

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,  
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти магістр

на тему: **«Інформаційні системи в управлінні виробничими процесами  
при веденні точного землеробства»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
Інформаційні управляючі системи та  
технології спеціальності  
126 Інформаційні системи та технології  
ступеня вищої освіти магістр  
групи 126ІСТмд\_22  
Якушкін В.Г.  
Керівник: Калініченко А.В.  
Рецензент: Біловод О.І.

**Полтава – 2023 року**

## ВСТУП

Аграрне виробництво в Україні відноситься до однієї з ключових галузей економіки, є фундаментальною складовою забезпечення продовольчої безпеки, належного рівня здоров'я і умов життя громадян у державі, а також джерелом значної частини надходжень до бюджету. Станом на кінець 2022 р. (до початку повномасштабного вторгнення росії в Україну) частка експорту зернових з України сягала до 25 % світових поставок до країн Азії та Африки. Аграрний бізнес здатний розвиватися та підтримувати сталий розвиток в значній мірі завдяки інноваціям та сучасним технологіям. Інформаційні технології та системи відіграють все більшу роль у підвищенні стабільності та ефективності галузі.

*Актуальність* теми кваліфікаційної роботи пов'язана з необхідністю впровадження концепцій точного землеробства у поєднанні з комплексом сучасних інформаційних технологій та удосконалення підходів до формування сучасної технологічної і управлінської екосистеми агропідприємств як необхідної умови досягнення Агрокультури 4.0. Важливим аспектами в цьому контексті є виявлення суб'єктивних та об'єктивних обмежуючих факторів, а також розроблення рекомендацій щодо їх раціонального подолання.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.* Робота відповідає дослідженням в межах науково-дослідної ініціативної теми «Організаційно-методологічні аспекти впровадження інформаційно-комунікаційних систем і технологій в управлінні діяльністю сучасних організацій та підприємств за умов переходу до цифрової економіки» (ДРН 0117U003099, 2017-2022 рр.), а також обласної програми «Підтримка діяльності підприємств АПК засобами сучасних інформаційних систем і технологій», які реалізуються на кафедрі інформаційних систем та технологій Полтавського державного аграрного університету.

*Метою* кваліфікаційної роботи є дослідження інформаційних технологій і систем, які пов'язані з реалізацією принципів точного землеробства та обґрунтування ефективності впровадження та використання єдиних управляючих інформаційних систем для оброблення всіх видів даних та

інформації, що генерується у процесі виробничої, екологічної та економічної діяльності аграрних підприємств.

*Завданнями* кваліфікаційної роботи є:

- дослідження сучасних трендів цифрових перетворень у сфері точного землеробства;
- огляд сучасних інформаційних технологій, що забезпечують умови точного землеробства;
- обґрунтування набору програмних модулів інформаційних систем і їхніх характеристик у відповідності до потреб управління технологічними операціями в точному землеробстві;
- вивчення обмежуючих факторів щодо впровадження інноваційних рішень та аналіз засобів їх усунення;
- аналіз функціоналу та характеристик існуючих інформаційних систем на ринку програмного забезпечення для точного землеробства в аграрних підприємствах;
- вивчення точок поєднання і перетину функцій для забезпечення взаємодії функціональних модулів та рішень на основі єдиної інформаційної управляючої платформи;
- здійснення практичного застосування доступних функцій обраної інформаційної системи для управління окремими виробничими процесами з елементами реалізації точного землеробства.

*Об'єктом* дослідження є особливості реалізації управлінських функцій спеціалізованих інформаційних систем з набором різноманітних технологій та функцій, які здатні вирішувати комплексне управління більшістю виробничих операцій точного землеробства на єдиній інформаційно-програмній платформі.

*Предметом* дослідження є функціональні можливості та порівняльні характеристики різних видів інформаційних технологій та систем в досягненні ефективного управління процесами виробничої діяльності аграрних підприємств при веденні точного землеробства.

*Методами дослідження є:* інформаційно-пошуковий, аналітико-синтетичний, емпіричний, дедуктивний, програмно-прикладний, порівняння, графічний тощо.

*Інформаційна база* кваліфікаційної роботи складається з наукових статей, міжнародних аналітичних видань і звітів, матеріалів конференцій наукових спільнот в області точного землеробства, офіційних вебсайтів розробників прикладного програмного забезпечення, а також практичних кейсів, описаних провідними агропідприємствами та ІТ-компаніями у сфері розробки і впровадження вітчизняних інформаційних систем та технологій.

*Елементи наукової новизни* роботи полягають в поглибленні розуміння та формування відповідних висновків про особливості вибору, застосування і комбінування інформаційно-технічних рішень для досягнення високої ефективності управління виробничими процесами аграрних підприємств при реалізації принципів та технологій точного землеробства.

*Практична значущість* роботи полягає в здійсненні критичного аналізу та систематизації достатнього обсягу науково-практичного матеріалу щодо функціональних можливостей інформаційних систем, призначених для впровадження і використання в точному землеробстві на єдиній платформі. Отримані результати можуть бути корисними для фахівців в галузях ІТ та сільського господарства при виборі й впровадженні спеціалізованих інформаційних управляючих систем.

*Апробація результатів* дослідження відбувалася шляхом оприлюднення доповідей на міжнародній та студентських конференціях, семінарах.

*Публікації.* За результатами проведеного дослідження опубліковано тези: «Інтеграційні функції інформаційних систем управління виробничими процесами галузі рослинництва на шляху до технологій Агроіндустрія 4.0», Міжнародна мультидисциплінарна наукова інтернет-конференція «Світ наукових досліджень. Випуск 24» (м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща, 21-22 листопада 2023 р.; «Стек сучасних технологій для автоматизації управління виробничими процесами галузі рослинництва в аграрних підприємствах», XX

щорічний міждисциплінарний семінар «Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій ННІ ЕУПІТ ПДАУ», 29 листопада 2023 р., м. Полтава.

*Структура і обсяг кваліфікаційної роботи:* пояснювальна записка викладена на 70 сторінках і складається зі змісту, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 5 таблиць і 35 рисунків, 7 додатків.

## РОЗДІЛ 1

### ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

#### 1.1 Інформаційно-технологічні засади теорії та практики точного землеробства

З середини минулого століття, у період так званого інформаційного вибуху, почала зароджуватися і сформувалася за декілька десятиліть епоха постіндустріалізму, в яку інформація, інформаційні технології та мережеві комунікаційні технології перетворилися на один із основних виробничих ресурсів та визначають ступінь економічного й соціального розвитку країни [1]. Інформація в економічному розвитку країн постіндустріалізму є науково обґрунтованим специфічним ресурсом, який не має більшості ознак, притаманних традиційним виробничим ресурсам, але має все більш вирішальний вплив [2]. Технології постіндустріального періоду (або інформаційного суспільства) спричинили значний вплив на попередні типи виробництва: ключові сфери економіки, такі як промисловість і сільське господарство, переживають глобальні зміни та переходять на якісно новий, цифровий рівень більшості виробничих ланок.

На початку XXI століття світ заговорив про об'єктивні фактори настання четвертої промислової революції, так званої Індустрії 4.0 [3]. Важливою особливістю епохи Індустрії 4.0 стає домінування знань і цифрових даних, поява кіберфізичних систем. Успіхи того чи іншого суспільства все більшою мірою визначаються інноваціями та нововведеннями, які безпосередньо є продуктом теоретичної науки.

