2	Малоймовірна	Низька
3	Ймовірна	Середня
4	Досить ймовірна	Висока
5	Майже можлива	Максимальна

Класифікуємо ризики згідно таблиці 2.1 та розрахуємо індекс ризику за формулою 2.1

$$R = P_q * I_q \quad (2.1)$$

де R – індекс ризику (бали);

P_q – ймовірність виникнення ризиків відповідно до класифікації (бали);

I_q – величина витрат відповідно до класифікації ризику (бали).

Таблиця 2.2 – Оцінка ймовірності виникнення, величини витрат та індексу ризику

№	Ризики	P_q	I_q	R
1	Поява альтернативного продукту	2	3	6
2	Недотримання строків проекту	2	3	6
3	Помилки в документації	3	4	1 2
4	Помилки проектування	3	5	1 5
5	Недостатність кваліфікації для реалізації поставлених задач	3	4	1 2
6	Відхилення від ТЗ.	2	2	4
7	Збій апаратного і програмного	2	4	8

	забезпечення			
8	Відсутність резервних копій даних	1	4	4
9	Виникнення незапланованих робіт	3	3	9

Таблиця 2.3 – Оцінка ймовірності виникнення, величини витрат та індексу ризику

Ймовірність виникнення						
	1	2	3	4	5	

Рисунок 2.2 – Матриця «Ймовірність – Втрати»

На підставі отриманого значення індексу ризику класифікуємо: за ступенем впливу(таблиця 2.4) та рівнем ризику(таблиця 2.5).

Таблиця 2.4 – Шкала оцінювання за ступенем впливу

№	Назва	Межі	Ризики, які входять
1	Ігноруючі	$1 \leq R \leq 4$	6. Відхилення від ТЗ. 8. Відсутність резервних копій даних
2	Незначні	$5 \leq R \leq 8$	1. Поява альтернативного продукту 2. Недотримання строків проекту 7. Збій апаратного і програмного забезпечення
3	Помірні	$9 \leq R \leq 10$	9. Виникнення незапланованих робіт
4	Істотні	$12 \leq R \leq 16$	3. Помилки в документації 4. Помилки проектування 5. Недостатність кваліфікації для реалізації поставлених задач
5	Критичні	$20 \leq R \leq 25$	Відсутні

Таблиця 2.5 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять(номера)
1	Прийнятні	$1 \leq R \leq 4$	6, 8
2	Виправдані	$5 \leq R \leq 10$	1, 2, 7, 9
3	Неприпустимі	$12 \leq R \leq 25$	3, 4, 5

За ступенем впливу істотні та критичні ризики потребують певних дій, які дадуть можливість уникнути їх. Так як, у нашому випадку відсутні критичні, то аналізуємо лише істотні. Через те, що неприпустимі елементи (за рівнем ризиком) такі ж самі, то одразу все характеризуємо та надаємо необхідні поради.

3. Помилки в документації – ризик того, що наявні фатальні помилки, які не дозволять здати проект або кримінальна відповідальність за незначні порушення

проектних рішень. Для того, щоб цього не трапилось необхідна детальна перевірка усієї документації декількома людьми.

4. Помилки проектування – ризик того, що під час проектування обраний помилковий шлях розробки і виконаний зовсім інший проект. Це призведе до великих фінансових втрат та згаяного часу. Щоб уникнути цього на етапі проектування тісніше співпрацювали із замовником та на певних етапах демонстрували поточні результати.

5. Недостатність кваліфікації для реалізації поставлених задач – ризик того, що наявний персонал не зможе успішно виконати проект, або затягнеться час розробки. Уникнути це можна завдяки вивченню інформації на тематичних форумах, відвідування конференцій, проходженню онлайн-курсів.