

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій

УДК 004.9:657:[658.2:635.262]

«ПОГОДЖЕНО»

«ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»

Декан факультету
інформаційних технологій

Завідувач кафедри комп'ютерних наук

Болбот І.М., д.т.н., професор

Голуб Б.Л., к.т.н., доцент

_____ 2024 р.

_____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Експертна система обліку продукції часникового заводу

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

(код і назва)

Освітня програма Комп'ютерний еколого-економічний аналіз

(назва)

Орієнтація освітньої програми

_____ (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Кириченко В. В.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Бушма О. В.

(підпис)

(ПІБ)

Виконала

Хамуда М. О.

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ-2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ТА ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1 Опис предметної області	7
1.2 Визначення проблеми	10
1.3. Аналіз наявних рішень	12
1.4. Діаграма прецедентів	14
1.4. Проектування системи.....	17
1.5. Використання технологій.....	23
1.6. OLAP-технології	25
2 ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1. Створення сховища даних.....	29
2.2. Механізм вилучення, обробки і передачі даних	33
2.3. Побудова звітності в середовищі ВІ	37
2.4. Розрахунок КРІ.....	40
2.5. Використання правила 1-Rule.....	45
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	50
3.1. Рекомендації	50
3.2. Ухвалені рішення та кінцеві результати.....	53
3.3. Кінцеві результати	54
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

MS – Microsoft

SQL – Structured query language

RDBMS – Система керування реляційною базою даних

SSAS – SQL Server Analysis Services

OLAP – Онлайнова аналітична обробка

BI – Business intelligence

SSIS - SQL Server Integration Services

ETL – Extract, Transform, Load

SSRS – Служби звітування SQL Server

ВСТУП

Ефективний продаж реалізованої продукції найважливіша ланка доходу часникового заводу. Ведення звичайного обліку реалізованої продукції вже не є ефективним на ринку. Підприємство зазнає втрат через необдумані рішення, неправильне зберігання продукції та нерелевантні покупки. Система, яка дасть змогу отримувати результати великих обсягів даних часникового заводу та буде показувати важливі показники для прийняття рішень, збільшить дохід підприємства та дасть змогу приймати ефективні рішення щодо роботи підприємства.

Впровадження такої експертної системи є важливою для автоматизації виробничих процесів в аграрному виробництві, що зумовлено швидким розвитком сучасних технологій. Використання експертної системи дозволить значно підвищити точність та ефективність управління виробництвом, а також забезпечить можливість приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу великих обсягів даних, що дозволить підприємству бути конкурентоспроможним та мати найкращі позиції на ринку. Розробка експертної системи спрямована на вирішення цієї проблеми та покращення управління виробничим процесом часникового заводу.

Об'єктом дослідження є врожайність продукції на часниковому заводі.

Предметом є виробничі процеси, що впливають на врожайність часнику.

Метою є визначити причини зниження врожайності часнику на конкретному підприємстві та запропонувати способи для її підвищення.

Таким чином завданням цього дослідження є:

- 1) визначити фактори, які впливають на врожайність часнику на конкретному підприємстві;
- 2) проаналізувати причини зниження врожайності часнику;
- 3) визначити методи та способи подолання низької врожайності.
- 4) надати можливі способи подолання низької врожайності.

Щоб реалізувати поставлені мету та завдання було використано ряд технологій. Для аналізу даних, підтвердження гіпотез, і демонстрацію ефективності, використано технологію OLAP та алгоритми Data Mining. Також для формування гарної звітності використано Power BI.

Багато науковців досліджують таку культуру як часник, але мало хто досліджує окремі показники для конкретного підприємства. Ця робота містить свою створену систему KPI із обгрунтованими цілями, тому це дослідження містить наукову новизну.

Роботу було апробовано на кількох конференціях.

1. Апробація постановки проблеми та аналізу рішень дослідження відбулася в рамках VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і аспірантів «Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп'ютерних систем 2024» 25 квітня 2024(додаток А).

2. Результати дослідження було апробовано в рамках XV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта 2024» 7-8 листопада 2024 року, м. Київ, Україна (додаток Б) та створено постер, де показані основні моменти проведеного дослідження.

Магістерська робота містить: вступ, три розділи, висновки, використані джерела та додатки.

Нижче наведено короткий опис до кожного розділу.

1. У першому розділі описується дослідження предметної області, описано актуальні проблеми виробництва та управління продукцією на часниковому заводі. Також представлено діаграму прецедентів із доданим місцем аналітика та розроблено архітектуру обігу інформації для ефективного управління виробничими процесами також було описано теоретичні аспекти технологій.

2. Другий розділ освітлює, як вибрані технології було використано у дослідженні, практичну реалізацію дослідження, візуалізація даних для прийняття рішень, короткі висновки щодо кожного проведеного експерименту.

3. Третій розділ відображає результати усього дослідження із наданими рекомендаціями. Також у цьому розділі висвітлено рішення, які прийняв завод на основі проведеного дослідження разом із результатами врожайності за 2024 рік.

1 АНАЛІЗ ТА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Опис предметної області

ТОВ «Насінневий Завод Часнику» – перша в Україні компанія, що спеціалізується на вирощуванні та продажу офіційного сертифікованого насіння часнику. Мета – покращення та підтримка бази якісного посівного матеріалу України як для українських так і для іноземних фермерів та впровадження культури технологічно правильного вирощування якісного насінневого та товарного часнику [1].

Компанія впроваджує нові технології вирощування часнику в Україні тим самим збагачуючи економіку України. Часниковий завод спеціалізується на вирощуванні озимого часнику [1].

Підприємство на українському ринку є новим та має кілька конкурентів, але це не заважає досягати стратегічних цілей адже весь їхній сегмент зосереджений у західній частині України, а сектор опонентів розташований у східній частині країни.

Через те що виробництво зосереджене поблизу кордону підприємство також працює на експорт з провідними державами Європи.

Безпосередньо, щоб підприємство займало провідну роль серед багатьох інших фірм на економічному ринку країни потрібно мати хорошу врожайність із не високими витратами.

Організаційна структура – це сукупність виробничих ланок і впорядкованих потоків ресурсів у виробничій системі, а також органів управління та їх певний взаємозв'язок, які забезпечують досягнення стратегічних цілей підприємства [2].

Для того, щоб краще ознайомитись із відділами, які існують на підприємстві та хто керує яким відділом, було створено детальну схему управління підприємством зображена на рисунку 1.1.

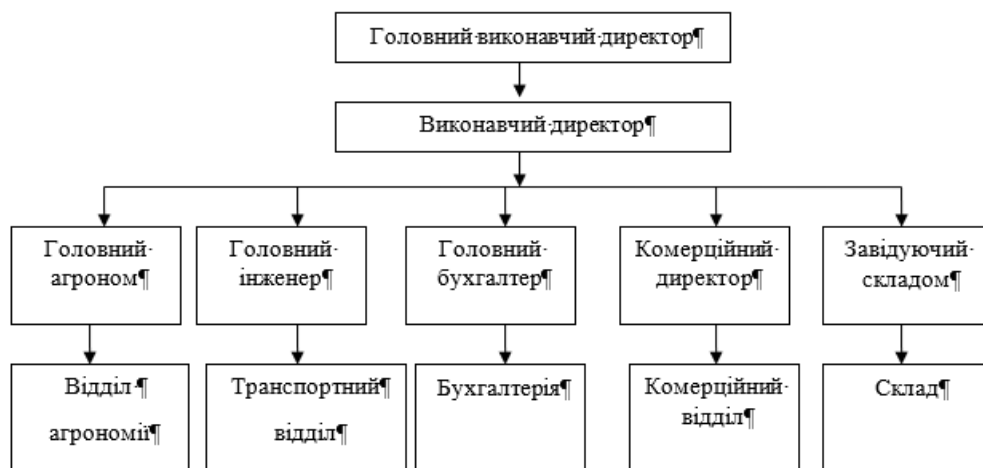


Рис. 1.1 Схема організаційної структури підприємством

Основним підрозділом, де відбувалось дослідження є «Склад». Саме на цьому підрозділі відбуваються усі необхідні для дослідження процеси, які стосуються врожайності продукції. Підрозділ ділиться на холодильну камеру та цех. У цеху виконуються основні виробничі процеси з обробки часнику, зокрема: розподіл головок за сортом і ділянкою вирощування; калібрування товарного часнику; луцення і калібрування насінневого часнику; подрібнення, провіювання, сортування і калібрування повітряної кульки; передпосадкова обробка насінневого часнику хімічними препаратами; просушка сортованого часнику. На рисунку 1.2 вказана організаційна структура складського відділу.

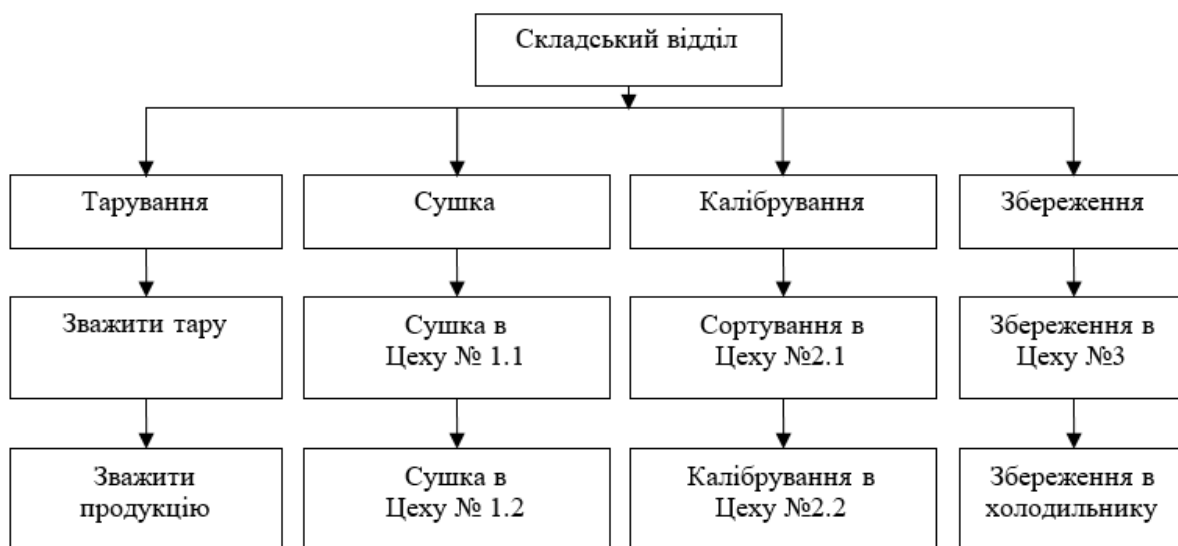


Рис. 1.2 Схема управління організаційної структури підрозділу «Склад»

Однією із частин складу є холодильна камера. Холодильна камера підтримує належну температуру для зберігання часнику. Камера вміщує в собі багато тар часникової продукції.

Тара – це основний елемент пакування, який являє собою вироби для розміщення продукції, транспортування, складування та інших логістичних операцій [3].

На підприємстві часник зберігається партіями у тарованих дерев'яних ящиках.

Кожен ящик знаходиться на певному місці. Ящики не можуть бути хаотично розміщені в холодильній камері, адже їх потрібно швидко потім знайти під час продажу.

Для швидкого контролю в холодильній камері було створено спеціальну мапу холодильної камери(рис.1.3). Мапа складається із двох секторів: К1 і К2. В кожному секторі є свої ряди та стовпці. Кожна клітинка на мапі має максимальну кількість ярусів – тобто скільки ящиків можна розмістити в одній клітинці.

		К1										К2							
		КОЛОННА										КОЛОННА							
		A	B	C	D	E	F	G	H			A	B	C	D	E	F	G	H
ряд	1	5																	
	2	2																	
	3	1																	
	4																		
	5																		
	6																		
	7																		
	8																		
	9																		
	10																		
	11																		
	12																		
	13																		

5 но мер яруса

Рис.1.3 Мапа холодильної камери

Зазвичай в кожній клітинці розміщують часник по партіях, якщо в кінці сезону не вистачає місця у якійсь клітинці, то партію розфасовують у вільні клітинки.

Під час дослідження предметної області підприємства ТОВ «Насінневий завод часнику» було визначено, що підприємство хотіло б вийти на новий рівень та вдосконалити вирощування часнику так, щоб підвищити врожайність та продажі.

1.2 Визначення проблеми

Під час аналізу предметної області було визначено такі дані, які будуть потрібні для подальшого дослідження: дані про врожайність часнику із облікової програми на підприємстві.

На основі отриманих даних було побудовано графік врожайності за усі роки. На основі отриманого графіку було створено прогноз на наступні 4 роки за допомогою інструментів програми MS Excel.

На рисунку 1.4 зображено лінійчасту діаграму прогнозу врожайності на 4 роки.

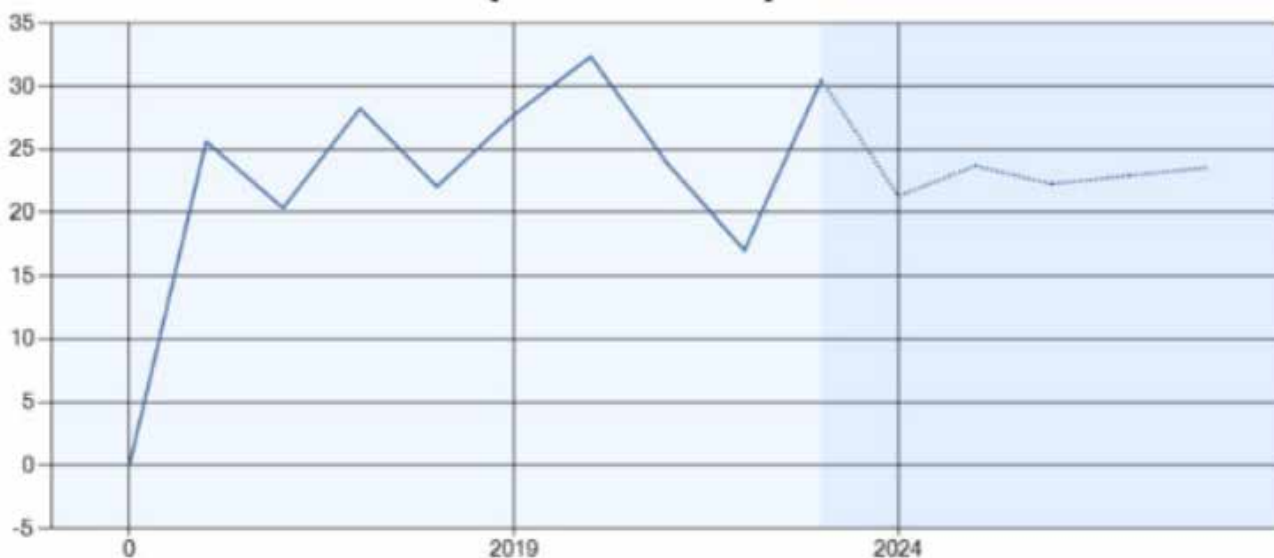


Рис. 1.4 Зібраний врожай за роками

На рисунку простежуються постійні скачки врожайності протягом років. Це може бути через різні фактори, наприклад, перехід на нову стратегію висадки або кризові ситуації. Згідно графіку 2020 рік був із найвищим показником врожайності.

Тоді як 2022 рік має найменший показник, що може бути спровоковано кризовою ситуацією в Україні на тлі російсько-української війни, яка загострила можливість правильно доглядати за культурою, адже вирости ціни на усі добрива. Завод не виділяв такої суми коштів, щоб покрити витрати на добрива у 2022 році, що відобразилось на врожайності. Тоді як 2023 рік став набагато кращим ніж попередній, підприємство призвичаїлось до нових умов ведення бізнесу та змогло підвищити свою врожайність.

Після створеного прогнозування на основі попередніх років, видно, що врожайність може бути стабільною та без значних стрибків. Але підприємство хотіло б вийти на новий рівень і мати хоча б показники врожайності 2023 року.