Підґрунтям активного впровадження Індустрії 4.0 є те, що в даний час більшість можливостей для підвищення прибутковості майже вичерпані, існує потреба шукати нові моделі та ресурси. Ці тенденції спостерігаються і аграрному виробництві. У 2018 р. відбувся світовий урядовий саміт, за результатами якого

був опублікований звіт «Agriculture 4.0 – the future of farming technology» [4]. У цьому звіті, зокрема, зазначається, що «... фермами та сільськогосподарськими операціями доведеться керувати зовсім по-різному, насамперед, через досягнення в таких технологіях, як датчики, пристрої, машини та інформаційні технології. Майбутнє сільське господарство масово буде використовувати складні технології, такі як роботи, датчики температури, хімічного складу та вологості, аерофотознімки та технології систем глобального позиціонування GPS (англ. Global Positioning System). Ці передові пристрої та точне землеробство і роботизовані системи дозволять фермам бути більш прибутковими, ефективними, безпечними та екологічно чистими [5]. У звіті створено мапу технологій, згідно якої перехід до Агрокультури 4.0 передбачає в єдиному ланцюжку від поля до столу використання технологій дронів, аналітики даних, Інтернету речей, точного землеробства, а також нанотехнологій, штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI), технологій блокчейн (додаток А).

Аграрне виробництво є найбільш консервативною галуззю і його інформатизація відбувається нерівномірно, особливо в країнах, які не досягли рівня постіндустріалізму. Проте об'єктивні чинники, що характеризуються достатнім ступенем невизначеності (зміна клімату, зростання витрат, високий рівень експлуатації природних ресурсів, перерозподіл традиційних ринків тощо) стимулюють цю галузь до пошуку інноваційних методів ведення сільськогосподарського виробництва на основі використання інформації, технологій та системи. Історично виробництво продукції аграрних підприємств засноване на використанні традиційних ресурсів – природничих, енергетичних, людських, більшість з яких є невідновлювальними або вичерпними. Неможливість збільшувати рентабельність та ефективність виробництва в умовах збідніння всіх названих ресурсів спонукає до привертання уваги передових господарників до все більшого впровадження інноваційних інформаційних систем та технологій. Досвід передових країн світу демонструє, що найбільший потенціал в аграрній сфері має точне землеробство, яке здатне значно підвищити продуктивність галузі рослинництва і зменшити рівень

ресурсних, матеріальних та інших витрат у виробничих ланках, кардинально змінюючи агробізнес.

Точне землеробство – це стратегія управління аграрним господарством, яка збирає, обробляє та аналізує тимчасові, просторові та індивідуальні дані та поєднує їх з іншою інформацією для підтримки управлінських рішень згідно з оціненою варіативністю для покращення ефективності використання ресурсів, продуктивності, якості, прибутковості та сталості сільськогосподарського виробництва [6]. Ця стратегія використовується як у вирощуванні культур, так і у тваринництві. Точне землеробство часто використовує технології для автоматизації сільськогосподарських операцій, поліпшення їх діагностики, прийняття рішень або виконання.

Точне землеробство в окремих джерелах визначається як деяка нова концепція впровадження технологій у рослинництві на основі електронних супутникових картографічних засобів, використання точних дистанційних даних, отриманих зі знімків супутника чи дрона, а також методів обробки цих даних [7].

Серед світових науковців та практиків інтерес до точного землеробства є стабільно високим. Системний аналіз змісту існуючих визначень точного землеробства, тенденцій і форм його впровадження у багатьох країнах світу подано в роботах Планта, МкБретні та інших [8-10]. У науковій літературі використовують синонімічні терміни *smart farming*, *precision farming*, *precision agriculture*. Зміст – однаковий.

Точне землеробство – це загальний термін для опису сільськогосподарських інструментів, заснованих на спостереженні, вимірюванні та реагуванні на мінливість у межах поля за допомогою управління врожаєм. Це стало можливим завдяки використанню Глобальної системи позиціонування (або супутників GPS) або Глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS), які дозволяють керівникам ферм реагувати на нерівності в полі. Такий підхід дозволяє фермерам приймати важливі рішення щодо управління ресурсами як на місці, так і в режимі реального часу [11].

Науковим підґрунтям концепції точного землеробства є визнання фактів існування певних неоднорідностей в межах кожного поля, що обробляється, наявність його специфічних характеристик. Для їх збору, оцінювання, моніторингу застосовуються такі сучасні технології, як системи глобального позиціонування GPS, різноманітні датчики, аерофотознімки і супутникові знімки, а також спеціальні програми на базі геоінформаційних систем (ГІС) [12].

Щоб зрозуміти прогрес у технологіях точного землеробства, потрібно почати з періоду, коли точне землеробство ще не керувалося GPS. Доктор П'єр Роберт, якого іноді називають «батьком точного землеробства», провів одні з найперших досліджень мінливості ґрунту. У 1983 році доктор Роберт був першим, хто дослідив змінну норму внесення добрив, яка визнає, що різні ділянки поля мають різну врожайність і, отже, мають різні потреби в поживних речовинах для отримання оптимальної врожайності. Це розуміння вресіті-решт призвело до систем управління полями зі змінною нормою, які фермери використовують сьогодні.

Три підходи щодо проведення розмежування зон управління при застосуванні технологій точного землеробства досліджено та узагальнено в роботі [13]. Перший ґрунтується на властивостях ґрунту, визначених за допомогою різних способів відбору, та / або на інформації про ландшафт, включаючи карти обстеження ґрунтів, ландшафтні властивості, а також ґрунтові та ландшафтні фактори.

Другий підхід базується на картах урожайності сільськогосподарських культур. При цьому на полі виділяються три класи зон: високоврожайна і стійка зона, низьковрожайна і стійка зона, нестійка зона. Однак, декілька років дослідження і порівнянь показали, що більш ефективним і результативним є третій, інтегрований, підхід, що поєднує інформацію про просторову тенденцію ґрунту, ландшафту і врожайності та інформацію про часову стабільність, як трьох джерел мінливості [14].

Впровадження систем і технологій «розумного», або точного землеробства розпочалося з 80-х рр. в найбільш розвинутих країнах Західної Європи, Північної

Америци, Японії; в Україні цей процес активізувався на початку 2000-х рр. Першими були холдинги, які змогли інвестувати в обладнання й запровадити технології, а з часом поширювати власний досвід [15]. Специфічність новітніх агротехнологій розглядається в кількох площинах.

З одного боку, необхідна системна робота з усіма виробничими, екологічними, метеорологічними, статистичними (традиційними) даними, і операції з такими даними зручно здійснювати на основі оцифрування, автоматизації збору та обробки за допомогою інформаційних систем.

З іншого боку, технології швидко вдосконалюються. Можна використовувати все нові й нові комплекси із відмінними характеристиками, у тому числі, з перенесенням операцій в хмари. При цьому широко застосовуються комунікації на основі інтернету, здійснюючи передавання даних безпосередньо із місць виробництва, тобто «з поля».

Зміст і послідовність основних етапів переходу на технології точного землеробства, узагальнених на базі досвіду кращих українських агропідприємств, схематично показані на рис. 1.1.

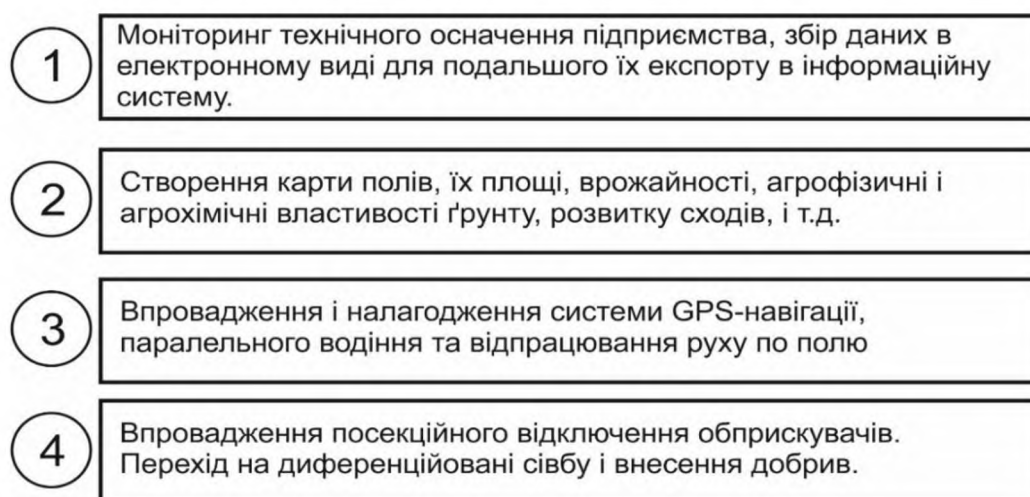


Рисунок 1.1 – Базові етапи формування системи точного землеробства [10]

Ті українські агропідприємства, що активно впроваджують технології точного землеробства, вже мають у своєму арсеналі карти посівів, обприскувань, агрохімічні аналізи ґрунтів, дані фотозйомки з дронів, карти врожайності.

Прогресивним є те, що для багатьох фахівців агросфери планшет або смартфон став таким же незамінним атрибутом праці, як і сіялка, розкидач добрив. Агромашини стають більш роботизованими, управляються автопілотом, керуються через GPS-навігацію. Приблизно половина великих виробників просапних культур в країні використовує навігацію трактора. Навпаки, малі ферми здебільшого не застосовують технології керування трактором. Така ситуація спостерігається і в більш розвинених країнах, де чисельність малих ферм, як, наприклад в США, сягає 85 % від загальної кількості господарств [16].

Отже, незважаючи на позитивний досвід, відсоток застосування цифрових технологій, точного землеробства в аграрному секторі України залишається досить низьким і потребує запуску інноваційних проєктів із залученням сучасних фахівців.

## **1.2 Характеристики новітніх технологій для ведення точного землеробства та приклади застосування**

Технологічний прогрес дозволяє як малому, так і великому сільськогосподарському бізнесу впроваджувати точне землеробство. Він набуває значного поширення лише з початку 2000-х рр., але витoki цього тренду можна простежити ще в 90-х рр. минулого століття, коли використання тільки супутника GPS дозволяло фермерам збирати дані та автоматично керувати сільськогосподарським обладнанням.

Детальний опис технологічних інструментів для точного землеробства, економічні та екологічні аспекти його впровадження, а також перспективний план підтримки фермерів в усьому світі на до 2050 р. викладені в колективній роботі, підготовленій Програмою розвитку Глобального центру технологій, інновацій та сталого розвитку ООН [17].

Концепція існує десятиліттями; однак інструменти для впровадження точного землеробства на практиці зростають експоненціально. Одне із завдань

роботи полягає в тому, щоб дослідити та узагальнити інструменти та практики та оцінити їхню ефективність.

На основі аналізу та узагальнення даних з інформаційних джерел можна виділити найбільш поширені засоби (пристрої) точного землеробства, які доцільно використовувати комплексно, уводити поетапно. Перелік і характеристику базових засобів узагальнено в декількох пунктах.

1. Системи автоматичного наведення GPS зробили революцію в тому, як фермери керують технікою. Перша система автоматичного наведення GPS була використана на комбайні для збирання солі в 1996 році. Ці системи керування є основою точного землеробства для всіх марок обладнання та електроніки, які використовуються для виробництва їжі, волокна та відновлюваного палива для всього світу. Системи GPS є екологічно чистими та дозволяють ефективніше використовувати вхідні дані. Ці технології забезпечують саме те, що потрібно заводу, саме там, де це необхідно, зменшуючи кількість відходів і стоків, які можуть бути результатом надмірного використання. Завдяки системам автоматичного наведення, які дозволяють сигналу GPS керувати тракторами з високою точністю, все це можна зробити, одночасно збираючи та записуючи польові дані. GPS-обладнання типу навігаторів, приймачів, модулів дозволяють визначати точне розташування на полі будь-якого об'єкта: трактора, агрегату, окремої рослини.

2. Частина інфраструктури точного наведення – RTK-станція: приймає сигнал від космічного супутника, уточнює, посилює і робить його прив'язку до конкретної місцевості із високим рівнем точності:  $\pm 2$  см. Така станція є необхідною особливо при роботі за технологіями обробки ґрунту no-till та strip-till. Радіус дії сигналу RTK-станції сягає до 50 км, в якому одночасно можуть працювати до 300 одиниць транспортних засобів [18]. Ці супутникові сигнали використовують вимірювання несучої хвилі сигналу на додаток до інформації, надісланої з базової станції, для виправлення помилок у позиціонуванні з точністю до пів дюйма або навіть до сантиметра.

3. Різноманітні системи паралельного водіння (курсопоказчики, автопілоти та ін.), що дозволяють досягти максимальної точності пересування техніки на полях: рухатися з мінімальними перекриттями гонів або й без них, чітко обходити перешкоди, по технічних коліях. Система паралельного водіння забезпечує не лише економію паливо-мастильних матеріалів, добрив, препаратів захисту рослин, але набагато ширший спектр можливостей. Перші два компоненти у взаємодії забезпечують систему паралельного водіння, головною є станція RTK. Принцип дії поправки сигналу RTK містить три складових:

- Початкове визначення місцезнаходження. GNSS-приймач енергомашини визначає орієнтовне положення на місцевості, а мережа базових мережевих станцій автоматично знаходить найближчі станції RTK.
- Обробка даних. Спеціальне програмне забезпечення на сервері формує кластер з декількох базових станцій, розташованих найближче до трактора.
- Точні координати. Сервер повертає поправки з RTK на приймач трактора по мережі GSM, що дозволяє досягти точності до 2 см при виконанні агротехнічних робіт. Схематично дія станцій RTK показана на рис. 1.3.

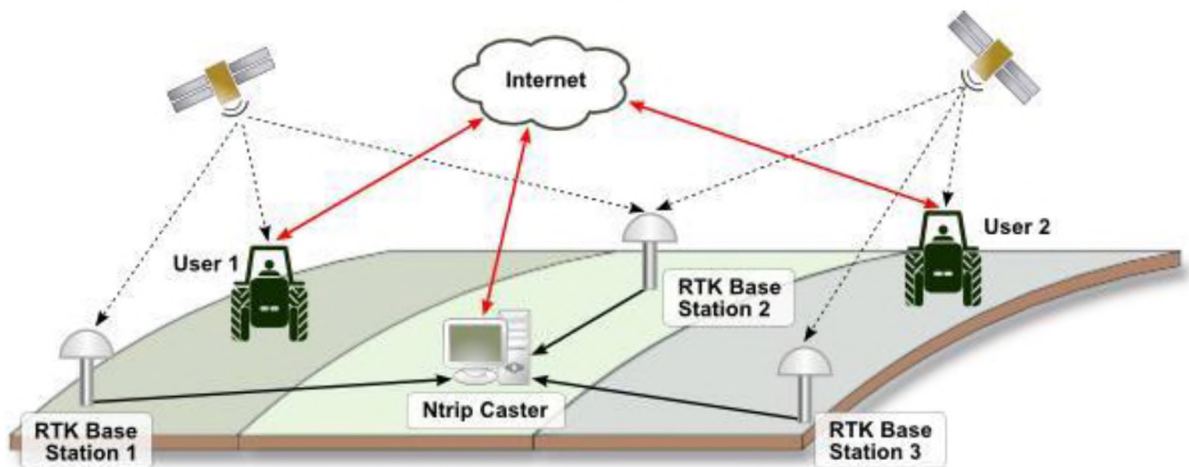


Рисунок 1.3 – Узагальнена схема дії RTK-станції для точного позиціонування

4. Особливий датчик N-Sensor для визначення потреби рослин в азоті дозволяє розрахувати дозу внесення добрива під час руху трактора полем на основі взаємодії з оприскувачем або розкидачем.