На основі визначеного прогнозу, можна зробити висновок, що якщо часниковий завод не змінить стратегію, то з кожним новим роком буде отримувати все менший врожай, що призведе до отримання нижчого доходу.

Тому було прийнято зафіксувати певну метрику, яка буде як певний орієнтир для врожайності.

Під метрикою на увазі кількісний або якісний показник, що відображає успішність продукту або певну його характеристику. З її допомогою можна зрозуміти, наскільки актуальне для користувачів продукт або послуга компанії, чи допомагає він у вирішенні їхніх проблем і чи подобається [4].

Такою метрикою, яка буде пов'язано із врожайністю, бо визначено як «Тон на гектар», яка покаже правдиву статистику врожайності.

Також потрібно провести глибший аналіз даних та факторів, що впливають на врожайність таких як:

- 1) проаналізувати врожайність різних сортів, щоб визначити найбільш продуктивні та стійкі до зовнішніх факторів;
- 2) вивчити вплив різних типів ґрунтів на врожайність;
- 3) проаналізувати вплив опадів, температури, сонячної активності на врожайність;

- 4) дослідити вплив різних методів обробітку землі, внесення добрив, поливу, боротьби зі шкідниками та хворобами на врожайність;
- 5) вибір оптимальних сортів часнику для конкретних умов;
- 6) вдосконалення систем зрошення та внесення добрив;
- 7) визначити ключові показники ефективності (KPI) для оцінки результатів;
- 8) проаналізувати способи, які допоможуть покращити врожайність продукції.

Окрім визначених метрик, потрібно провести дослідження іншими методами процесу життєдіяльності часнику, щоб визначити основні причини низької врожайності та спробувати знайти способи для подолання такої проблеми.

1.3. Аналіз наявних рішень

Існує багато різних програм та рішень для аналізу різних даних. Саме в аграрній сфері їх не настільки багато, але все ж вони існують. Нижче перераховано кілька хороших рішень.

1. *Cropio* - це система супутникового моніторингу посівів. Функціонал програми допомагає контролювати стан посівів у режимі реального часу, прогнозувати та планувати сільськогосподарські операції, формувати прогноз урожайності [5].

2. *QuickTrials* - програмне забезпечення для збору та аналізу даних, провідна платформа програмного забезпечення як послуги (*SaaS*) для планування, виконання, моніторингу та аналізу агрономічних польових випробувань. Це наскрізне рішення, яке знижує витрати на проведення випробувань, допомагає пришвидшити інновації та використовується великими організаціями по всьому світу [6].

3. Також хорошими інструментами для аналітики є програми *Power BI* та *Tableau* – це потужні інструменти аналітики з настроюваними шаблонами для візуалізації сільськогосподарських даних, включаючи порівняння врожайності та моделі для різних типів ґрунтів [7]. В інтернеті є багато різних шаблонів для

введення подібного обліку, але їх потрібно перероблювати під конкретне підприємство.

Перераховані додатки є корисними та мають багато плюсів, але є єдиний мінус, чому завод часнику не бажає його використовувати – це довгий поріг входу, через свою складність, а також дороговизну. Наразі часниковий завод не готовий оплачувати багато коштів за програму, не знаючи чи дійсно вона може допомогти.

Також було досліджено методи, за допомогою яких можна проводити дослідження. У багатьох дослідженнях описується використання методів *Data Mining* для аналізу даних, зокрема таке використання описано у роботі перспектива такого аналізу [8].

Використання методів *Data Mining* для аналізу врожайності буде чудовим рішенням, адже ці методи можна використовувати за допомогою багатьох інструментів.

У статті "*Growth and yield of garlic (Allium Sativum L.) influenced by Zn and Fe application*" досліджується вплив внесення цинку (*Zn*) та заліза (*Fe*) на ріст і врожайність часнику у різних умовах. В результаті внесення цих елементів значно підвищило врожайність часнику на ґрунтах із дефіцитом мікроелементів. Також використання цих елементів покращувало розвиток кореневої системи [9].

У статті «Визначення соціальних та економічних очікувань: контекстуальні причини процесу трансформації Індустрії 4.0 у концепцію Індустрії 5.0» в якій вказано, що потрібно переходити на нові стратегії ведення бізнесу.

Стаття "*Plant growth and yield of garlic (Allium sativum L.) under applications of liquid biofertilizers*" досліджує вплив біодобрив на ріст, продуктивність і якість часнику. Дослідження підкреслює важливість впровадження сучасних біотехнологій у сільське господарство для підвищення стійкості рослин та покращення продуктивності агрокультур [11].

Протягом всієї роботи було використано багато наукових досліджень із агросфери, які допомогли дослідити багато аспектів із вирощування озимого

часнику та чинників, які впливають на врожайність цієї культури. Відповідні посилання на ці дослідження прикріплені у тексті цієї роботи в там, де вони згадуються.

1.4. Діаграма прецедентів

Під час дослідження предметної області було створено діаграму прецедентів, щоб краще побачити дійових осіб, що задіяні в процесі обліку реалізованої продукції. Для того, щоб проаналізувати наявні результати підприємства було додано дійову особу «Аналітик», який саме займатиметься аналізом про даних про продукцію.

Діаграма прецедентів для предметної області використовується, щоб показати зв'язок між об'єктами, що взаємодіють та яким чином вони взаємодіють у вказаній предметній області.

Часниковий завод має багато внутрішніх процесів, в яких беруть участь багато дієвих осіб. Для того, щоб зібрати врожай та зберегти його за це відповідають певні особи. Ключовою ланкою є агроном, який контролює весь процес життєдіяльності часнику на підприємстві: від висадки до продажу. Агроном контролює якість посадкового матеріалу, ріст часнику та правильне збереження часнику за певної температури та вологості.

Загалом всі бізнес-процеси можна поділити на такі групи:

- 1) ті, що стосуються збору врожайності;
- 2) ті, що не стосуються збору врожайності.

До другої групи належать всі процеси, які досліджувались у цій роботі опосередковано. Наприклад, це процеси закупівлі, продажу та списання. Найбільш важливою для дослідження є перша група, ка насправді включає багато процесів.

Життєдіяльність часнику починається із його висадки у ґрунт і до продажу та списання. Все що стосується обробки ґрунту, висадки, обробки часнику та збір врожаю відноситься до агронома, адже він слідує за основними вимогами для

вирощування часнику. Агроном займається також дослідженням складу ґрунту на предмет виявлення високої кислотності та шкідників.

Не менш важливими дійовими частинами у процесі виступають різні датчики, з яких підприємство отримує дані, які є критично важливими. Наприклад, прилад, який вимірює наявність високого окислення ґрунту або шкідників у ньому може допомогти вчасно виявити непридатність ґрунту до висадки, через що агроном може почати приймати різні міри такі як підживлення ґрунту правильними добривами. В свою чергу датчики вологості та температури у холодильній камері фіксують найменші зміни, що дозволяє вчасно помітити проблему появи цвілі та пророслого часнику під час збереження. Оскільки часник може довго зберігатись у холодильній камері, то таке цілком ймовірно.

Таким чином для побудови діаграми прецедентів було визначено наступних акторів:

- 1) бухгалтер – веде облік доходів та витрат підприємства, також займається нарахуванням заробітних плат;
- 2) агроном – планує та контролює насадження, продає реалізовану продукцію, контролює збереження продукції;
- 3) аналітик – формує звіти для аналізу підвищення ефективності, досліджує фактори впливу на дані та шукає можливі рішення для подолання низьких показників або, для досягнення якогось показника ефективності;
- 4) директор – приймає рішення щодо наявних аналітичних даних та звітів;
- 5) пристрій вимірювання складу ґрунту - вимірює ґрунт на показник окислення та на наявність шкідників у такому ґрунті;
- 6) датчик температури холодильної камери – вимірює значення температури в холодильній камері, де зберігається після калібрування часник;
- 7) датчик вологості в холодильній камері - вимірює значення вологості в холодильній камері, який тримається в оптимальних нормах для збереження часнику.

На основі визначених прецедентів та операцій, які вони виконують на часниковому заводі, було створено діаграму прецедентів, яка зображена на рис.1.5.

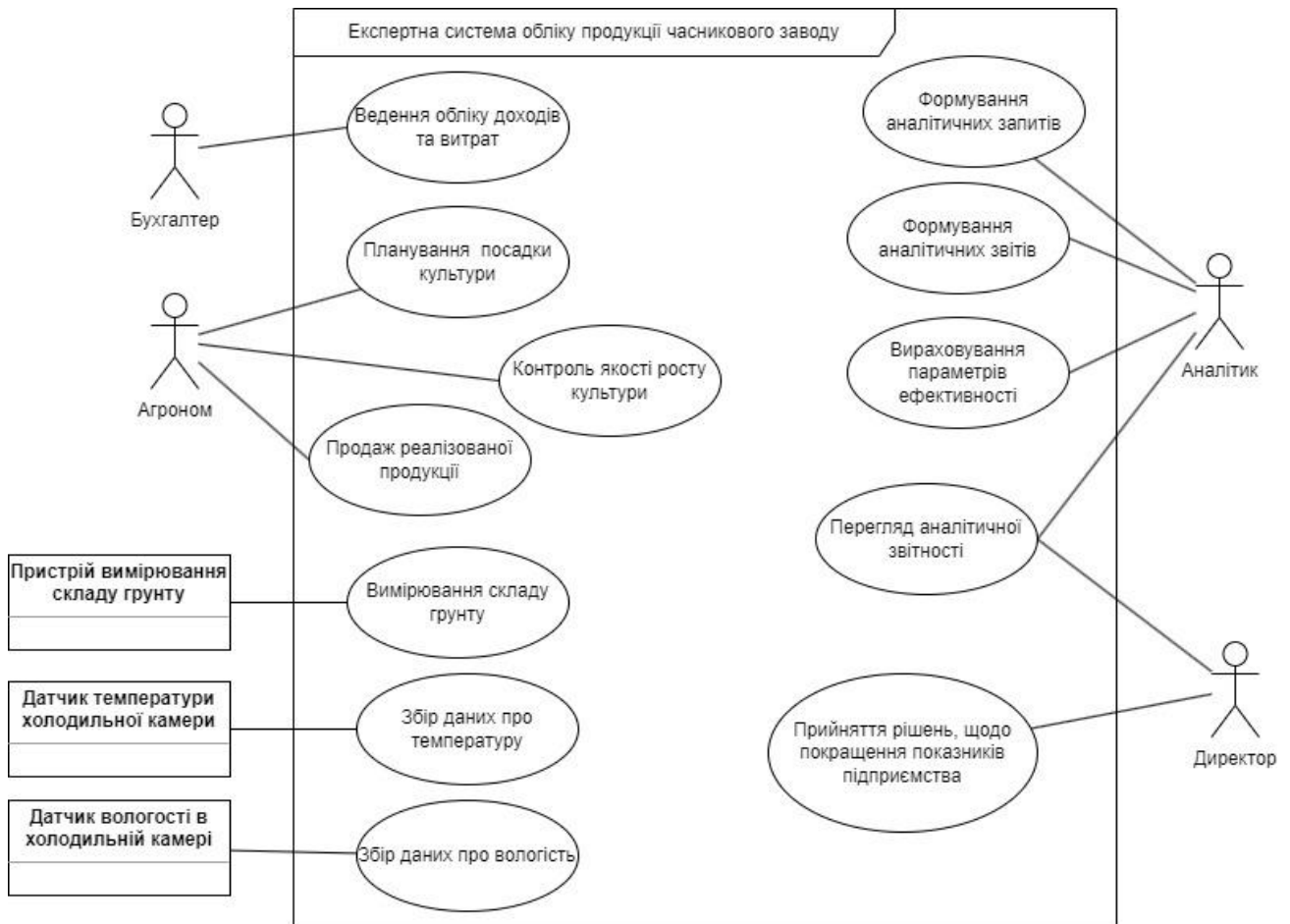


Рис.1.5 Діаграма прецедентів предметної області

Така діаграма допомагає зрозуміти хто приймає участь у процесі збору та контролю врожайності.

Прецеденти, які знаходяться на діаграмі, описують різні аспекти діяльності заводу:

1. ведення обліку доходів та витрат, формування аналітичних запитів та звітів;
2. планування посадки культури, контроль якості росту;
3. продаж реалізованої продукції;

4. вираховування параметрів ефективності, перегляд аналітичної звітності, прийняття рішень.

До існуючих акторів було додано нового актора *Аналітик*, адже цей актор має бути важливою ланкою, яка слідкує за всіма даними на підприємстві, а у розрізі даного дослідження за даними врожайності. Аналітик аналізує дані та шукає способи вирішення низьких показників. Таким актором може бути не тільки окрема людина, а й людина яка виконує кілька ролей. Наприклад, актори *Агроном* та *Директор* можуть виконувати функції актора *Аналітик*.

1.4. Проектування системи

Часниковий завод має великий оббіг інформації, включаючи дані про часник, ґрунт та фінансову складову. Підприємства має свою систему обліку врожайності часнику. На рисунку 1.6 знаходиться головне вікно цієї програми.

Рис. 1.6 Головний екран облікової програми часникового заводу

У цьому додатку ведеться облік врожайності на всіх етапах життєдіяльності. Спочатку часник потрапляє на склад після збору і відразу створюється нова партія. Після цього часник проходить етап сушки, а далі партія йде на калібрування. Після калібрування стара партія перетворюється на кілька нових. В ці нові партії можуть входити інші старі партії. Після цього нові створені партії прямують на збереження у холодильну камеру. Раз на якийсь період відбувається контрольне зважування, а поганий часник відбирається і списується. Процес продажу та списання відбувається протягом року після збору врожаю.

Часниковий завод має великий обсяг різних оперативних джерел. Приблизний обіг даних на заводі вказаний на рис. 1.7.

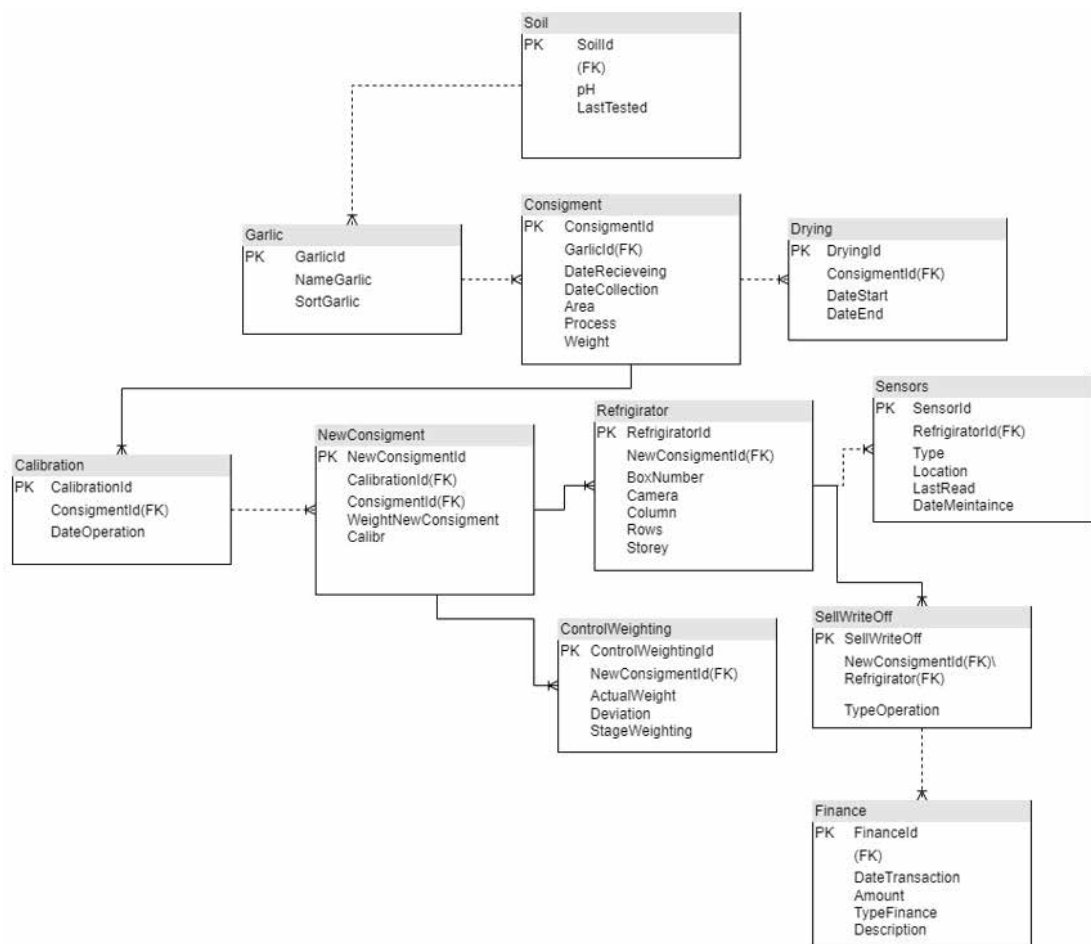


Рис. 1.7. Схема обігу інформації на часниковому заводі

Вказана схема обігу даних є великою, частина з якої це обіг інформації у обліковій програмі врожайності часнику. Така схема потрібна для розуміння як дані рухаються. На рисунку вказані різні параметри кожного компоненту, наприклад, які характеристики у сортів часнику, після якого етапу продають або списують часник. Також за допомогою схеми обігу даних можна визначити, які стадії проходить часник від збору до продажу чи списання.

Опис ключових компонентів схеми обігу інформації вказано нижче.

1. *Garlic* – інформація про назву та сорт часнику.
2. *Soil* – інформація про ґрунт, зокрема містить інформацію про тип ґрунту та рівень кислотності.
3. *Consignment* – значення партії часнику, а також звідки ця партія була привезена. Містить дані про дату збору, дату створення, процес та вагу самої партії.
4. *Drying* – етап потрібний для того, щоб підсушити часник після отримання партії. Якщо не підсушити часник, то він швидко почне покриватись цвіллю та може прорости. Містить інформацію про дату початку та кінця сушки часнику після збору врожаю.
5. *Calibration* – інформація, яка отримується на процесі калібрування. Під час калібрування часнику одна партія може потрапити у кілька різних партій в залежності від розміру часнику. У ці кілька партій може потрапити часник із багатьох початкових партій. Після калібрування створюються нові партії. Основна інформація після калібрування – це дата самої калібровки. Містить інформацію про дату калібрування та створення нової партії.
6. *New consignment* – дані про нові партії після етапу калібрування. Містить інформацію про вагу нової створеної партії.
7. *Refrigerator* – етап життєдіяльності партій. Такий етап відбувається після калібрування – всі партії прямують до холодильної камери, де зберігаються до продажу, списання або висадки. Містить інформацію про номер клітинки

розташування партії, в якій саме камері знаходиться(бо їх може бути декілька), колонку та рядок в камері.

8. *Sensors* – компонент, який відповідає за збереження показників із датчиків температури та вологості. Потрібен для побудови графіків на основі отриманих даних, щоб якісно контролювати ці показники в усталених нормах. Містить інформацію про тип датчика, місце розташування та коли останній раз було зібрано показник.

9. *ContolWeighting* – зберігає інформацію про вагування партій протягом збереження часнику. Містить інформацію про дату зважування та різницю із попередньою вагою.

10. *SellWriteOff* – інформація про продажі та списання. Продажі та списання можуть відбуватись постійно протягом року. Списують часник, коли через невідповідність показників температури та вологості часник покривається пліснявою та проростає. Міститься інформація самого типу інформацію(з зв'язаних ключів із іншими таблицями, які почуть вказувати на продану або списану партію часнику).

11. *Finance* – компонент, який потрібен для збереження інформації про фінансову складову. В такому компоненті міститься інформація про витрати та доходи підприємства. Містить інформацію про дату операції, кількість валюти, тип операції та опис самої операції.

З огляду на схему обігу інформації, можна сказати, що завод має кілька робочих станцій, які слідкують за обігом певної інформації. Під час отримання партії часнику після збору, дані про цю партію вносяться в програму обліку врожайності. Отже, це перша робоча станція. Після потрапляння в холодильну камеру партій часнику, починається процес контролю показників температури та вологості, який відбувається на іншій робочій станції.

Так як підприємство має свою програму обліку, то дані із цієї програми зберігаються на певному сервері бази даних, яка включає базу даних реалізованої продукції та базу даних холодильної камери.

На основі проаналізованого обігу інформації можна побудувати архітектуру.

Архітектура є критично важливим аспектом проектування системи, оскільки вона закладає основу для того, як система буде функціонувати та будуватися. Це процес прийняття рішень високого рівня щодо організації системи, включаючи вибір апаратних і програмних компонентів, проектування інтерфейсів і загальну структуру системи [12].

Так як у проведеному дослідженні буде проводитись аналіз за допомогою інструментів аналітики для дослідження даних, то до цієї архітектури було додано робочу станцію аналітика.

Аналітик – це фахівець, який займається збором, обробкою, аналізом та інтерпретацією даних з метою виявлення корисної інформації для прийняття управлінських рішень [13].

Робоча станція аналітика використовується – це окремий комп'ютер, на якому встановлено програмне забезпечення для аналізу даних (таке як, Microsoft Excel, дата-сети, ВІ-системи). Аналітик використовує цю станцію для:

- 1) доступу до бази даних;
- 2) обробки даних;
- 3) візуалізації даних;
- 4) моделювання та прогнозування.

На основі дослідженої схеми обігу інформації з оперативних джерел, було побудовано архітектуру обігу інформації з врахуванням аналітичного модуля(рис.1.8).

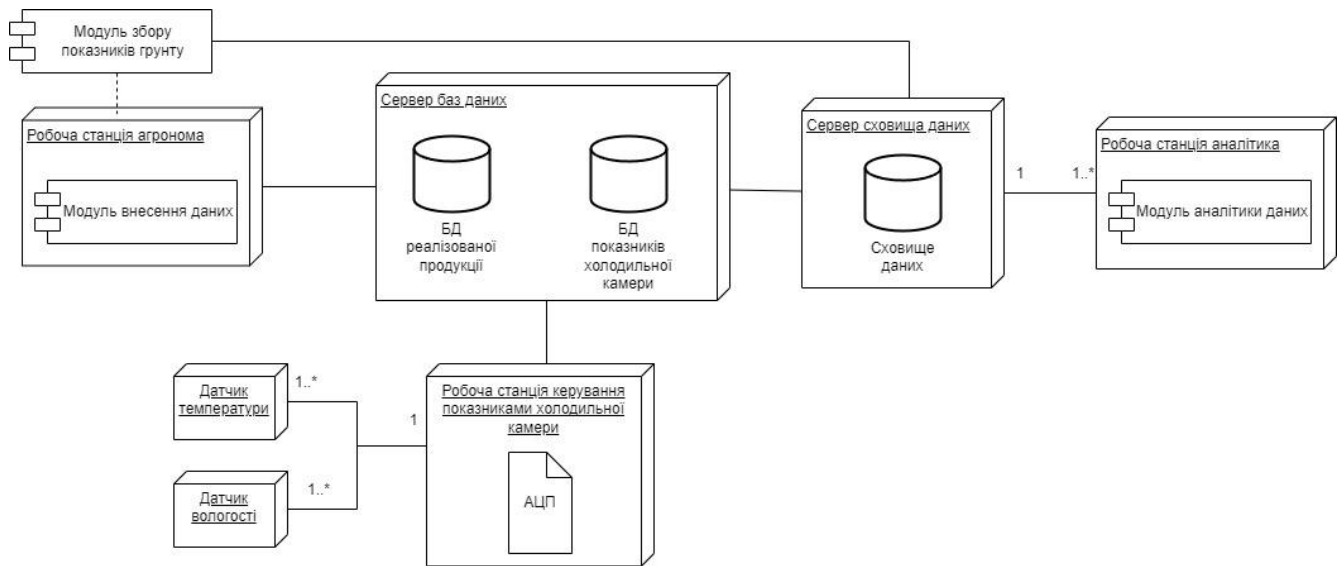


Рис.1.8 Архітектура системи

До наявної схеми було додано два нових компоненти: сервер сховища даних та робочу станцію аналітика. Такі компоненти потрібні для повноцінної роботи станції, яка буде призначена за дослідження даних на підприємстві, що передбачено цією роботою.

Кожен компонент у цій архітектурі є важливим, адже описує передачу інформації між різними вузлами.

Створена архітектура складається з таких компонентів:

- 1) робоча станція агронома – станція за якою працює агроном;
- 2) сервер бази даних – сервер на якому знаходяться усі дані підприємства;
- 3) робоча станція керування показниками холодильної камери – станція, через яку контролюють показники холодильної камери, такі як температура та вологість;
- 4) сервер сховища бази даних – нове побудоване сховище для організації даних по врожайності;
- 5) робоча станція аналітика, потрібна для аналізу даних, щоб приймати ефективні рішення.

Створена архітектура потрібна для майбутнього бачення всієї системи і як зміниться оббіг інформації після нової робочої станції аналітика.

1.5. Використання технологій

На основі даних, які ми отримуємо, ми можемо провести численні експерименти, щоб покращити сільськогосподарську практику та зменшити ризики. Одним із поширених підходів є використання прогнозного моделювання для передбачення результатів і прийняття обґрунтованих рішень. На основі отриманих даних ми можемо проводити різні експерименти. Для побудови прогнозів використовувалися такі програми як MS SQL Server та MS Excel.

Microsoft SQL Server — це система керування реляційною базою даних (RDBMS). Програми та інструменти підключаються до екземпляра або бази даних SQL Server і обмінюються даними за допомогою Transact-SQL (T-SQL). Microsoft SQL Server (MS SQL) — це система керування реляційною базою даних (RDBMS), розроблена Microsoft [14].

Microsoft SQL Server краще використовувати через свої широкі можливості і надійності для роботи з реляційними базами даних. Він забезпечує високу продуктивність і може ефективно обробляти великі обсяги даних. Інтегрована мова запитів Transact-SQL (T-SQL) дозволяє гнучко виконувати різні операції таких як створення, обробка та аналіз даних.

Крім того, SQL Server включає аналітичні інструменти, такі як служби аналізу SQL Server (SSAS), які дозволяють створювати багатовимірні моделі та виконувати поглиблений аналіз даних. Ці можливості роблять SQL Server не тільки системою зберігання даних, але й ефективною аналітичною платформою.

Важливу роль також відіграє високий рівень безпеки SQL Server, включаючи сучасні методи шифрування і контролю доступу, що гарантують захист даних. Його універсальність, масштабованість і підтримка великих обсягів даних роблять його кращим рішенням для побудови надійної архітектури даних в рамках даного проекту [14].

MS Excel добре підходить для прогнозування на основі наявних даних. Коли створюється прогноз, Excel створює новий робочий аркуш, який містить таблицю історичних і прогнозованих значень і діаграму, яка відображає ці дані. Прогноз може допомогти передбачити такі речі, як майбутні продажі, потреби в запасах або споживчі тенденції [8].

Excel це простий інструмент у використанні, саме тому він був використаний для розрахунку прогнозних даних на 4 наступні роки для врожайності продукції часнику на часниковому заводі.

Для створення алгоритму використовувався Visual Studio та мова програмування C#. Visual Studio дозволяє використовувати інтегровані інструменти для налагодження, написання коду та створення графічних інтерфейсів, що робить його чудовим інструментом для створення алгоритмів. C# забезпечує зручний синтаксис, підтримує об'єктно-орієнтоване програмування, має великий набір бібліотек для роботи з даними та дозволяє інтегрувати складні логіки для обробки врожайності.

Також використовувався SSAS. SQL Server Analysis Services (SSAS) — це сервер багатовимірної онлайнної аналітичної обробки (OLAP) і механізм аналітики, який використовується для аналізу даних. Це дозволяє IT-фахівцям розбивати великі обсяги даних на частини, які легше аналізувати. Компонент Microsoft SQL Server, він допомагає аналізувати, організовуючи дані в куби, які легко шукати. SQL Server Analysis Services — це інструмент, який в основному використовується організаціями для аналізу та розуміння інформації, розповсюдженої іншим чином, чи то в кількох базах даних, чи в різних таблицях чи файлах[15].

Також як інструмент візуалізації було використано Power BI. Цей інструмент дозволяє швидко та за допомогою різних фільтрів побудувати сучасні графіки. Такий інструмент дозволяє працювати з великими обсягами інформації і дає можливість швидко створювати необхідні графіки для аналізу даних. У цій

програмі можна додавати різні фільтри до графіків, через що пришвидшується процес створення. Також після надходження нових даних можна швидко оновити всі таблиці, натиснувши на одну кнопку. Інтерфейс програми є інтуїтивно зрозумілий, тому без особливих навичок можна створити легкі звіти будь-якому працівнику на підприємстві. Також цей інструмент є безкоштовним, що позитивно вплине на керівництво підприємства, адже воно не хоче багато витратити коштів на нововведення.

1.6. OLAP-технології

Для того, щоб правильно дослідити наявні облікові дані часникової продукції на заводі, потрібно використати OLAP.

OLAP (онлайн-аналітична обробка) - це обчислювальний метод, який дозволяє користувачам легко та вибірково витягувати та запитувати дані, щоб аналізувати їх з різних точок зору. Запити аналітики OLAP часто допомагають у аналізі тенденцій, фінансовій звітності, прогнозуванні продажів, бюджетуванні та інших цілях планування [16].

OLAP(On-line Analytical Processing) - інструмент для аналізу великих обсягів даних в режимі реального часу на основі гнучкого перегляду, отримання довільних зрізів даних і виконання аналітичних операцій деталізації, згортки, порівняння в часі і ін.[16-17]. За допомогою OLAP можна обчислити більшу кількість запитів, які зазвичай дуже важко виконати над табличними базами даних, а саме агрегацію об'єднання та групування.

OLAP спрощує роботу в галузі ділової звітності щодо продажів, управлінської звітності, маркетингу, управління бізнес-процесами, фінансової звітності, складання бюджету та прогнозування [16-17].

Система онлайн-аналітичної обробки (OLAP) діє шляхом збору, організації, агрегації та аналізу даних, виконуючи наступні кроки:

- 1) сервер OLAP витягує дані з різноманітних джерел, включаючи реляційні бази даних і сховища даних;
- 2) інструменти видобування, трансформації та завантаження (ETL) очищають, агрегують, проводять попереднє обчислення і зберігають дані в кубі OLAP відповідно до вказаного набору вимірів;
- 3) бізнес-аналітики використовують інструменти OLAP для створення запитів і генерації звітів на основі багатовимірних даних у кубі OLAP;
- 4) OLAP використовує мову багатовимірних виразів (MDX) для формулювання запитів до куба OLAP. Багатовимірний вираз, схожий на SQL, надає набір інструкцій для взаємодії з базами даних.

OLAP містить такі типи даних як: виміри, які слугують для зберігання показників та міри, які є агрегованими даними показників із вимірів.

Системи онлайн-аналітичної обробки (OLAP) працюють трьома основними способами.

1. MOLAP - це створення куба даних для швидкого аналізу багатовимірних даних зі сховища. Дані попередньо обчислені та зберігаються в гіперкубі.
2. ROLAP - замість куба даних, ROLAP дозволяє багатовимірний аналіз у реляційній базі даних, використовуючи SQL-запити. Підходить для обробки великих та детальних даних, але менш продуктивний за MOLAP.
3. HOLAP - поєднує MOLAP і ROLAP, дозволяючи швидкий аналіз з куба даних та отримання детальної інформації з реляційних баз даних [18].

Для створення проєкту було використано MOLAP. MOLAP використовує багатовимірний куб, який отримує доступ до збережених даних за допомогою різних комбінацій. Дані попередньо обчислюються, підсумовуються та зберігаються (відмінність від ROLAP, де запити обслуговуються на вимогу)[19].

На рисунку 1.9 зображено процес переходу даних із оперативних сховищ до сховища даних.