5. Інструменти супутникового моніторингу розташування. Супутники широко використовуються для оцінки кількості води в ґрунті, біомаси культур

та багатьох інших показників: збору даних про температуру ґрунту, вологість ґрунту, глибину посіву, кількість насіння на акр, урожайність тощо, поки фермер виконує звичайні операції. Ці дані накопичуються та можуть бути використані для забезпечення продуктивності з часом. Завдяки цим технологіям фермери можуть розраховувати на підвищену точність збору та аналізу даних, відстежувати всі дії та результативність вирощування сільськогосподарських культур, а також отримувати велике зображення території ферми.

6. Безпілотні літальні апарати (квадрокоптер, дрон) – це портативні пристрої, оснащені камерою, датчиками, GPS. Завдяки можливості виконувати аерофотозйомку, вони допомагають збирати цінну інформацію щодо здоров'я врожаю, стану ґрунту тощо. Ці дані можна використовувати для створення детальних карт і визначення територій, які потребують цілеспрямованих стратегій управління. Наприклад, дрони можуть визначати пошкодження врожаю шкідниками або хворобами, контролювати системи зрошення або досліджувати поля для посіву чи збору врожаю, причому дистанційно й точно, вносити локально добрива й засоби захисту рослин (ЗЗР) [11, 17].

7. Мобільна портативна метеостанція, яка надає точні показники температури й вологості, дозволяє вимірювати атмосферний тиск і на підставі даних робити прогноз погоди на найближчі 6 годин [19]. Професійна станція надає повну агрометеорологічну інформацію, включаючи датчики дощу, температури та вологості ґрунту, швидкості вітру, температури, вологості повітря та атмосферного тиску. Схема будови метеостанції марки Meteobot показана в додатку Б.

8. Технології інтернету речей (IoT) для точного землеробства поліпшують моніторинг ферми, поля та худоби; управління ризиками; та планування. Вони охоплюють майже всі аспекти ведення сільськогосподарського підприємства і пропонують широкий спектр дешевших та більш амбітних технологій. Розумна система сільського господарства, що використовує IoT і технології великих даних, може стати рятівником для всієї галузі.

9. Інформаційна система управління (аграрний офіс), яка дозволяє аналізувати управлінський і бухгалтерський облік, а також вести планування, контроль і аналіз кожного поля, історію сівозмін, вегетації рослин, фінансові розрахунки та облік кадрів.

Можна навести достатньо прикладів реалізації поетапного впровадження всіх названих складових системи точного землеробства в Україні [20]. Однак, зважаючи на великі розбіжності розмірів аграрних підприємств (від сотень до десятків тисяч га земельного банку), різні природні та інші умови, розпочати системне впровадження в практику сільськогосподарського виробництва новітніх наукових розробок галузі ІТ та мікропроцесорної техніки можна з окремих складових.

Наприклад, простим і цілком доступним елементом точного землеробства, використання якого можна почати в будь-якому господарстві, є навігаційні прилади паралельного водіння агрегатів. Усе більше господарств України вже мали можливість оцінити переваги таких пристроїв під час виконання польових робіт. Високу ефективність технологій паралельного водіння при виконанні обов'язкових технологічних операцій в галузі рослинництва показано, наприклад, в роботі [21].

### **1.3 Спонукальні чинники та обмеження при впровадженні точного землеробства в агросекторі**

Пошук та вивчення головних обмежуючих (уповільнюючих) факторів, з якими найчастіше стикаються при впровадженні цифрових технологій та систем в аграрному виробництві, проведено в багатьох наукових дослідженнях. До цих факторів відносять явища технічного характеру, зокрема: невідповідність поділу на зони управління (масиви полів); неготовність до обробки в єдиній системі великих обсягів даних, отриманих від численних датчиків та супутників, дронів тощо; несумісність окремих систем в обслуговуванні одного підприємства через

різні стандарти [22], низький рівень якості забезпечення доступу до мережі інтернет у сільській місцевості. Особливу роль грає в цьому ж контексті готовність персоналу до інновацій та рівень знань. І це тим більше актуально для України [23].

Таблиця 1.1 – Аналіз факторів обмеження щодо точного землеробства

Фактори обмеження	Пояснення сутності фактору, чинника	Напрямки змін (покращення ситуації)
1. Технологічний чинник: зони управління	Якщо аграрії розглядають всі свої поля як один усереднений земельний масив, то уніфіковане використання всіх ресурсів для його оброблення призводить до неоптимального результату і перевитрат (у різних зонах різна якість ґрунту та потенціал)	Агрономам необхідно розглядати поля в менших «зонах управління», на які слід розділити відповідно до системного аналізу даних, характеристик полів, топографічних даних, вологості і вимог до використання добрив, насіння тощо
2. Збір і обробка даних	Новітні технології збору даних (БПЛА, супутникові знімки, метеостанції, різні датчики і сенсори для виміру у ґрунті і рослинах та ін.) здатні збирати величезну кількість даних, але багатьом підприємствам, особливо малим і середнім, бракує технологічної інфраструктури та достатнього досвіду для консолідації та аналізу даних.	На основі реінжинірингового підходу робити вибір адекватних за можливостями технічних засобів збору інформації, вивчення пропозицій щодо використання інформаційних систем обробки інформації та підтримки прийняття рішень. Багато компаній розробляють окремі ІС для збору інформації та підтримки прийняття рішень.
3. Різні стандарти, несумісність обладнання (кожна компанія випускає своє обладнання, пристрої, програмне забезпечення, вебсервіси)	Сучасні компанії аграрного машинобудування (John Deere, Claas, CNH Industrial та ін.) забезпечують збір, запис, обробку та документування даних про виробничі процеси, отримані на власному брендовому обладнанні, але більшість агропідприємств не використовують техніку лише одного виробника, парк техніки є змішаним. Для обробки даних аграріям доводиться використовувати різноманітні вебпортали чи обладнання, програми, що ускладнює весь процес автоматизації спеціалізованого управління.	Завдання: адаптувати інтелектуальні автономні пристрої та шлюзи для роботи в інтегрованих платформах агровиробника (управлінські ІС), а також підібрати сумісне обладнання, необхідне для комплексного впровадження систем точного землеробства. Наприкінці 2019 року CLAAS, 365FarmNet, CNH Industrial і John Deere розробили спеціальну систему DataConnect для прямого обміну даними між хмарними сховищами незалежно від виробника обладнання [24]. В результаті стало можливим управління змішаним технопарком, який використовує лише одну телематичну платформу.

## Продовження таблиці 1.1

4. Доступність та якість підключення до мережі інтернет	Низький трафік або взагалі відсутність інтернет на багатьох сільських територіях, особливо в полях, недостатнє покриття стільниковим зв'язком	Визнання необхідності вибору надійного провайдера та забезпечення безпечного доступу до мережі з урахуванням географічних особливостей місцевості.
5. Збір і обробка великих даних	Перехід до розумного землеробства є корисним тоді, коли користувачі можуть зібрати, перетворити і використати наявну інформацію. Неможливо контролювати та керувати кожною з тисячі точок даних і переглядати їх щодня/щотижня протягом усього вегетаційного періоду. Програми, які просто надають інформацію про неоднорідні зони або загальний стан розвитку рослин на полях, не дуже ефективні. Існує потреба в більш системних інструментах «аналізу та прогнозу».	Системний аналіз історичних даних, таких як врожайність, погода, тенденції ґрунту, вхідні ресурси тощо, разом з контролем фактичних даних у режимі реального часу має бути зроблено та накопичено в єдиній ІС. Лише таким чином вони можуть дати агрономам потужні інструменти для прийняття обґрунтованих рішень та управління ризиками, для прогнозування та уникнення втрат.
6. Кваліфікація та навчання персоналу	Впровадження новітніх технологій та інструментів для точного землеробства потребує нових знань: налаштування складного обладнання і управління ним є досить складним завданням. Фермеру бракує незалежних дорадчих/консультаційних послуг, оскільки їх бракує підтвердженим агрономічним моделям для технології змінної норми, щоб допомогти приймати рішення щодо необхідності інвестиції.	Перепідготовка агрономів-практиків та інших спеціалістів за короткими тренінгами для розвитку цифрових навичок і компетенцій, запровадження нових навчальних дисциплін та підготовка спеціалістів за змішаними програмами в університетах на вимогу часу.