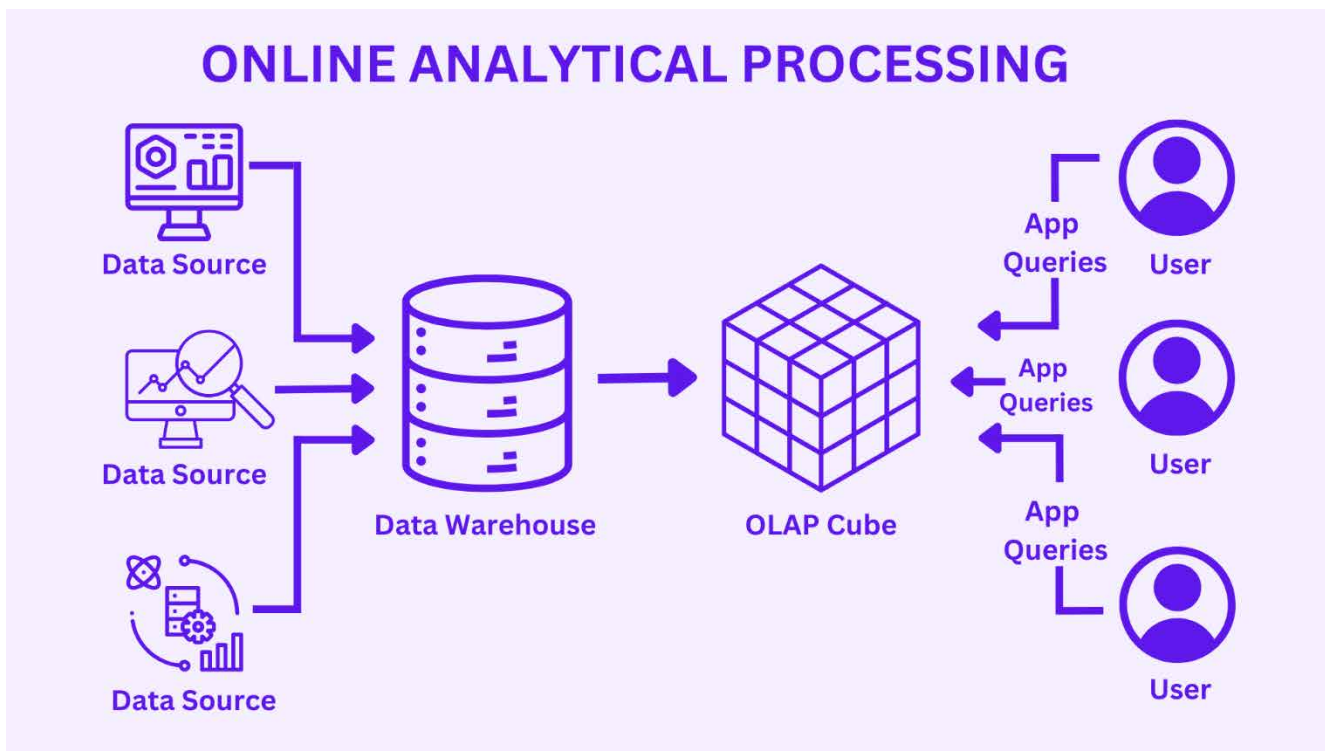


Рис. 1.9 Поточковий аналітичний процес

Для руху даних краще використати процес ETL, який відповідає за підготовку даних для подальшого аналізу в OLAP-системах. Спершу, на етапі Extract, дані витягуються з різних джерел, таких як реляційні бази даних, файли або API. Далі, на етапі Transform, ці дані очищуються та перетворюються в потрібний формат, що включає стандартизацію даних, переведення одиниць виміру або обчислення нових значень. Останнім етапом є Load, де перетворені дані завантажуються у цільове сховище, наприклад, в багатовимірний OLAP-куб.

Зв'язок між OLAP і ETL полягає в тому, що ETL забезпечує необхідну підготовку даних, а OLAP надає можливості для їхнього швидкого та ефективного аналізу. Завдяки процесу ETL дані з різних джерел стають доступними та оптимізованими для виконання аналітичних запитів в OLAP-системах. Це поєднання технологій дозволяє компаніям обробляти, зберігати та аналізувати

великі обсяги даних, що є важливим інструментом для прийняття обґрунтованих бізнес-рішень.

На рисунку 1.10 вказано схему роботи ETL процесу.

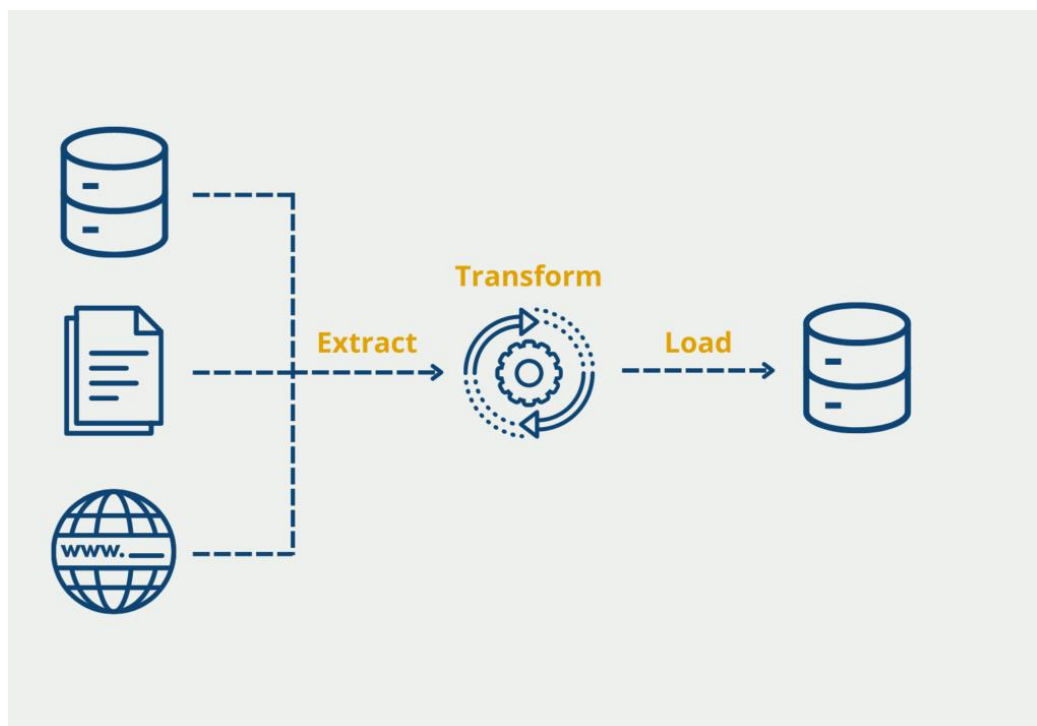


Рис. 1.10 Схема роботи ETL процесу

Процес ETL є важливою частиною для проведеного дослідження, оскільки він допомагає підготувати та організувати дані, які збираються з різних джерел, для аналізу. Процес ETL дозволяє зібрати дані з різних оперативних, трансформувати їх у зручний для аналізу формат і завантажити в сховище даних.

2 ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Створення сховища даних

Для того, щоб дослідити лише дані, які потрібні, а саме дані про врожайність, потрібно певне рішення. Таким рішенням є сховище даних.

Сховище даних — це тип системи керування даними, призначений для активації та підтримки діяльності бізнес-аналітики (BI), особливо аналітики. Сховища даних призначені виключно для виконання запитів і аналізу та часто містять великі обсяги історичних даних. Дані в сховищі даних зазвичай отримують із широкого діапазону джерел, таких як файли журналу додатків і програми транзакцій[20].

Сховище даних є важливим і хорошим рішенням для аналізу облікових даних і його використання має багато плюсів.

1. Зберігання даних у централізованому вигляді дозволяє зібрати всі необхідні дані з різних джерел в одному місці. На прикладі цієї роботи, не всі потрібні дані зберігаються в базі даних обліку часнику. За допомогою централізованості можна отримати доступ до різних даних.

2. Використання сховища даних покращує якість самих даних. Усі дані, які потрапляють у сховище проходять попередню перевірку(наприклад, перевірка на пусті поля у місцях, де їх немає бути). Чистота даних дозволяє отримати правдиву інформацію і майбутніх діаграмах та графіках.

3. Через те, що всі дані знаходяться у централізованому вигляді, під час аналізу та прогнозування легко обробляти складні запити.

Якщо обсяг інформації малий, а саме дослідження ведеться тільки однієї групи даних, так як у випадку дослідження – це дані про врожайність, то дата-март буде виступати як сховище даних.

Вітрина даних(дата-март) — це підібрана база даних, що включає набір таблиць, призначених для задоволення конкретних потреб окремої групи обробки

даних, спільноти чи напряму діяльності, як-от відділ маркетингу чи інженерний відділ[21].

Використання дата-марту у вигляді сховища даних чудовий варіант для дослідження в цій роботі, адже ми досліджуємо лише один специфічний процес, а саме врожайність. Зокрема дата-марти мають багато переваг.

1. Дата-март фокусується на конкретній області або функціональному процесу на виробництві. Наприклад, такою областю в цьому дослідженні є врожайність або дослідження врожайності. Використання вітрини даних дозволяє скоротити обсяг непотрібних даних.

2. Легкість у доступі до даних, що дозволяє швидко обробити певний запит.

3. У сховищі таких дата-мартів може бути декілька, що в подальшому дозволить дослідити інші області та сфери функціонування часникового заводу.

Необхідний дата-март буде містити дані, які потрібні для дослідження врожайності. Такими даними є:

- 1) сорт часнику;
- 2) тип ґрунту на якому росте часник;
- 3) дата збору врожаю;
- 4) місцезнаходження поля на якому був зібраний певний сорт часнику.

Всі ці дані важливі, бо описують момент життєвого циклу часнику у період збору врожаю. Збір врожаю зазвичай відбувається в першій декаді липня. В сховищі даних буде міститись інформація лише про роки, адже нам важливий погляд крізь роки, а не в розрізі конкретних дат. Тому, що дослідження не розраховане на аналіз всіх процесів, які відбувались під час збору врожаю, бо такі процеси ніхто не записує. Такими процесами може бути, дощ в кінці робочого дня, який не дав змогу зібрати врожай із певного поля в той самий день, тому збір врожаю переноситься на день, коли не буде багато болота. Тому у цьому дослідженні важливо дослідити загальні показники врожайності.

Під час розробки системи було створено сховище даних, яке дозволить провести потрібний аналіз. Створена вітрина даних зображена на рисунку 2.1. Код створення таблиць для сховища даних розміщено у додатку В.

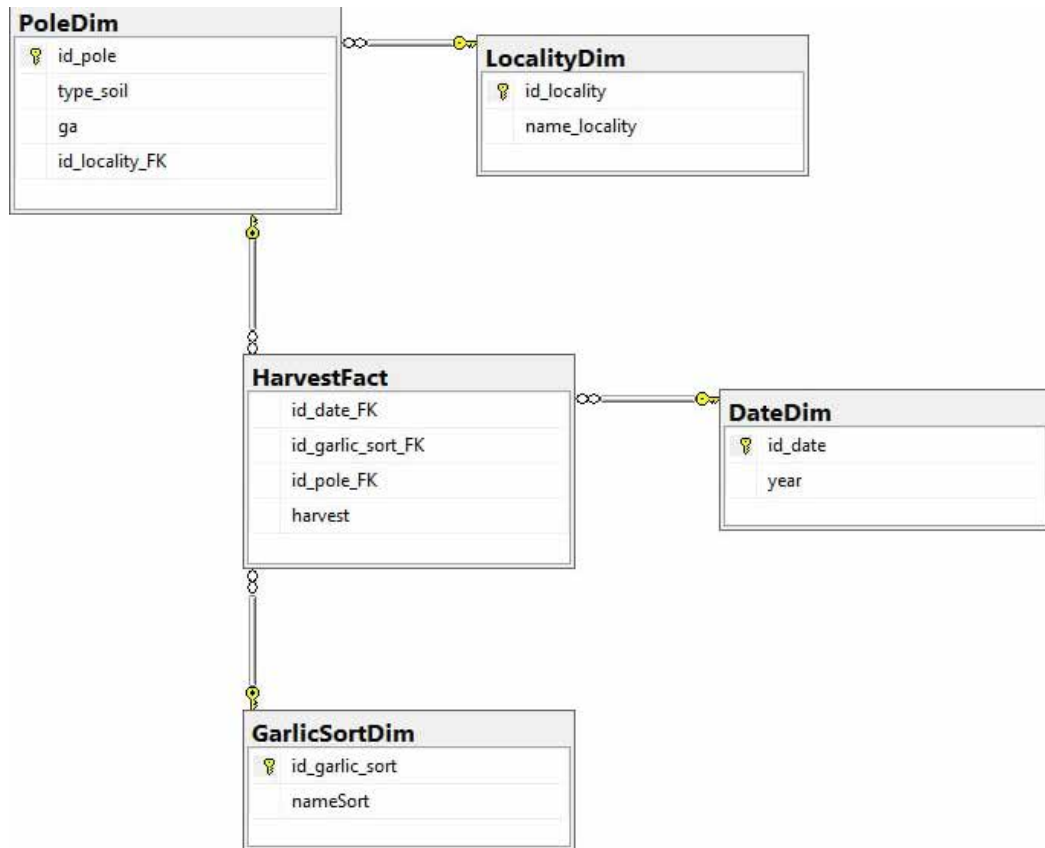


Рис. 2.1 Вітрина даних часникового заводу

Сховище даних складається із таблиць вимірів та фактів, які відповідають за збереження необхідної інформації про врожайність часнику.

Таблиця фактів – це комбінація кількох типів даних, які попередньо об’єднані разом, зокрема: первинний ключ сутності, який відображає призначення таблиці фактів, як-от замовлення врожайність. Таблиці розмірності побудовані навколо таблиць фактів. Таблиця розмірності містить неінтенсивні дані, які пов’язані з таблицею фактів через зовнішній ключ. Типові таблиці розмірів базуються на вітринах даних, включаючи каталоги продуктів, списки клієнтів, списки постачальників [22].

На рисунку вище виділено виміри кілька вимірів, яке зберігають потрібну інформацію, адже вони описують всі конкретні дані для дослідження врожайності сортів на часнику із типу ґрунту, який знаходиться на конкретній місцевості і був зібраний у певний рік.

1. *LocalityDim* – дані про місцезнаходження поля, потрібно для локалізаційного усвідомлення, де знаходиться поле, адже є багато полів із однаковим типом ґрунту, тому потрібен ще один показник для виявлення.

2. *PoleDim* – дані про тип ґрунту на полі, потрібні, щоб розуміти який тип ґрунту знаходиться за такою локацією та дослідження врожайності на заданому типі ґрунту.

3. *DataDim* – дата доданих даних про врожай в облікову систему на часниковому заводі, в якому зберігається лише рік збору врожаю на заданому полі.

4. *GarlicSortDim* – сорт часнику, потрібний для аналізу хороших та поганих показників врожайності культури.

Також вітрина даних містить основну таблицю – це таблицю фактів *HarvestFact*, яка відповідає за числове обраховане збереження даних. У таблиці фактів зберігається значення врожайності.

Побудований дата-март на основі типології зірка. Зіркова схема, як впливає з назви, нагадує зірку. Така схема містить лише одну таблицю фактів, яка розміщена в центрі моделі та розбивається на кілька таблиць вимірів із денормалізованими даними. Це означає, що дані надлишкові, що призводить до швидшого отримання даних, оскільки потрібно менше об'єднань[23].

Вибір такої топології обумовлений багатьма факторами.

1. Така топологія є інтуїтивно зрозумілою, яку легко можна зрозуміти та в подальшому доповнювати за потреби.

2. Топологію можна масштабовувати, якщо з'являються нові виміри та факти, що є дуже зручно та гнучко.

3. Використання такої топології дозволяє використовувати швидкі запити.