Як видно (див. табл. 1.1), існує чимало об'єктивних та суб'єктивних факторів, які сповільнюють процеси переходу до методів і моделей точного землеробства. Дослідники багатьох країн приділяють цьому фактору особливу увагу і вважають, що головною перешкодою є не технології, техніка, і навіть не фінанси. Основною перешкодою всюди у світі є культура організації та готовність персоналу, обізнаність в перевагах точного землеробства, усвідомлене господарювання тощо. Дослідженнями стримуючих факторів та драйверів займалися провідні аналітичні групи в Європі та інших розвинених

країнах. На основі цих досліджень, наприклад в [25], можна знайти й інші фактори та причини, що є стримуючими для фермерів різних рівнів. На рис. 1.4 наведено результати опитування серед фермерів, яке проводилося американськими вченими з метою з'ясування видів і рівня важливості обмежень щодо впровадження систем точного землеробства протягом низки років.

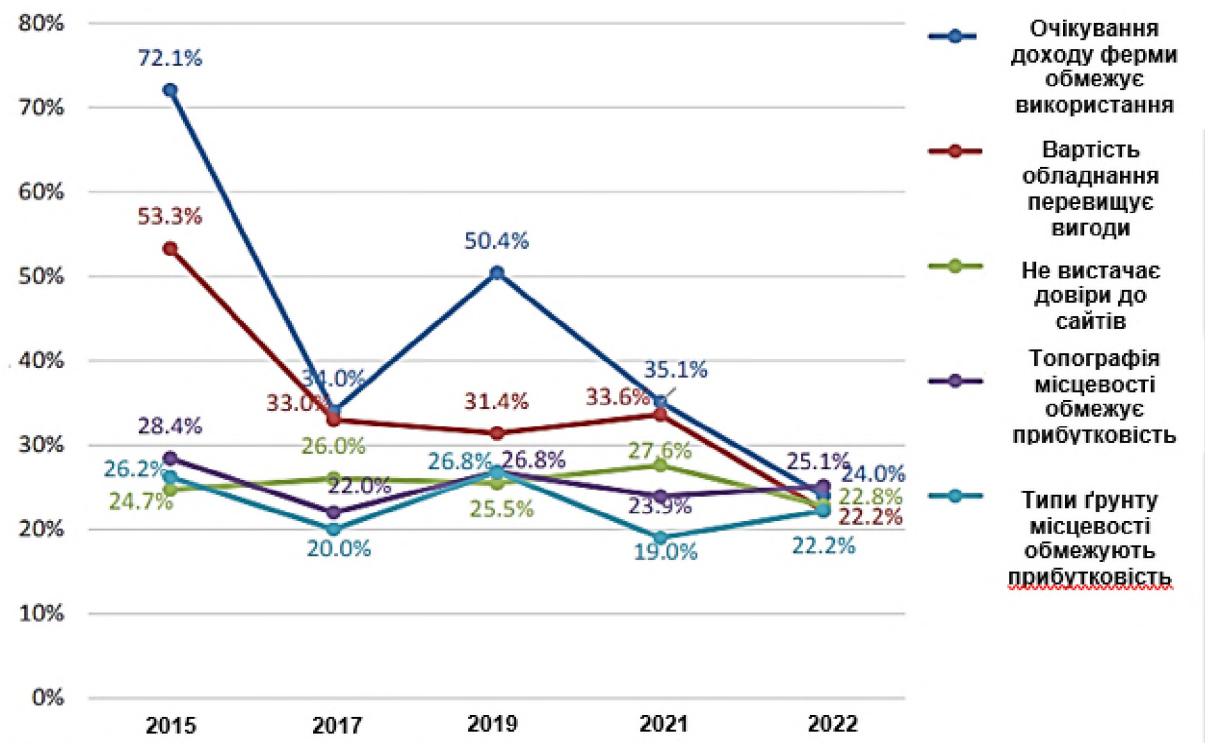


Рисунок 1.4 – Відповіді фермерів (%) про види чинників, які створюють перешкоди для прийняття точного землеробства, динаміка по рокам [25]

Як видно, (див. рис. 1.4), загальна тенденція відмов знижуються. Все більше фермерів не вбачають об'єктивних перешкод до застосування точного землеробства. Це свідчить про більшу поінформованість з роками, ретельну аналітику, конкурентоспроможність технологічно оснащених підприємств.

З певною закономірністю еволюції та прогресу на зміну вирішеним завданням та проблемам приходять нові. Досвідчені представники агробізнесу відзначають об'єктивний фактор втрати робочих місць та потреби в інших фахівцях [26], які на зміну ручній або механічній праці можуть працювати із системами точного (розумного) землеробства. Великі компанії – постачальники сучасного обладнання проводять цільове навчання керуванню тракторів та іншої

техніки з автопілотуванням, інші навчають роботі з системами навігації та зв'язку. Попит на агроінженерів з цифровими навичками зростатиме так само, як і агрономів-економістів. Адже грамотний економічний аналіз повинен доповнювати прийняття рішень та оцінювати ефективність використаного інструментарію точного землеробства. Останнє може бути вирішено на основі застосування інформаційних систем високого рівня автоматизації процесів.

Аналіз загальносвітових трендів та досвіду впровадження систем точного землеробства на підприємствах України, а також викладених вище окремих факторів, дозволяють сформулювати основну рекомендацію, яка, у випадку її реалізації, дасть можливість спростити та об'єднати процеси управління різноманітними програмними та апаратними засобами, що забезпечують ефективне управління всіма виробничими процесами в цілому та забезпечать у подальшому платформу до переходу на рівень виробництва 4.0.

Для розміщення первинних даних, їх обробки і наступного опрацювання з метою прийняття рішень, надзвичайно важливим є застосування на підприємстві єдиної програмної платформи, яка б мала можливість отримувати і опрацьовувати дані від систем із різними програмними та апаратними рішеннями. При цьому така вузькоспеціалізована платформа повинна містити опрацьовану базу даних для загального призначення, бути гнучкою, масштабованою і забезпечувати достатньо зручний доступ користувачам [27]. Мова йде про високий рівень концентрації інжинірингових потужностей всередині компанії. При цьому більшість рішень базуються на прийнятих міжнародних стандартах. В аграрному секторі це актуально та дозволяє досягти наступних технічних та системних переваг.

1. Високий рівень сумісності різнорідних програмно-апаратних засобів, які можуть бути різними в пристроях та машинах від різних виробників, що є фактом у більшості аграрних підприємств.

2. Підсилені можливості наступної інтеграції окремих різних підсистем в єдину систему керування окремим підприємством, а також зменшення витрат в межах великого об'єднання (холдингу).

Наприклад, за такою ідеологією діють передові промислові холдинги, в яких прийняті корпоративні політики щодо інтеграції АСУТП-MES-ERP, які базуються на стандартах ISA-88(IEC 61512) та ISA-95 (IEC62264). Застосування цих підходів дозволило значно оптимізувати витрати на процес інжинірингу. Використання таких стандартів має значний вплив на покращення простежуваності у виробництві, що для виробників агропродукції є особливо актуальним у контексті розширення експортної політики України в країни ЄС. Перспектива на майбутнє – побудова агропідприємств на платформах технологій Агроіндустрії 4.0.

### **Висновки до розділу 1**

Рух у напрямку впровадження технологій точного землеробства розглядається в загальній концепції технологій Агрокультури 4.0 в аграрному виробництві, визначено як невідворотний та єдино вірний шлях на світовому рівні. Перехід до Агрокультури 4.0 базується на освоєнні як технологій 3.0, так і додавання штучного інтелекту, роботизованих систем, блокчейну, інтернету речей та інших складових фреймворку Індустрії 4.0.