2.2. Механізм вилучення, обробки і передачі даних

2.2.1. Побудова розгорнутого куба з допомогою служби SSAS

SQL Server Analysis Services (SSAS) — це багатовимірний OLAP-сервер, а також механізм аналітики, який дозволяє розділяти великі обсяги даних. Він є частиною Microsoft SQL Server і допомагає виконувати аналіз за допомогою різних параметрів [24].

SSAS також дає можливість працювати з даними в режимі реального часу і дозволяє обробляти та аналізувати потокові дані майже в реальному часі. SSAS є хорошим інструментом для обробки, таких як моніторинг та аналіз подій.

Використання цього інструменту потрібне для нашого дослідження адже дозволяє працювати в режимі реального часу.

Для початку розгортання кубу, було підключено до сховища даних за допомогою модуля Data Source.

Підключення до сховища даних через модуль DataSource – це перший крок, для початку роботи з SSAS. Тут забезпечується доступ до оброблюваних даних та інтеграцію між джерелом даних та сервером SSAS. Без цього етапу неможливо створити багатовимірний куб, оскільки він повинен бути побудований на основі даних з певного джерела [24].

Наступним кроком стало створення уявлення. Уявлення в кубі даних представляє собою специфічний спосіб організації та відображення багатовимірних даних для подальшого аналізу.

Після цього було створено виміри для куба. В контексті куба даних виміри представляють собою ключові характеристики чи атрибути, за допомогою яких дані організовані та аналізуються у багатовимірному просторі. Вони групують дані в різні категорії або напрямки, надаючи користувачам можливість розглядати інформацію з різних точок зору. Також після створення вимірів було створено міру

кубу. Міра це числова характеристика, яка визначає кількісну величину, яку можна аналізувати. Міри є агрегованими даними.

На основі створених вимірів та міри було розгорнуто куб, схема якого зображена на рисунку 2.2.

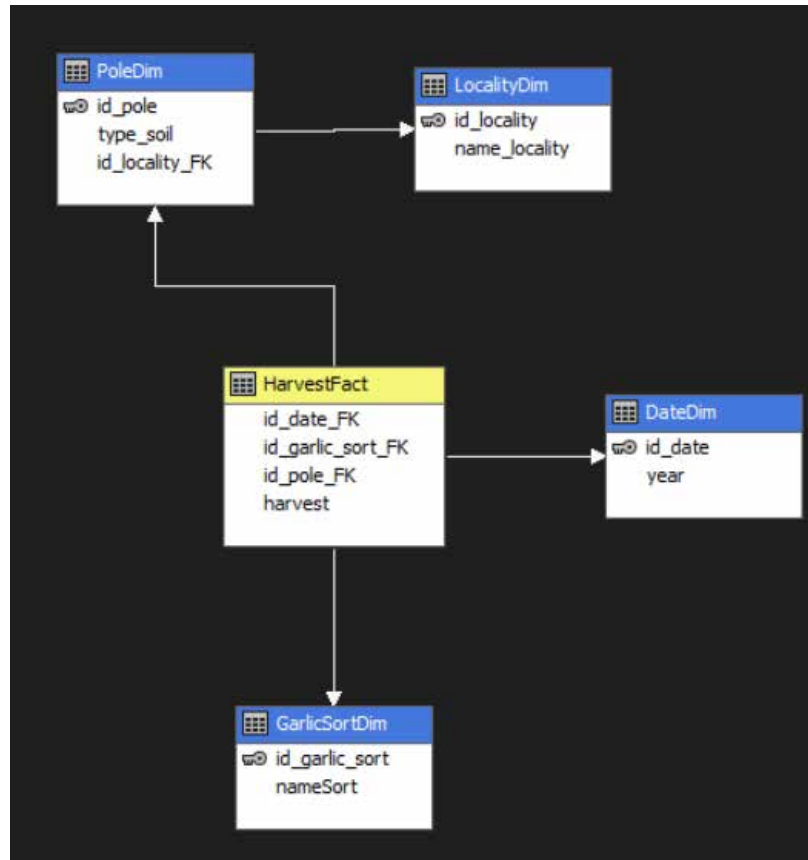


Рис. 2.2 Розгорнутий куб

Розгорнутий куб має ті ж виміри та таблицю фактів, що й створений попередньо дата-март. Тепер розгорнутий куб готовий до наповнення даними.

2.2.2. Реалізація отримання даних за допомогою Data Flow

Для процесу передачі даних було використано службу *SQL Server Integration Services*. Служба інтеграції *SQL Server (SSIS)* — це компонент програмного забезпечення бази даних *Microsoft SQL Server*, який можна використовувати для виконання широкого діапазону завдань міграції даних [25].

Процес вилучення, перетворення та завантаження або аббревіатурою *ETL*, створено за допомогою служби *Data Flow*, яка знаходиться в службі *SSIS*.

Data Flow, у контексті керування даними та обчислень, означає шлях або рух даних від джерела до місця призначення. Ця концепція має вирішальне значення в різних сферах, таких як аналітика даних, інженерія даних і наука про дані. Його основне використання передбачає маршрутизацію, перетворення та керування даними протягом усього життєвого циклу [26].

Наповнення сховища даних відбувається на основі даних із оперативної бази даних та процес поділено на 3 етапи(рис. 2.3).

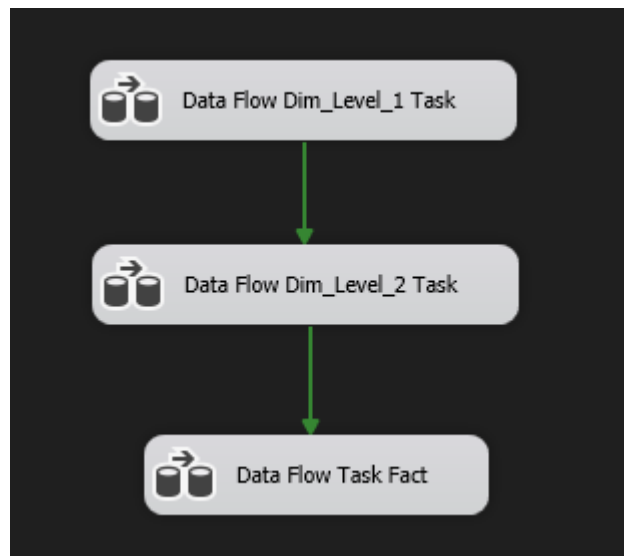


Рис. 2.3 Етапи процесу

На першому етапі заповнюється вимір *LocalityDim* (вимір населеного пункту) як це показано на рисунку 2.4.

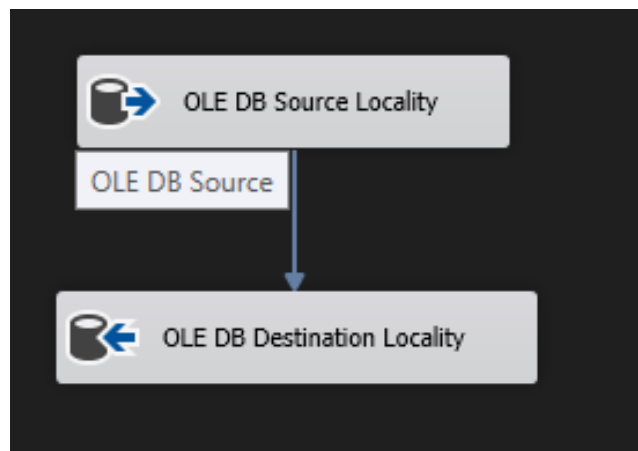


Рис. 2.4 Етап заповнення виміру *LocalityDim*

Після цього було заповнено виміри другого рівня, такі як *PoleDim*, *DateDim*, *SortDim* (рис 2.5).

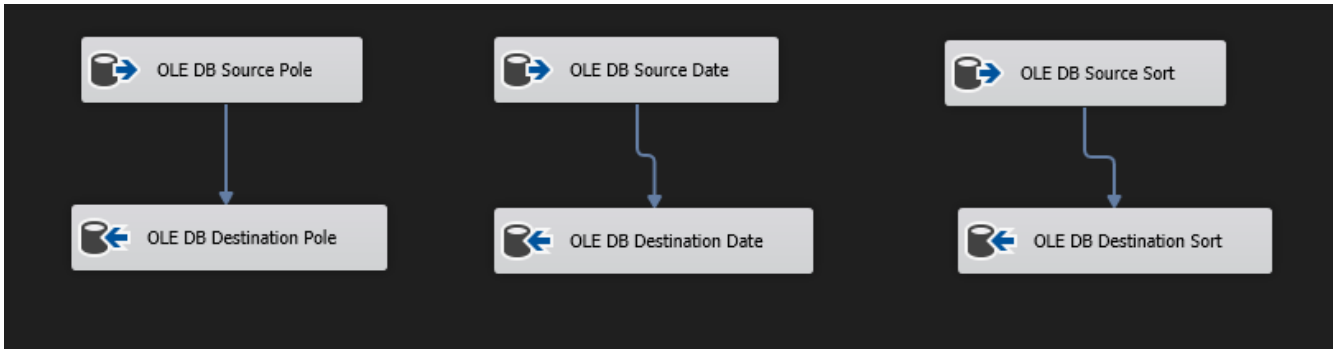


Рис. 2.5 Заповнення вимірів на другому етапі

На третьому етапі відбувається заповнення таблиці міри кубу(рис. 2.6).

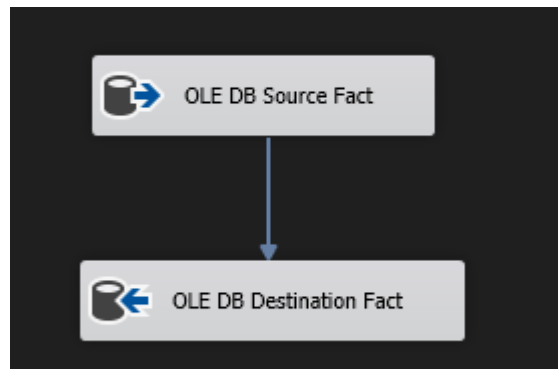


Рис. 2.6 Етап заповнення міри кубу

Для заповнення було використано запит, який зображено на рисунку 2.7.

```

SELECT id_date_FK, id_garlic_sort, id_pole_FK, SUM(harvest) as harvest
FROM Harvest h
JOIN DateDim dm ON dm.id_date = h.id_date_FK
JOIN GarlicSortDim s ON s.id_garlic_sort = h.id_garlic_sort_FK
JOIN PoleDim p ON p.id_pole = h.id_pole_FK
GROUP BY id_date_FK, id_garlic_sort, id_pole_FK
  
```

Рис. 2.7 Запит на заповнення міри кубу

Результат відпрацювання запиту зображений на рисунку 2.8.

	id_date_FK	id_garlic_sort_FK	id_pole_FK	harvest
1	201501	1	1	15.50
2	201501	4	19	23.90
3	201501	5	10	23.40
4	201502	1	11	14.60
5	201502	2	2	20.20
6	201502	5	20	25.60
7	201503	2	12	16.30
8	201503	3	3	18.70
9	201504	3	13	20.10
10	201504	4	4	22.30
11	201505	4	14	22.70
12	201505	5	5	25.10
13	201506	1	6	13.20
14	201506	5	15	24.50
15	201507	1	16	12.80
16	201507	2	7	17.80
17	201508	2	17	18.00
18	201508	3	8	19.50
19	201509	3	18	21.30
20	201509	4	9	21.00

Рис. 2.8 Результат заповнення кубу

На рисунку вище показано частину заповнених даних у куб. Ми можемо легко потім аналізувати дані, адже бачимо, що у таблиці фактів знаходяться зовнішні ключі вимірів.

2.3. Побудова звітності в середовищі BI

Звітність на часниковому заводі грає ключову роль у забезпеченні ефективного управління та контролю за різними аспектами виробництва та бізнес-процесами.

Служби звітування *SQL Server (SSRS)* — це інструмент звітування, наданий Microsoft, який використовується для створення форматованих звітів, таких як графіки, таблиці даних і діаграми [27].

Це чудовий інструмент для створення звітів у різних форматах. Завдяки інтеграції з іншими компонентами *SQL Server*, такими як *SQL Server Analysis Services (SSAS)*, *SSRS* дає змогу створювати аналітичні звіти на основі складних багатовимірних даних.

Спочатку було створено приєднання джерела даних. Далі, використовуючи інструмент-майстер, створюється звіт за допомогою запитів, які визначають вміст обраної вибірки. Під час роботи з конструктором можна налаштовувати зовнішній вигляд звіту та включати необхідні діаграми, які наочно представляють результати вибірки.

Для того, щоб правильно провести дослідження, були створені такі основні графіки:

- 1) загальний звіт за зібраним урожаєм часнику – для того, щоб бачити загальну статистику по роках;
- 2) зібраний врожай за типом ґрунту – щоб бачити приблизну ситуацію над зібраним урожаєм на певному типі ґрунту;
- 3) зібраний врожай за сортом – потрібен для визначення сорту часнику із найбільшою врожайністю.

Дуже важливо побачити порівняльну статистику врожайності, через призму сорту часнику. На рисунку 2.9 зображено графік врожайності за сортом протягом усіх років.

Врожайність за сортом

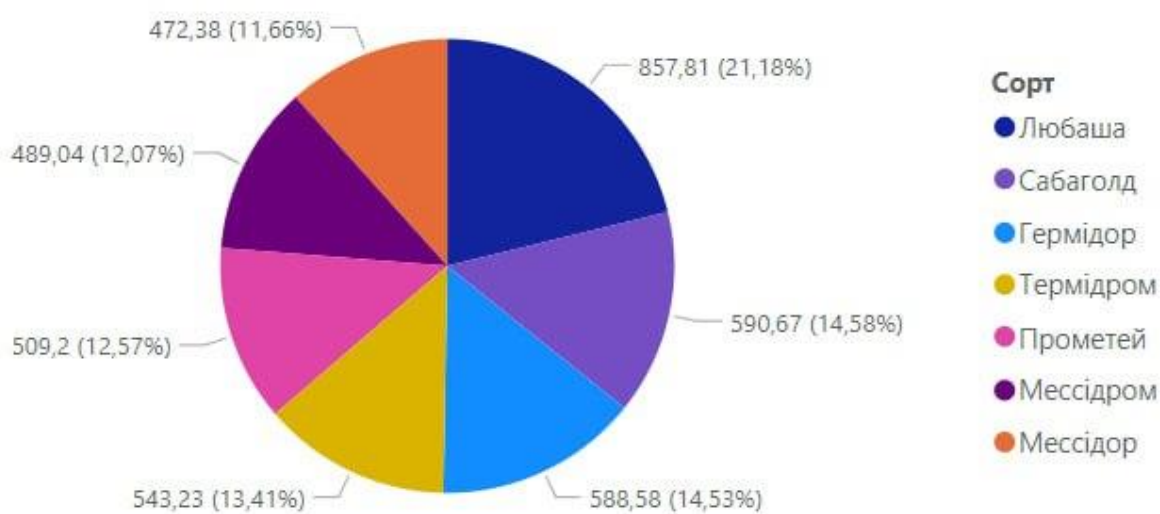


Рис. 2.9 Зібраний врожай за сортом

Діаграма на рисунку 13, відображає розподіл врожайності різних сортів часнику. Кожен сектор діаграми відповідає певному сорту часнику, а його розмір пропорційний частці цього сорту у загальному обсязі врожаю. На рисунку видно, що найкращі показники в сорту Любаша. Хоча сорти Сабаголд та Гермідор мають теж входять у трійку лідерів. Такий графік дозволяє побачити відсоткове співвідношення врожайності часнику.

Сорт Любаша демонструє найвищу врожайність, займаючи понад 21% загального обсягу. Більшість сортів мають досить близькі показники врожайності, що коливаються в межах 11-15% від загального обсягу. Найменшу частку в загальному обсязі врожаю має сорт Мессідор.

Оскільки не менш важливий є ґрунт для вирощування часнику, то потрібно побачити динаміку врожайності на усіх типах ґрунтів. На рисунку 2.10 зображено графік для визначення врожайності на полях на окремих ґрунтах.