Термін «точне землеробство» означає управління, відстеження або покращення ресурсів рослинництва чи тваринництва, включаючи насіння, корми, добрива, хімікати, воду та час, на підвищеному рівні точності для підвищення ефективності та якості товару та врожайності, одночасно позитивно впливаючи на навколишнє середовище. Точне землеробство дозволяє фермерам доставляти саме те, що потрібно рослинам, саме тоді і куди це потрібно та в точній кількості.

Базові технології точного землеробства – це сукупність методів і засобів, які дозволяють оптимізувати виробничий процес на сільськогосподарських угіддях з урахуванням просторової та часової змінності ґрунтових і кліматичних факторів. До них відносяться геоінформаційні системи, дистанційне зондування, навігаційні системи GPS, GNSS, автоматизоване керування машинами та

обладнанням. Метою базових технологій є підвищення продуктивності, ефективності та екологічності сільськогосподарського виробництва.

Обмежуючі фактори переходу до точного землеробства – це ті, що ускладнюють або затримують впровадження цієї інноваційної технології в аграрному секторі. До них можна віднести: високу вартість обладнання та програмного забезпечення, недостатню кваліфікацію персоналу, низьку рентабельність деяких культур, нерозвинену інфраструктуру та законодавство, а також соціальні та культурні бар'єри. Для подолання цих факторів необхідно розробляти ефективні механізми стимулювання, підвищувати рівень освіти та інформованості аграріїв, забезпечувати доступ до кредитування та дотацій, а також сприяти формуванню позитивного ставлення до точного землеробства як до екологічно та економічно вигідної системи.

Кількість видів операцій, яких потребує сучасне аграрне підприємство у розрізі виконання виробничих і управлінських функцій може буди надзвичайно великою. Потік даних потребує централізованого оновлення і вчасної доставки. Збільшення потоків великих обсягів даних в аграрному секторі стає можливим інтегровано та ефективно опрацювати лише на платформах спеціалізованих інформаційних управляючих систем

Подальшими завданнями в роботі є обґрунтування оптимальних функціональних складових і структури інформаційної управляючої системи, на платформі якої можливо проводити обробку всіх даних, які збираються в ході виконання виробничих операцій в аграрному виробництві. За основу обрана предметна область галузі рослинництва.

## РОЗДІЛ 2

# ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК АГРОПЛАТФОРМИ ОБРОБКИ І АНАЛІТИКИ ДАНИХ В ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

### **2.1 Аналіз архітектури та функцій управління інформаційних систем для роботи з даними аграрних підприємств**

На підставі узагальнення можливостей та спрямованості технологій точного землеробства, проведеного в теоретико-дослідницькому розділі кваліфікаційної роботи, продовження дослідження базується на розумінні головної мети точного землеробства як управління продуктивністю вирощуваних культур із урахуванням варіативності поля та використанням точних даних. Завданням такого управління є отримання максимального прибутку завдяки оптимізації виробництва, економії господарських та природних ресурсів, забезпечення сталого розвитку територій.

Загалом, система точного землеробства розглядається в трьох площинах: збір даних, аналіз та обробка зібраної інформації, розрахунок і використання агротехнічних прийомів на основі попереднього аналізу.

На початку формування концепції точного землеробства в кожному конкретному агропідприємстві спочатку йдеться про технології та пристрої збору даних, їхню взаємодію, ефективність, добір комплексу згідно індивідуальних завдань та умов. Обробка і аналітика інформації – сучасний підхід, який виник у зв'язку з появою все новіших технологій та великої кількості даних. Питання про необхідність стандартизації та гармонізації обміну даними в рамках ведення точного землеробства неодноразово піднімалося в європейських документах [25], і пов'язується з використанням інформації для полегшення адміністративних та контрольних процедур через інформаційні системи. Наприклад, використання певних довідкових даних дозволить мати у спільному користуванні:

- супровідні документи звітності агропідприємств і фермерів;

- доступність для фермерів геоданих із сільськогосподарських ділянок для використання у власних застосунках;
- інтеграція даних із супровідними розпорядчими документами, формування звітів;
- ідентифікація ділянок ( в Україні – система кадастрових номерів);
- запис і геолокація діяльності, що виконується (цифрова книга – дата і час / кількість внесених добрив, пестицидів і т. ін.) як об’єктивні докази дотримання норм ведення господарства.

Сучасні інформаційні системи, або більш узагальнений термін агроплатформи, для агровиробників стали тим інструментом, який зберігає, обробляє, моделює, інтерпретує зібрані дані, перетворюючи на актуальну інформацію для прийняття рішень [28]. Як правило, системи побудовані за правилом All-in-One (все в одному) з модульним розділенням, яке автоматично об’єднує дані з різних джерел для подальшого аналізу, обробки і прийняття управлінських рішень на основі ризик-менеджменту. Важливим елементом є взаємозв’язок між усіма учасниками процесу виробництва і ефективна комунікація. Стан науково-практичних розробок та технічний рівень ІТ визначили можливості автоматизації виконання функцій комплексного управління у різних видах фахової діяльності (рис. 2.1).

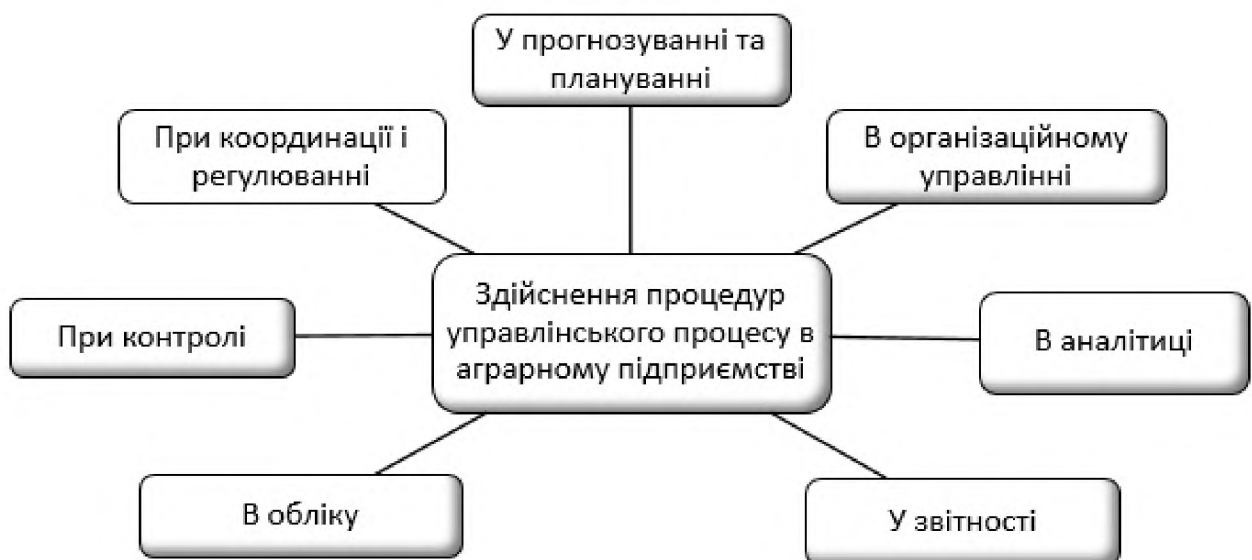


Рисунок 2.1 – Области автоматизованого управління засобами ІС

Експлуатаційні можливості сучасного комплексу технічних засобів, що використовується в ІС збирання і обробки інформації, дозволяють автоматизувати виконання багатьох процедур у цих функціях [29]. Зміст процедур автоматизації в представлених видах діяльності (див. рис. 2.1):