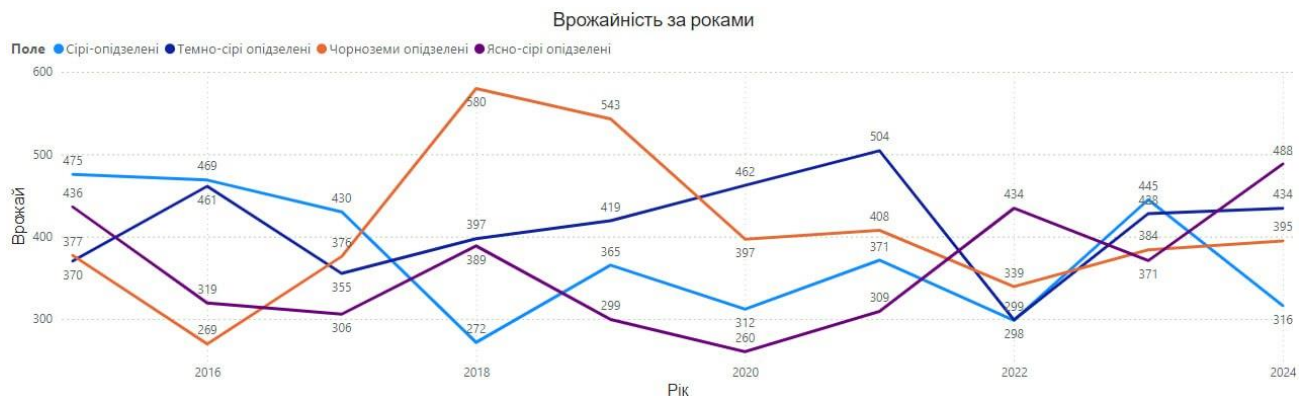


Рис. 2.10 Зібраний врожай за типом ґрунту

Графік відображає динаміку врожайності різних сортів часнику протягом кількох років. Можна помітити, що врожайність кожного сорту значно коливається від року до року. На рисунку видно, що в заводу раніше було зосереджено багато врожайності на чорноземах опідзелених, а потім він пішов на спад. Керівництву заводу слід переглянути ефективність показників, які впливають на ріст часнику на чорноземних ґрунтах.

Також тип ґрунту темно-сірі опідзелені дає стабільний врожай протягом усіх років, що може вказувати на збагачений ґрунт потрібними мікроелементами.

Особливо слід звернути увагу на те, що рафік показує значний спад у 2022 році, що було викликано на тлі російсько-української війни, яка спричинила початок кризи і важкого часу для сільськогосподарських підприємств. Через це зросли ціни на добрива та іншу хімію, через що більшість врожаю просто не виростило або було з'їдено шкідниками.

Такий типу ґрунту як ясно-сірі опідзелені має стабільно низьку врожайність.

Можливі причини коливань врожайності:

- 1) засухи, рясні опади, заморозки та інші екстремальні погодні явища;
- 2) виснаження ґрунту, недостатня кількість поживних речовин;
- 3) поширення шкідників та хвороб ;
- 4) неправильне застосування добрив може призвести до передозування або недостатності поживних речовин;
- 5) різні сорти часнику можуть мати різну стійкість до хвороб, шкідників та несприятливих погодних умов.

2.4. Розрахунок КРІ

Для того, що ефективно працювати та досягати певної мети, потрібно постійно ставити ціль на виконання. Такими цілями називають ключові показники ефективності.

Ключові показники ефективності (КРІ) відносяться до набору кількісних вимірювань, які використовуються для вимірювання загальної довгострокової ефективності компанії. Ключові показники ефективності допомагають визначити стратегічні, фінансові та операційні досягнення компанії, особливо порівняно з досягненнями інших компаній у тому ж секторі[29].

Зазвичай ключові показники ефективності розраховуються за допомогою формули 1.

$$KPI = \frac{\text{Факт}}{\text{Плановий}} \times 100\% \quad 2.1$$

У цій формулі значення факту – це те, який показник є насправді, а планове значення – це те, яке потрібно досягнути[29].

Зазвичай є сталі показники ефективності, наприклад:

- 1) фінансові KPI:
 - рентабельність продажів (ROS);
 - чистий прибуток;
 - показник обороту активів (ROA);
- 2) маркетингові KPI:
 - вартість залучення клієнта (CAC);
 - рівень конверсії;
 - повернення на маркетингові інвестиції (ROMI).

Врожайність – це делікатний показник, який рідко підпадає під окремі показники ефективності і в кожного підприємства воно різне. Першим кроком для досягнення показників ефективності – це визначення цілей компанії. Для часникового заводу було важливо дізнатись деякі параметри, на які було зосереджено певну стратегію. Оскільки це стратегія конкретної компанії для якої важливо отримати свої власні результати, щоб розуміти, що насправді приносить користь, а що ні, то потрібно створити власну систему показників ефективності, які є важливими для часникового заводу.

Визначено, що для дослідження важливим було побачити саме показники ефективності за 2023 рік, адже саме в цей рік врожайність потихеньку пішла вгору і важливо відслідкувати, які фактори могли на це вплинути.

Отже, було визначено показники ефективності, які описують загальну врожайність за 2023 рік, врожайність сорту Любаша, врожайність на типі ґрунту чорноземи опідзелені та врожайність на у місті Нововолинськ.

Цільові показники було обрано самим підприємством, базуючись на знаннях агрономів та досягненнях у конкурентів часникового заводу.

Після необхідного аналізу потрібного дослідження було узгоджено такі показники для аналізу внесених даних було визначено такі КРІ:

1) `kpi_pole_harvest` – показник для визначення врожайності по полях із типом ґрунту чорнозем-опідзелений за 2023 рік(рис. 2.11);

$$\frac{([Measures].[Harvest], [Pole Dim].[Id Pole].\&[8], [Date Dim].[Year].\&[2023])}{([Measures].[Harvest Fact Count], [Pole Dim].[Id Pole].\&[8], [Date Dim].[Year].\&[2023])}$$

Рис. 2.11 Формула розрахунку `kpi_pole_harvest`

У цій формулі вибрані такі дані як поле із кодом «8» - під цим кодом знаходиться чорноземи-опідзелені у сховищі даних, також обрано 2023 як дату. Як цільове значення обрано «20 тон» через те, що підприємству було важливо отримати такий врожай.

2) `kpi_sum_harvest` – показник для визначення загальної врожайності(рис. 2.12);

$$\frac{([Measures] - [Harvest], [Date Dim].[Year].\&[2023])}{([Measures].[Harvest Fact Count], [Date Dim].[Year].\&[2023])}$$

Рис. 2.12 Розрахунок показника `kpi_sum_harvest`

Формула на рисунку 2.12 потрібна для загальної врожайності за 2023 рік. Цільове значення вибрано як «25», адже кожен сорт часнику дає в середньому різну врожайність.

3) `kpi_lyubasha` – показник для визначення врожайності сорту Любаша(рис. 2.13);

$$\frac{([Measures].[Harvest], [Garlic Sort Dim]. [Name Sort].\&[Любаша], [Date Dim]. [Year]. \&[2023])}{([Measures]. [Harvest Fact Count], [Garlic Sort Dim]. [Name Sort].\&[Любаша], [Date Dim]. [Year].\&[2023])}$$

Рис. 2.13 Розрахунок показника kpi_lyubasha

Формула на рисунку 2.13 визначає показник ефективності для сорту Любаша за 2023 рік. Цільовий показник був обраний як «20.5».

4) kpi_novovolynsk показник для визначення врожайності у місті Нововолинськ(рис. 2.14);

$$\frac{([Measures].[Harvest], [Pole Dim].[Id Locality].\&[3], [Date Dim].[Year].\&[2023])}{([Measures]. [Harvest Fact Count], [Pole Dim].[Id Locality].\&[3],[Date Dim]. [Year]. \&[2023])}$$

Рис. 2.14 Розрахунок показника kpi_novovolynsk

У формулі на рисунку 2.14 використано дані по місту Нововолинськ(по коду «3» у сховищі даних), за 2023 рік. Цільове значення вказано «19.5».

Не менш важливим є визначення тренду визначених показників. Тренд для ключових показників ефективності (КРІ) відображає напрямок зміни цих показників протягом певного часу. Це може бути зростання, спад або стабільність показників, які використовуються для вимірювання успішності діяльності компанії чи організації. Тренд допомагає зрозуміти, чи рухається бізнес у правильному напрямку, чи потребує коригування стратегія. Тренди в КРІ використовуються для стратегічного планування та коригування діяльності організації, оскільки вони надають ясну картину того, як змінюється ефективність і чи відповідає вона запланованим цілям.

Для обрахунку тренду на рисунку 2.15 зображено приклад запити для показника kpi_sum_harvest.

```

CASE
WHEN ([Measures].[Harvest], [Date Dim].[Year].&[2023])/([Measures].[Harvest Fact
Count],[Date Dim].[Year].&[2023]) >
([Measures].[Harvest], [Date Dim].[Year].&[2022])/([Measures].[Harvest Fact Count],[Date
Dim].[Year].&[2022])
THEN 1
WHEN ([Measures].[Harvest], [Date Dim].[Year].&[2023])/([Measures].[Harvest Fact
Count],[Date Dim].[Year].&[2023]) <
([Measures].[Harvest], [Date Dim].[Year].&[2022])/([Measures].[Harvest Fact Count],[Date
Dim].[Year].&[2022]) Then -1
Else 0
END

```

Рис. 2.15 Запит створення тренду на прикладі показника kpi_sum_harves

Тренд порівнює значення 2023 і 2022 років.

На рисунку 2.16 зображено результат обрахунку показників ефективності та тренду





Display Structure	Value	Goal	Status	Trend
KPI_lubasha	21	20.5		↑
KPI_novolynsk	17.5	19.5		↓
KPI_pole_havest	19.5	20		↑
sum_harvest	20.125	25		↑

Рис. 2.16 Результат показників ефективності

Згідно із результатами, врожайність 2023 року не дійшла показника ефективності, але показник кращий ніж в 2022 році. Показник ефективності врожайності для поля з ґрунтом чорнозем не досяг цілі в 2023 році, але порівняно із початком посадки в 2017 році виріс згідно тренду. Показник ефективності для врожайності сорту Любаша перевиконав показник та кращий ніж початок посадки в 2016 році. Показник ефективності врожайності для міста Нововолинськ впав в 2023 році ніж на початку посадки в 2017 році, що вказує на те, що керівництву слід переглянути інші показники, які впливають на ефективність росту на заданій локації. Досягнуті результати трендів вказують на те, що часниковий завод призвичаївся до вирощування озимого часнику на тлі обставин, які спричинила російсько-української війни.

2.5. Використання правила 1-Rule

OneR, скорочення від «One Rule», — це простий, але точний алгоритм класифікації, який генерує одне правило для кожного предиктора в даних, а потім вибирає правило з найменшою загальною помилкою як своє «єдине правило». Щоб створити правило для предиктора, ми створюємо частотну таблицю для кожного предиктора щодо цілі. Було показано, що OneRule виробляє правила лише трохи менш точні, ніж найсучасніші алгоритми класифікації, але виробляє правила, які легко інтерпретувати людям.

Використання алгоритму OneRule у дослідженні є корисним через кілька важливих переваг, зокрема через його простоту та високу інтерпретованість результатів. Оскільки OneR генерує лише одне правило для кожного предиктора в даних і вибирає найбільш точне з них, це дозволяє отримати зрозумілі та прозорі правила, які можна легко інтерпретувати та використовувати для прийняття рішень. У вашому випадку, якщо дослідження стосується аналізу даних, які мають безліч показників або факторів, це дасть можливість зрозуміти, як саме певні фактори впливають на кінцевий результат [30].

Ще однією важливою перевагою є те, що OneRule забезпечує досить точні результати, близькі до тих, що дають більш складні алгоритми, але при цьому модель залишається простішою у використанні та аналізі. Це важливо, якщо потрібно швидко оцінити ефективність ваших даних, не витрачаючи надмірно багато часу на налаштування та вивчення складніших моделей. Прості правила, створені OneR, допоможуть швидко виявити основні взаємозв'язки між показниками та цільовими змінними, що особливо корисно на початкових етапах дослідження [30].

OneR є хорошим вибором для ситуацій, коли потрібно мати наочні результати, зрозумілі для кінцевих користувачів або експертів, оскільки створюється лише одне правило, яке легко інтерпретується. Це дозволяє вам не

тільки отримати точні прогнози, а й зрозуміти, як саме обрані фактори впливають на кінцевий результат, що важливо в будь-якому аналітичному процесі [30].

Для проекту було обрано аналіз врожайності по полях і сортах. Його було поділено на два класи:

- 1) висока врожайність - клас High Harvest, якщо більше 15 тонн:
- 2) низький урожай – клас Low Harvest, якщо врожайність менше або дорівнює 15 т.

Параметр «15» був обраний через те, що середня врожайність по всіх видах часнику приблизно дорівнює 15 тонам.

Такі цифри описані у багатьох роботах та статтях. Наприклад Іван Захаренко, який запатентував сорт часнику Любаша доводить, що одного разу було зібрано 23 тонни часнику з одного гектара [31].

На зображенні 2.17 зображено урожай часнику з присвоєними класами.

type_soil	nameSort	HarvestCategory	Сума для avg	SoilProbability	SortProbability
Сірі-опідзелені	Гермідор	High Harvest	15,94	50,00%	50,00%
Сірі-опідзелені	Любаша	Low Harvest	14,19	50,00%	75,00%
Сірі-опідзелені	Мессідор	High Harvest	15,36	50,00%	50,00%
Сірі-опідзелені	Мессідром	High Harvest	16,68	50,00%	50,00%
Сірі-опідзелені	Прометей	Low Harvest	12,71	50,00%	25,00%
Сірі-опідзелені	Сабаголд	Low Harvest	13,27	50,00%	25,00%
Сірі-опідзелені	Термідром	Low Harvest	13,08	50,00%	25,00%
Темно-сірі опідзелені	Гермідор	Low Harvest	12,92	50,00%	50,00%
Темно-сірі опідзелені	Любаша	High Harvest	18,09	50,00%	75,00%
Темно-сірі опідзелені	Мессідор	High Harvest	15,05	50,00%	50,00%
Темно-сірі опідзелені	Мессідром	Low Harvest	13,76	50,00%	50,00%
Темно-сірі опідзелені	Прометей	High Harvest	15,68	50,00%	25,00%
Темно-сірі опідзелені	Сабаголд	Low Harvest	14,75	50,00%	25,00%
Темно-сірі опідзелені	Термідром	High Harvest	15,83	50,00%	25,00%
Чорноземи опідзелені	Гермідор	High Harvest	15,49	50,00%	50,00%
Чорноземи опідзелені	Любаша	High Harvest	16,82	50,00%	75,00%
Чорноземи опідзелені	Мессідор	Low Harvest	14,76	50,00%	50,00%
Чорноземи опідзелені	Мессідром	Low Harvest	13,97	50,00%	50,00%
Чорноземи опідзелені	Прометей	Low Harvest	13,76	50,00%	25,00%
Чорноземи опідзелені	Сабаголд	Low Harvest	13,74	50,00%	25,00%
Чорноземи опідзелені	Термідром	Low Harvest	14,30	50,00%	25,00%
Ясно-сірі опідзелені	Гермідор	Low Harvest	14,06	50,00%	50,00%
Ясно-сірі опідзелені	Любаша	High Harvest	17,42	50,00%	75,00%
Ясно-сірі опідзелені	Мессідор	Low Harvest	14,58	50,00%	50,00%
Ясно-сірі опідзелені	Мессідром	High Harvest	18,11	50,00%	50,00%
Ясно-сірі опідзелені	Прометей	Low Harvest	14,31	50,00%	25,00%
Ясно-сірі опідзелені	Сабаголд	High Harvest	16,32	50,00%	25,00%
Ясно-сірі опідзелені	Термідром	Low Harvest	11,62	50,00%	25,00%

Рис. 2.17 Урожай по класах

Дані на рисунку показують, що врожайність різних сортів часнику може значно змінюватись залежно від типу ґрунту. Різні сорти часнику також демонструють різну врожайність. Деякі сорти показують кращі результати на деяких типах ґрунтів, в той час як інші – на інших.

На рисунку 2.17 зображено розподіл по класах відраза за типом ґрунту та сортом часнику. За допомогою цього рисунку можна відразу сказати, що є багато врожайності на певних полях із низьким показником.

На малюнку 2.18 показано розподіл класів за типом ґрунту. Дивлячись на таблицю, наведену на фото, можна зробити висновок, що найкращий урожай дають ділянки з темно-сірими зеленими.

type_soil	Class	Probability	Mistake
Сірі-опідзелені	Low	57,14%	3/7
Темно-сірі опідзелені	High	42,86%	4/7
Чорноземи опідзелені	Low	71,43%	2/7
Ясно-сірі опідзелені	Low	57,14%	3/7

Рис. 2.18 Згруповані класи за типом ґрунтів

Як відзначається у статті із журналу «Сільськогосподарська екологія. Агрономічні науки», серед усіх типів ґрунтів найвищою родючістю відзначаються чорноземні ґрунти [32].

Тому дивлячись на рисунок 2.18 відразу можна сказати, що найкращий тип ґрунту, чорнозем, не дає такого врожаю, як міг би. В свою чергу темно-сірі опідзелені ґрунти дають високу врожайність із ймовірністю 42,86% у 4/7 показників.

На врожайність часнику може також впливати вибір сорту часнику. Кожен сорт часнику має різну врожайність [33]. За умови правильно підібраної стратегії вирощування, насичених мікроелементами ґрунтів без великої кількості шкідників, можна виростити максимальний врожай, навіть деколи перевиконати те, що

можливо. На зображенні 2.19 показано класи, згруповані за сортом часнику. У нас великий урожай таких сортів, як Любаша, Мессідор, Месідром, Гермідром.

nameSort	Class	Probability	Mistake
Гермідор	High	50,00%	2/4
Любаша	High	25,00%	3/4
Мессідор	High	50,00%	2/4
Месідром	High	50,00%	2/4
Прометей	Low	75,00%	1/4
Сабаголд	Low	75,00%	1/4
Термідром	Low	75,00%	1/4

Рис. 2.19 Згруповані класи за сортом часнику

Сорти Термідром, Прометей та Сабаголд дали найменші показники врожайності, тому компанії необхідно переглянути інші фактори, які впливають на врожайність цих сортів. Ці сорти зазвичай дають великі плоди, тому, можливо, це стало причиною виснаження ґрунту, на яких вони росли.

Сорти Гермідор, Любаша, Мессідо та Месідром отримали високий клас. Також в свою чергу сорт Любаша показав найкращий показник із всіх інших, що у 3 із 4 показників високий клас(рисунок 2.20).

type_soil	nameSort	HarvestCategory	Сума для avg	SoilProbability	SortProbability
Сірі-опідзелені	Любаша	Low Harvest	14,19	50,00%	75,00%
Темно-сірі опідзелені	Любаша	High Harvest	18,09	50,00%	75,00%
Чорноземи опідзелені	Любаша	High Harvest	16,82	50,00%	75,00%
Ясно-сірі опідзелені	Любаша	High Harvest	17,42	50,00%	75,00%

Рис. 2.20 Групування за сортом часнику Любаша

На рисунку видно, що сорт Любаша показав відносно стабільну високу врожайність на більшості типів ґрунтів. Для того, щоб покращити показники у сортів часнику із низьким класом, підприємству потрібно більш краще дослідити практики збереження та покращення ґрунту, такі як додавання органічної речовини,

покровні культури та належне управління зрошенням, які можуть ще більше покращити здоров'я та родючість ґрунту.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

3.1. Рекомендації

Ефективний графік зрошення та належний рівень азоту є важливими факторами для підтримки оптимальних умов вологості ґрунту та створення сприятливого середовища для максимального росту та врожаю часнику[34].

Так як чорноземи опідзелені є родючим типом ґрунтів і за попередніми дослідженням визначено, що підприємство почало засаджувати кожного року все менше і менше чорноземів, то для покращення врожайності можна спробувати висаджувати більшу кількість чорноземів опідзелених.

Для того, щоб покращити врожайність на чорноземах опідзелених та інших типів ґрунту – варто використовувати крапельне зрошування на більшості полів, зокрема на чорноземах опідзелених.

Крапельне зрошення – це метод поливу, при якому вода і добрива постачаються безпосередньо до кореневої зони кожної рослини у потрібній кількості і в потрібний час[35].

Дослідження «Оптимізація врожаю часнику (*Allium sativum*) за допомогою планування зрошення та управління азотом» показало, що ефективний графік зрошення та належний рівень азоту є важливими факторами для підтримки оптимальних умов вологості ґрунту та створення сприятливого середовища для максимального росту та врожаю часнику[10]. Азотні добрива сприятимуть росту часнику, тому їхнє використання в поєднанні із крапельним зрошуванням це чудовий варіант.

Система зрошування на більшості полів забезпечить рівномірне зволоження. Під час збільшення крапельного зрошування слід звернути увагу на їхній графік, адже надмірне крапельне зрошування може призвести до накопичення непотрібної рослинності у вигляді бур'янів та розповсюдження шкідників, які будуть псувати якість головки часнику. Зіпсований часник не будуть викидати, а продадуть по нижчій ціні або частину з нього використають як посадковий матеріал, що значно

вплине на дохід підприємства. Щоб заподіяти такому, потрібно постійно вимірювати вологість ґрунту за допомогою вологоміра.

У різний період зростання часнику підходить різний рівень вологості. В якості орієнтира для визначення норми поливу часнику, можна скористатися даною таблицею [26].

Таблиця 1

Крапельне зрошення озимого часнику на середньосуглинному ґрунті

Фаза розвитку озимого часнику	Предполивна вологість ґрунту % НВ	Глибина контролю вологості, м	Середньодобові витрати води рослинами часнику, м³/га	Величина поливної норми, м³/га
Осінній період	70	0,25-0,30		65-80
Від появи сходів до 3-го листка	80	0,15-0,20	7-16	35-40
Від 3-го до 5-го листка	80	0,15-0,20	15-23	35-40
Від 5-го до 8-го листка	80	0,20-0,25	30-57	65-80
З моменту появи стрілок і до підсихання листків	70	0,20-0,25	27-47	65-80
Від моменту масового підсихання листків до моменту збирання врожаю	60	0,20-0,25	9-31	25-40

З урахуванням підтримки необхідних норм вологості, часник треба поливати з приблизним інтервалом 1 полив в 7 днів [36].

Так як сорт часнику Любаша дає хорошу врожайність і стійкий до хвороб, то варто засадити більше такого сорту.

Дослідження врожайності часнику у короткоротаційній овочевій сівозміні показало, що гарбуз є чудовим сівозмінним овочем. Зазвичай використовують не лише для збагачення ґрунту, а й для отримання насіння або свіжих плодів для реалізації супермаркетів із завершенням збирання врожаю у вересні, що дає можливість вчасно підготувати поле, чи ділянку до висаджування часнику зубком, або однозубкою у 2-3 декаді жовтня [37].

Оскільки врожайність часнику збирають у першій декаді липня, то можна використати сівозміні для підживлення ґрунту, наприклад посіяти пекінську капусту, редьку і сидерати – гірчицю чи редьку олійну [37].

Часниковий завод вже мав досвід із висадкою пекінської капусти та зазнав значних витрат через те, що весь врожай почав гнити. Такий результат був спровокований неправильним зберіганням врожаю, що свідчить про необізнаність. Часниковий завод може спробувати ще раз, але вивчити всю необхідну інформацію про збереження такої культури.

Бобові культури на третій рік висадки дадуть можливість підвищити родючість ґрунтів. Такими культурами можуть бути квасоля, вігна, свіжі боби, горох або нут [37].

Висадка додаткових культур потрібна не тільки для сівозміні, а й для отримання додаткового доходу.

Наприклад, дослідження про вирощування нішевих культур показало, що вирощування таких культур дозволить стати більш конкурентоспроможними на ринку. Хоча жодна з нішевих культур не зможе замінити традиційні олійні або зернові, але дозволить диверсифікувати джерела отримання доходів малих суб'єктів господарювання. Нішеві культури вирішують проблеми сівозміні [38].

Нішеві культури — це культурні рослини, популярні у вузькому сегменті споживчого ринку [38].

Також для подолання виснажування ґрунту варто залишати незасаджені ділянки хоча б на один рік. Такий метод називається No-till, або ж відсутність

обробки ґрунтів, що дозволить покрити ґрунт залишками рослинного походження. Під час такого методу верхній шар залишається недоторканим, що дозволить йому відновитись [39].

Такий метод дозволить збагати верхній шар ґрунту корисними мікроелементами та відновиться.

Для покращення стратегії вирощування часнику рекомендовано:

- 1) проводити регулярний моніторинг врожайності;
- 2) аналізувати вплив різних факторів на врожайність;
- 3) використовувати сучасні технології, таких як системи автоматичного поливу, добрива;
- 4) проводити дослідження нових сортів.

3.2. Ухвалені рішення та кінцеві результати

Ефективне управління сільськогосподарськими підприємствами вимагає не тільки аналізу певних показників, а створення нових стратегій, які можуть покращити стан врожайності.

Аналіз даних про врожайність часникового заводу виявив значні коливання в залежності від типу ґрунту та сорту культур. На основі наданих даних із дослідження та рекомендацій було проведено кілька сесій для обговорення рішень. Керівництво разом із агрономом дослухалось до кількох важливих пунктів, а саме до низької врожайності на чорноземі-опідзеленому та високій врожайності сорту Любаша.

Було прийнято у 2023 році зробити ряд рішень для початку створення нової стратегії.

1. Закупити більше крапельного зрошування.
2. Використовувати крапельне зрошування на всіх полях із чорноземом опідзеленим.
3. Залишати хоча б одне поле незасадженим для відновлення верхнього шару ґрунту.

4. Збільшити обсяг висадки сорту часнику Любаша.
5. Висадити нішеву культуру – малину, що дозволить отримати додатковий дохід.

Малина досить зимостійка, врожайна і невибаглива ягідна культура, добре розмножується і швидко вступає в пору плодоношення. За десертними якостями плоди малини займають друге місце після суниці і є цінною сировиною для переробної промисловості. Крім споживання у свіжому вигляді, ягоди культурної та дикорослої малини широко застосовують у харчовій промисловості для виготовлення варення, джему, начинок, соків, сиропів, наливок. Ягоди малини добре переносять заморожування, зберігаючи при цьому смак та аромат. Малина також є цінною лікарською рослиною. Рослини малини цвітуть пізніше за всі ягідні культури, що практично виключає можливість пошкодження пізніми весняними заморозками. Вона є прекрасним медоносом [40, ст. 69].

6. Спробувати ще раз висаджувати пекінську капусту для додаткового доходу та відновлення ґрунту.

Поле після збору врожаю обробляють фрезою. Таким чином обрізане листя слугує як удобрення [41].

Через те, що аналіз показав, що краще використовувати крапельне зрошення, було прийнято рішення збільшити витрати на системи крапельного зрошення не тільки для чорноземів-опідзелених, а й частково для інших типів ґрунту.

3.3. Кінцеві результати

Підприємство розглянуло всі сорти, які вирощувало до цього, та вирішило не висаджувати на 2024 рік такі сорти як: Мессідром та Месідор через те, що це товар погано продавався минулі роки. Ці сорти є важкими у збереженні і потребують пильної уваги протягом зберігання. На постійне спостереження деколи немає достатньо часу та й вимагає постійної зайнятості працівників, які будуть

слідкувати за цим. Саме тому це також стало одним із показників поки не висаджувати ці сорти як повноцінну головку часнику, а почати вирощувати їх як однозубку, що дозволить відновити потенціал сортів часнику і отримати додатковий дохід через продажі повітряної кульки(насіння цих сортів).

Таким чином у співвідношенні на рисунку 3.1 можемо побачити порівняльну статистику висадженої продукції за два роки.

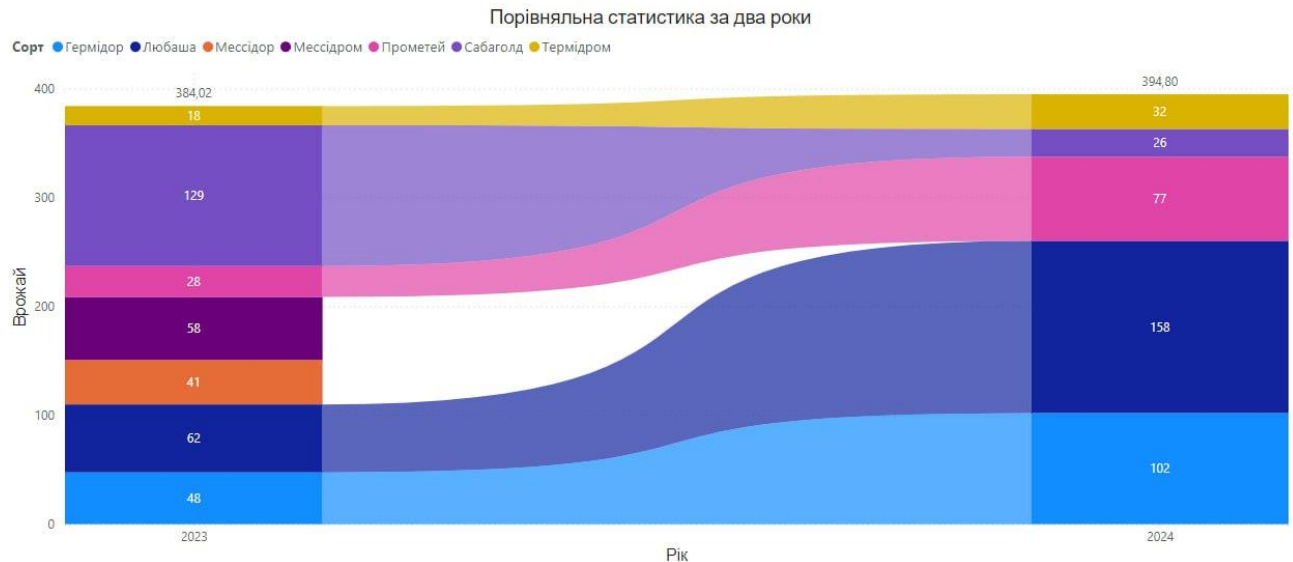


Рис. 3.1 Порівняльна статистика за два роки

На рисунку вище зображено співвідношення висадженої продукції. Завод зосередив свою увагу на більшій висадці сорту часнику Любаша та поки припинив висаджувати Мессідром та Мессідор через власні переконання та наявних посадковий матеріал. Графік демонструє зміну врожайності різних сортів часнику з 2023 на 2024 рік. Для деяких сортів спостерігається зростання врожайності, для інших - зниження. Також сорт Гермідор показує стабільну врожайність протягом обох років, з невеликим зростанням у 2024 році.

Висадка сорту Любаша на чорноземах опідзелених та крапельне зрошування на усіх цих полях протягом сезону 2023-2024, дозволило збільшити показник «Тон на гектар» на чорноземі опідзеленому на 2.8% в порівнянні із попереднім 2023 роком(рис. 3.2).

year	type_soil	HarvestSum	HarvestSumPerGA
2015	Чорноземи опідзелені	377,14	6,98
2016	Чорноземи опідзелені	269,48	4,99
2017	Чорноземи опідзелені	375,97	6,96
2018	Чорноземи опідзелені	579,73	10,74
2019	Чорноземи опідзелені	542,88	10,05
2020	Чорноземи опідзелені	396,91	7,35
2021	Чорноземи опідзелені	407,58	7,55
2022	Чорноземи опідзелені	339,25	6,28
2023	Чорноземи опідзелені	384,02	7,11
2024	Чорноземи опідзелені	394,80	7,31
Усього		4 067,76	75,33

Рис. 3.2 Порівняльна таблиця врожайності на чорноземі опідзеленому

Такий результат позитивно впливає на графік прогнозованості, адже значення виросло і це може простежуватись і надалі для майбутніх років.