- в організаційному управлінні – моделювання організаційних структур управління та імітація процесів виробництва при різних заданих критеріях і параметрах з метою вибору оптимальних;

- при координації і регулюванні – передавання команд на робочі місця нижнього рівня управління відповідно до планів, технологічних процесів чи інструкції, складених на ті чи інші види робіт або операції;

- у контролі – спостереження за станом і параметрами керованого об'єкта, а також за своєчасним і повним виконанням керівних команд;

- в аналітиці даних – зіставлення нормативних, планових і фактичних показників, які описують різні операції або процеси виробничо-господарської та іншої діяльності, виявлення відхилень (у кількісних, відносних та ін. величинах) від заданих параметрів із зазначенням причин, норм відхилень та виявлення факторів, що впливають на ці відхилення;

- в обліку – одноразове збирання (у ритмі виробництва) і системна обробка всієї фактичної (разом з довідковою, плановою, нормативною та іншою) інформації про наявність та рух ресурсів, а також про процеси та явища, що відбуваються у виробничо-господарській та іншій діяльності підприємства;

- у веденні звітності – автоматичне формування (на основі первинних даних) зведених показників, що відображаються у типових формах установленої бухгалтерської, статистичної та іншої звітності за допомогою спеціальних перевідних масивів - довідників, а також одночасне створення машинних носіїв із відповідними зведеними показниками звітності для передавання (інколи це робиться по каналах зв'язку) їх до зовнішніх та інших установ.

Принципи планування класичної автоматизованої системи управління, які в значній мірі відповідають проектуванню ІС, одним із перших сформулював іще в 70-х роках минулого століття В. М. Глушков. Основні з цих принципів їх з

урахуванням визначення ІС і сучасного рівня ІТ: принцип системного підходу до проектування; принцип декомпозиції; принцип моделювання; принцип додавання нових задач [30].

На основі урахування всього комплексу задач здійснення управління виробничими і супровідними процесами в діяльності підприємства, можна визначити, що сучасній інформаційній системі необхідна будова у вигляді програмних модулів, які органічно пов'язані між собою, і в той же час здатні працювати в автономному режимі. Така багатокomпонентна система забезпечує дотримання основного принципу побудови АІС – відсутності дублювання вводу вихідних даних [31]. У той же час, інформація, що була отримана у результаті вводу чи обробки одним із модулів інформаційної системи, може бути використана будь-яким іншим її компонентом. При цьому така вузькоспеціалізована платформа повинна містити опрацьовану базу даних для загального призначення, бути гнучкою, масштабованою і забезпечувати достатньо зручний доступ користувачам.

На підставі поглибленого аналізу вже існуючих найбільш популярних як зарубіжних, так і вітчизняних цифрових платформ (Field View, Soft.Farm, Cropio) можна стверджувати, що найбільше оптимальними, економічними та географічно доступними (без прив'язки до робочого місця) є системи, що базуються на хмарових сервісах. Перевагою використання «хмарних обчислень» є можливість управляти витратами на програмне та технічне забезпечення й ефективно його використання, наприклад для послуги Software as a Service (SaaS) – «програмне забезпечення як сервіс» [32]. Успішні хмарні рішення слід застосовувати як зміну або розширення традиційних програмних рішень для технічної та фундаментальної реорганізації бізнес-моделі. За їх допомогою можна зберегти надвеликі обсяги даних, доступ до яких здійснюється з мобільних та персональних комп'ютерів.

Загальна архітектура ІС, заснованих на хмарних обчисленнях є еволюційним напрямком більш відомої клієнт-серверної архітектури. Відомо, що хмарні обчислення – це програмно-апаратне забезпечення сервісами, яке дає

змогу клієнтам користуватись ресурсами за допомогою web-інтерфейсу чи віддаленого доступу. При цьому терміналом стає підключена до мережі робоча станція користувача, а сервери – обчислювальною хмарою. Є три сценарії консолідації: p2p (peer-to-peer) – фізичні сервери на інші фізичні сервери; p2v (physical-to-virtual) – фізичні сервери перетворюються на віртуальні; p2e (physical-to- exadata) – фізичні сервери баз даних консоліднуються на машини баз даних Exadata. Структура найпростішої p2p архітектури схематично може бути представлена на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Комплексна схема архітектури p2p хмарної системи [29]

В якості прикладу модульної інформаційної системи як варіанту рішення для тестового аграрного підприємства було обрано вітчизняну систему Soft.Farm, розроблену компанією ТОВ «Кварт Софт». Система є веборієнтованою, заснована на хмарних технологіях, призначена для організації

та управління сільськогосподарськими роботами, базові модулі доступні у вільному доступі. Систему розроблена у відповідності до потреб вітчизняного агросектору сільськогосподарських виробників, (словники базуються на основних компонентах аграрного виробництва, таких як ґрунти, пестициди, види шкідників, засобів захисту рослин, марок техніки тощо; формування звітних електронних документів здійснюється відповідно до переліку та вимог чинного законодавства). Основна схема організації IS Soft.Farm, що розташована на платформі Amazon, представлена на рис. 2.3.

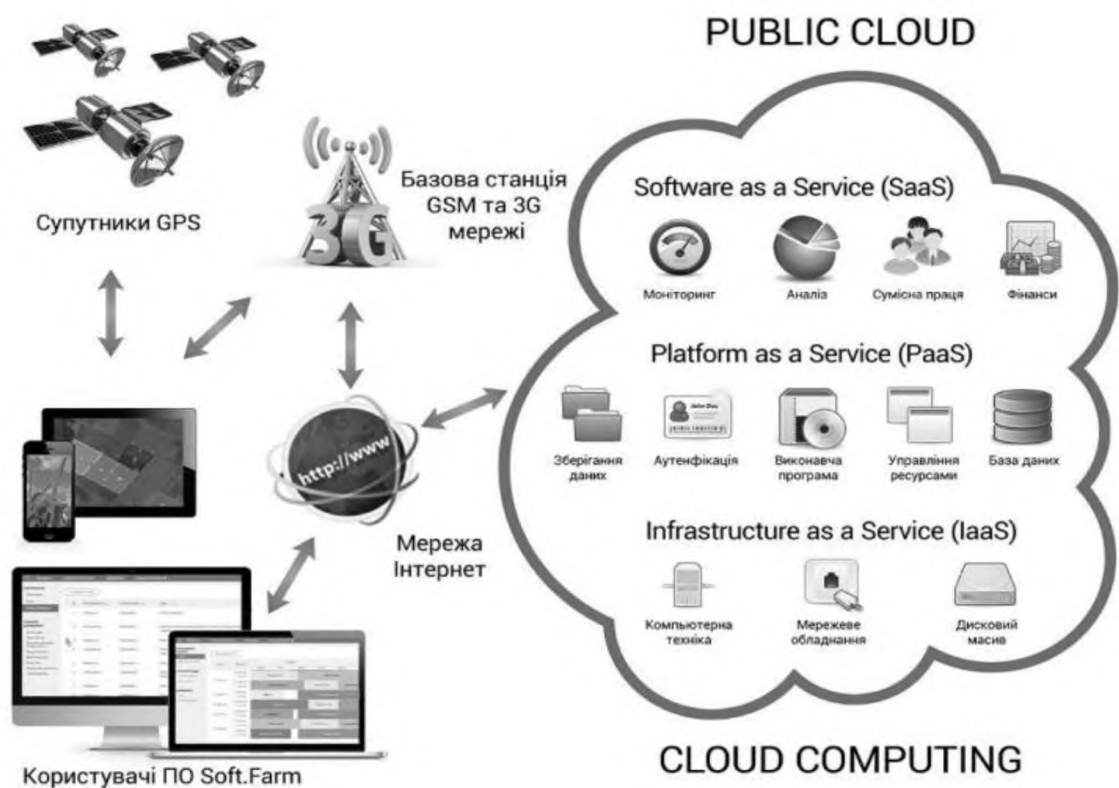


Рисунок 2.3 – Схема побудови IC Soft.Farm та хмарних сервісів на платформі Amazon (розроблено на основі [10])

Система надає користувачам в онлайн доступі такі сервіси: SaaS (моніторинг полів, аналіз даних, можливості сумісної роботи з даними, фінансовий аналіз); PaaS (зберігання даних, аутентифікація, управління ресурсами, бази даних, доступ до виконавчої програми); IaaS із відповідними наборами функціоналів. Для зручності користування в базу даних системи уже

внесено у вигляді структурованих словників безліч цінної інформації про всі види ґрунтів, марки добрив і засобів захисту рослин (ЗЗР), сільськогосподарських та енергомашин. Всі словники передбачають можливість доповнення новими даними, актуальними для конкретного підприємства.