Таким чином графік врожайності на чорноземі опідзеленому буде виглядати вже по-іншому(рис. 3.3).

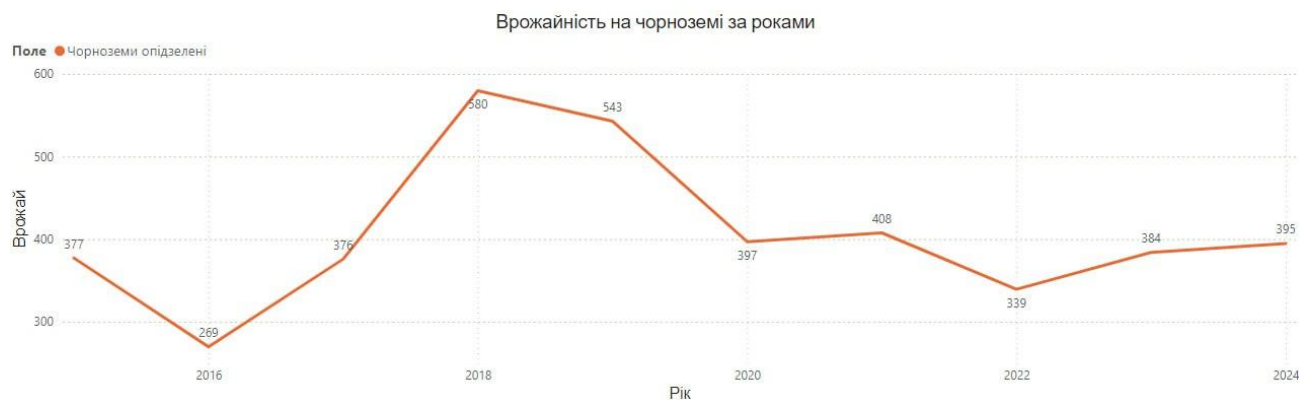


Рис. 3.3 Врожайність на чорноземі опідзеленому за роками

На рисунку видно, що колись завод часнику часто садив на чорноземах по високому скачку у 2016 році. Такий скачок у врожайності може бути не тільки у кількості полів, а й у отримання грантів від інвесторів, що дало змогу посадити більше продукції. Після 2016 року видніється значний спад, але вже 2023 рік

показує стрибок після кризи 2022 року. Вища врожайність у 2023 році свідчить про звикання ведення бізнесу в умовах кризи. Врожайність у 2024 році збільшилась на чорноземах-опідзелених після використання крапельного зрошування на більшості полів. Найвищий показник врожайності був досягнутий у 2018 році, тоді як найнижчий показник був зафіксований у 2017 році.

Також врожайність сорту часнику Любаша значно виросла, але часниковий завод посадив більший відсоток цього сорту у 2023 році (див. рис. 3.4).

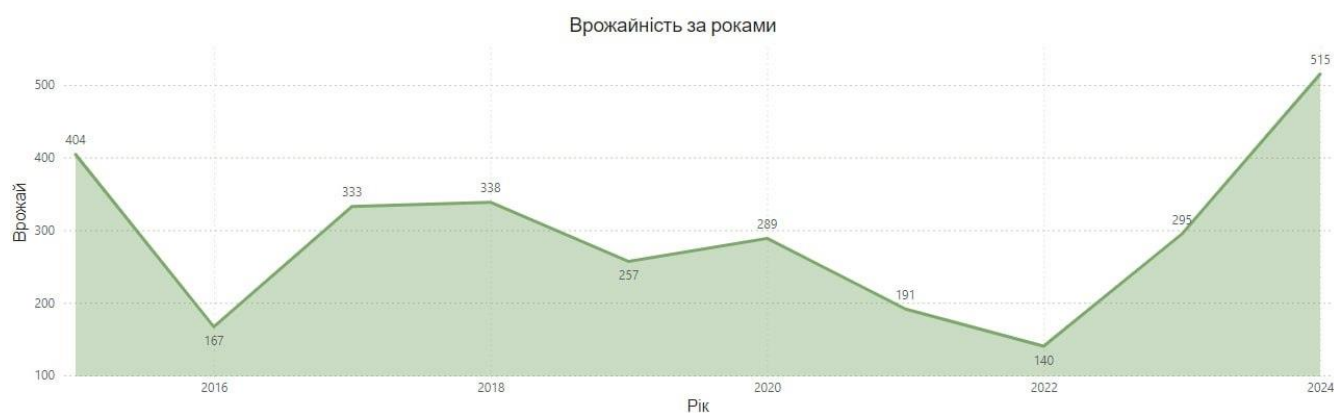


Рис. 3.4 Порівняльна статистика врожайності сорту часнику Любаша

На рисунку 3.4 видно чітке зростання врожайності цього сорту. Таке відбулось зокрема через засадження більшої кількості території цим сортом та відмовою від кількох сортів. На рисунку спостерігається тенденція до зростання врожайності, що свідчить про впровадження ефективних агротехнологій та стратегії вирощування або сприятливі погодні умови. Для того, щоб зберегти таку тенденцію потрібно не забувати про правила сівозміни, щоб зменшити виснаження ґрунту і знизити ризик поширення хвороб і шкідників.

У висновку проведене дослідження стало основою для зосередження на новій стратегії вирощування часнику. Аналіз врожайності зумів краще показати підприємству загальну ситуацію. Тепер підприємство знає на чому краще зосередити свою увагу. Це відкриває нові перспективи для підвищення

ефективності виробництва та забезпечення стабільної врожайності в умовах ведення сучасного сільського господарства.

ВИСНОВКИ

Під час виконання цієї роботи було досліджено врожайність часнику конкретного підприємства. Спочатку було проаналізовано та описано предметну область дослідження, що дало можливість концептуально розібратися у проблематиці дослідження. Наступним кроком стало аналіз наявних рішень у галузі вирощування часнику. Було визначено, що основною проблемою є дороговизна аналізу даних у секторі.

Після аналізу глобального ринку було проведено аналіз предметної області підприємства, де визначені основні бізнес-процеси, які були представлені у вигляді діаграми прецедентів. Також визначено загальні можливі причини, які можуть впливати на врожайність та було обрано лише ті, які стосуються тематики дослідження. Також розділ 1 охоплює проектування системи аналізу врожайності часнику, описано та аргументовано основні технології, які використовувалися при розробці інтелектуальної системи аналізу та описано концепції OLAP технологій та ETL підходу до інтеграції даних у сховище даних.

Для того, щоб ефективно дослідити врожайність часнику на підприємстві, було створено сховище даних у вигляді дата-марту, які містяться дані про сорт часнику, тип ґрунту, місцезнаходження та дату. У цьому дослідженні було створено систему КРІ для конкретного підприємства. Часниковий завод дослідив, які цілі досягнути і були створені показники ефективності за допомогою розгорнутого куба було досліджено потрібні для заводу показники ефективності за 2023 рік. За допомогою цього було визначено, що показник для сорту Любаша перевиконала ціль. Із цього можна зробити висновок, що Любаша має хороші показники врожайності і підприємство може зосередитись на більшій кількості висадки такого сорту часнику.

Згідно із проведеним дослідженням показників ефективності врожайність у 2023 році не досягла рівня ефективності, але виявилася кращою, ніж у 2022 році.

Таки тренд міг відбутись на тлі обставин, які виникли на тлі російсько-української війни.

Також показник ефективності вирощування для поля з чорноземом опідзеленим не досяг поставленої мети в 2023 році, проте порівняно з початком висадки у 2017 році піднявся відповідно до тренду. Для підприємства це були недостатні показники, адже згідно досліджень чорноземи опідзелені є родючим типом ґрунту.

Для відображення даних із оперативних джерел і подальшого аналізу було створено багато різних графіків, які показують дані під різними кутами. За допомогою створених графіків загальної врожайності за всі роки за допомогою інструментів Power BI, було визначено значні коливання у врожайності. За допомогою інструменту прогнозування в програмі MS Excel, було побудовано прогнозний графік на наступні 4 роки, який показав більшу стабільність та без значних коливань, але із значним спадом врожайності.

Також було досліджено врожайність за допомогою методу 1-Rule. Цей метод дозволив присвоїти класи через призму типу ґрунту та сорту часнику. У висновку було визначено, що чорноземи-опідзелені мають спад у врожайності, а також визначено, що сорт Любаша і справді має хороші показники. Також визначено, що темно-сірі опідзелені ґрунти мають високу врожайність у 4/7 показників.

Під час дослідження також було проаналізовано способи вирощування часнику на підприємстві, способи поливу та всі процеси життєдіяльності часнику на підприємстві на основі аналізу різних наукових джерел та статей. Також дослідження відбувалось безпосередньо на підприємстві, де у висновку було визначено, що більшість полів із типом ґрунту чорноземи опідзелені не піддаються крапельному зрошенню, що могло спричинити засихання культури.

Проаналізувавши стратегії часникового заводу, було визначено, що підприємство боїться впроваджувати нові стратегії через внутрішню кризову

ситуацію в Україні на тлі російсько-української війни. Задля отримання додаткового доходу підприємство вирішило висадити таку нішеву культуру як малину.

Також основним результатом за 2024 рік стало те, що метрика «Тон на гектар» підвищилась на 2,8%, що є хорошим показником для майбутнього вирощування озимого часнику на цьому підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Насінневий завод часнику [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://chasnyk.com/>.
2. Небава М. І. СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЮ [Електронний ресурс] / М. І. Небава, О. Г. Ратушняк – Режим доступу до ресурсу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/1nebava_menedzhment_organizacij_administuvannya_ch1/index_3.htm.
3. Сокурєнко І. А. ТАРА [Електронний ресурс] / І. А. Сокурєнко – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2134/tara>.
4. Що таке метрика? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://avada-media.ua/metrica/>.
5. Cropwise Operations [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://latifundist.com/kompanii/948-cropio>.
6. Agronomic Field Trial Management [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.quicktrials.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAouG5BhDBARIsAOc08RQILUI48jy-Zgbb9Tj3M0H24H7D0VQ0BCWv2_Hgz-ZMjP7IDlrG3WcaAi56EALw_wcB.
7. Qlik vs Tableau vs Power BI: повний посібник для вибору правильного інструменту [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.rbcgrp.com/ua/qlik-vs-tableau-vs-power-bi-povnij-posibnik-dlja-viboru-pravilnogo-instrumentu/>.
8. A Systematic Literature Review on Identifying Patterns Using Unsupervised Clustering Algorithms: A Data Mining Perspective [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2073-8994/15/9/1679>.
9. Growth and yield of garlic (*Allium Sativum* L.) influenced by Zn and Fe application [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.researchgate.net/publication/333055117_Growth_and_yield_of_garlic_Allium_Sativum_L_influenced_by_Zn_and_Fe_application.

10. Plant growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) under applications of liquid biofertilizers [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/363394396_Plant_growth_and_yield_of_garlic_Allium_sativum_L_under_applications_of_liquid_biofertilizers.

11. Plant growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) under applications of liquid biofertilizers [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/363394396_Plant_growth_and_yield_of_garlic_Allium_sativum_L_under_applications_of_liquid_biofertilizers.

12. Предметно-орієнтоване проектування: навіщо компаніям потрібен цей підхід, хто його використовує та в чому його суть? [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://itukraine.org.ua/predmetno-oriyentovane-proyektuvannya-navishho-kompaniyam-potriben-tsej-pidhid-hto-jogo-vikoristovuye-ta-v-chomu-jogo-sut/>.

13. Професія аналітик даних: чим займається, види та перспективи [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://bizmag.com.ua/profesiya-analityk/>.

14. What is SQL Server? [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/what-is-sql-server?view=sql-server-ver16>.

15. What is SSRS? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.javatpoint.com/ssrs>.

16. OLAP-технології та звітність [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/nykmню>

17. Що таке OLAP? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.education-wiki.com/5528785-what-is-olap>.

18. What is OLAP (Online Analytical Processing)? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aws.amazon.com/what-is/olap/>.
19. OLAP, ROLAP, MOLAP, HOLAP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sisense.com/glossary/olap/>.
20. What Is a Data Warehouse? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.oracle.com/database/what-is-a-data-warehouse/>.
21. Data Mart [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.databricks.com/glossary/data-mart>.
22. What Is a Data Mart? | Data Mart vs Data Warehouse [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gudusoft.com/what-is-a-data-mart-data-warehouse/>.
23. Data Marts: What They Are and Why Businesses Need Them [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.altexsoft.com/blog/what-is-data-mart/>.
24. What is SSAS? [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.guru99.com/ssas-tutorial.html>.
25. What is SSIS? [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.guru99.com/ssis-tutorial.html>.
26. Data Flow [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dremio.com/wiki/data-flow/>.
27. What is SSRS? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.javatpoint.com/ssrs>.
28. Key Performance Indicator [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp>.
29. Ключові показники ефективності (KPI) у надбудові Power Pivot [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%BE%D0%B2%D1%96-%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0>

[%B8-](#)

[%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-kpi-%D1%83-](#)

[%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96-power-pivot-e653edef-8a21-40e4-9ece-83a6c8c306aa.](#)

30. 1R classification algorithm [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.jamestharpe.com/1r-algorithm/>.

31. Часник Любаша. Врожайність до 20 тонн з га [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://soncesad.com/statti/ovochi/chasnik/chasnik-lyubasha.-vrozhajnist-do-20-tonn-z-ga.html>.

32. СУЧАСНИЙ СТАН РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР [Електронний ресурс] / А. С.Кобець, Ю. І. Грицан, С. М. Крамарьов, О. О. Мицик. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/614/1/786-Article%20Text-1567-1-10-20170308%281%29.pdf>.

33. Best Garlic Varieties for Your Area [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://garlicstore.com/best-garlic-varieties-for-your-area/>.

34. Optimizing Garlic (*Allium sativum*) Yield through Irrigation Scheduling and Nitrogen Management [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://journalijpss.com/index.php/IJPSS/article/view/3911>.

35. Що таке крапельне зрошення? [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://shoproslo.com.ua/statti-ta-novyny/29-shcho-take-krapelne-zroshennya.html?srsltid=AfmBOooHeI5xO0l-ZNKsD1JBbb1tJVBV8FMJ6nN5fLajF9vxpcSUQQCO>.

36. Полив часнику. Як, коли і скільки [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrup.com.ua/polyv-chasnyku-yak-koly-skilky/>.

37. Сич З. Д. ЧАСНИК У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ ОВОЧЕВІЙ СІВОЗМІНІ [Електронний ресурс] / З. Д. Сич, С. М. Кубрак – Режим доступу до ресурсу:

https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5871/1/Chasnyk_u_korotkorotatsiinii.pdf.

38. Нішеві культури в 2024 році: вирощування, перспективи, експорт [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу:

<https://agroapp.com.ua/uk/blog/nishevi-kulturi-v-2024-roci-viroshchuvannya-perspektivi-eksport/>.

39. Причини деградації українського ґрунту і способи їх усунення [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:

<https://alfagro.com.ua/uk/prichini-degradaczi-ukra-nskogo-gruntu-i-sposobi-h-usunennya/>.

40. Тихий Т. НОВІ СОРТИ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР СЕЛЕКЦІЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ ПОМОЛОГІЇ ІМ. Л.П. СИМИРЕНКА ІС [Електронний ресурс] / Т. Тихий. – 2024. – Режим доступу до ресурсу:

<https://repository.lnup.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1574/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%B8%20%20%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%2C%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B2%D1%8F%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%97%2090-%D1%80%D1%96%D1%87%D1%87%D1%8E%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%20%D0%B4%D0%BD%D1%8F%20%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%>

[B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B8%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%83%20%D0%9B%20%281%29%20%281%29.pdf#page=69.](#)

41. Аграріям розкрили особливості вирощування та збуту пекінської капусти [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/11898-agrariyam-rozkrili-osoblivosti-viroschuvannya-ta-zbutu-pekinskoyi-kapusti>.