Архітектура сучасних ІС, заснованих на хмарних обчисленнях, є модернізованим варіантом більш відомої клієнт-серверної архітектури. Відомо, що хмарні обчислення – це програмно-апаратне забезпечення сервісами, яке дає змогу клієнтам користуватись ресурсами за допомогою веб-інтерфейсу чи віддаленого доступу. При цьому терміналом стає підключена до мережі робоча станція користувача, а сервери – обчислювальною хмарою [32]. Як відомо, основу клієнт-серверної архітектури складають два компоненти: клієнт і сервер.

Клієнт – комп'ютер на боці користувача, з якого відправляється до сервера запит задля отримання інформації або виконання певних дій. Більш потужний комп'ютер або прирівняне до нього обладнання, – сервер, призначений для виконання сервісних функцій за клієнтськими запитами, надання користувачам доступу до певних ресурсів, а також зберігання баз даних і управляючих програм. Тобто, в такій моделі відбувається постійний обмін за схемою: запит – обробка запиту – відповідь. Якщо приходять одночасно кілька запитів, то вони шикуються в чергу й виконуються сервером послідовно. Запити, для яких встановлено вищі пріоритети, виконуються раніше.

В концепціях побудови клієнт-серверної архітектури розробники вирізняють декілька можливих варіантів моделей.

1. Модель слабкий (або «тонкий») клієнт – потужний сервер передбачає, що вся обробка інформації перенесена на сервер, а права доступу клієнта обмежені, і він отримує цілком завершену відповідь. Клієнт складає/приймає запит, приймає результат і виводить на екран.

2. Модель сильний клієнт – сервер передбачає обробку більшої частини інформації на клієнтській частині. Сервер виступає сховищем даних.

Інформаційна система (додаток), заснована на клієнт-серверній архітектурі, включає три основних компоненти: прикладний компонент (ПЗ),

структурована база даних і спосіб її представлення, управління ресурсами і їх зберігання. Дворівнева і трирівнева клієнт-серверні архітектури розподіляють роботу з цими компонентами та між своїми рівнями по-різному. Дворівнева архітектура, при якій сервер отримує і обробляє запит без сторонніх ресурсів, як перша і класична, описана вище. Основним недоліком є обмеженість обробки великої кількості запитів в один момент.

Кількість видів операцій, яких потребує сучасне аграрне підприємство у розрізі виконання виробничих і управлінських функцій може бути надзвичайно великою. Потік даних потребує централізованого оновлення і вчасної доставки. Триврівнева клієнт-серверна архітектура, схема будови якої наведена на рис. 2.4 [32], дозволяє розподілити операції між кількома серверами і таким чином знизити навантаження на сервер, прискорити результат.

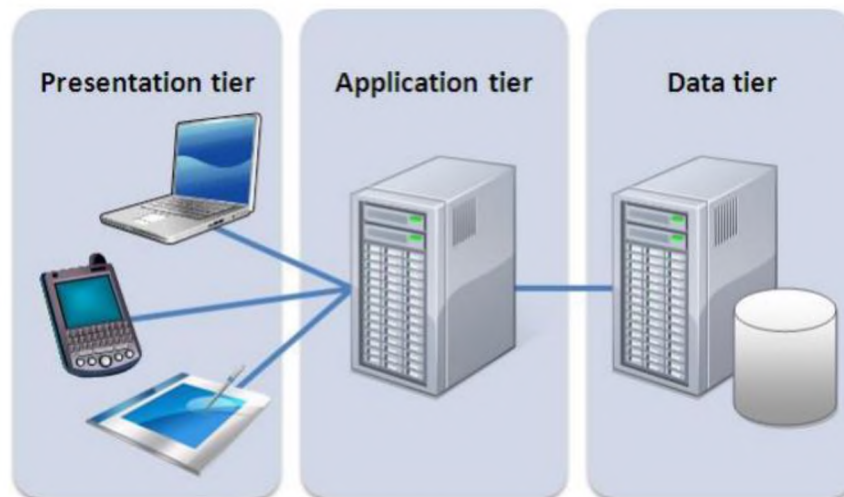


Рисунок 2.4 – Концептуальна схема 3-рівневої клієнт-серверної архітектури [32]

У тривірневій архітектурі (див. рис. 2.4) розподіл функцій між серверами відбувається таким чином:

- прикладний компонент розміщується на сервері додатків (Application tier);
- керування ресурсами покладено на сервер бази даних, який надає інформацію (Data tier).

При цьому логіка процесу, доступ до даних, зберігання даних та користувальницький інтерфейс розробляються та підтримуються як незалежні

модулі на окремих платформах. Трирівневу архітектуру можна розширити до багаторівневої (N-tier, Multi-tier) способом встановлення додаткових серверів. Багаторівнева архітектура дозволяє підвищити ефективність роботи ІС, а також оптимізувати розподіл її програмно-апаратних ресурсів.

## **2.2 Склад і характеристики функціональних модулів комплексної інформаційної системи для управління точним землеробством**

Ефективне ведення сучасного аграрного виробництва можливе на основі застосування комплексу інформаційних систем і технологій, автоматизації всіх етапів збору та обробки даних, підтримки прийняття рішень.

Є чимало робіт, присвячених організації єдиного інформаційного середовища ведення облікових даних в агропідприємствах, наприклад [33]. Але часто науковці обмежуються обліковими системами і програмами електронної звітності. Для агропідприємств, які стали на шлях впровадження точного землеробства, поступового переходу на рівень Агрокультури 4.0 пріоритетним питанням є організація управління всіма виробничими процесами в середовищі спеціалізованої ІС та можливість поєднання на інтегрованій платформі потоків даних і формування більшості видів звітності.

Зазвичай модель управління всіма процесами точного землеробства має відтворення у вигляді взаємопов'язаних програмних модулів у складі інтегрованих систем управління [10, 28]. До складу типових модулів відносять, перш з все, модулі обробки «земельних» даних:

1. Управління земельним банком і картографією полів. Відповідає за створення повного банку земельних ресурсів, нанесення на електронну мапу полів на основі супутникових знімків (будь-які вимірювання залежно від технологій точного землеробства); аудит земельних ділянок за допомогою ПККУ (облік договорів оренди земельних ділянок, контроль термінів дії договорів, візуальну аналітику розташування паїв на полі).

2. Агротехнологія. Розробка та автоматичне зберігання технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур в одному місці, швидкий розрахунок потреб у паливно-мастильних матеріалах (ПММ), добривах, ЗЗР, насінні та заробітній платні; аналіз собівартості розроблених агрооперацій по сільськогосподарській культурі, полю або групі полів; автоматичний перерахунок норми внесення добрив, висіву, внесення ЗЗР з урахуванням характеристик кожного поля і формування карти завдань.

3. GPS моніторинг техніки: моніторинг руху технічних засобів та точне позиціонування. Планування та контроль виконання польових робіт з опором на дані технологічних карт: створює графічне відображення плану польових робіт у вигляді діаграми Ганта. Візуалізація допомагає визначити вузькі місця, коли агрооперація виконується однотипними моделями сільгосптехніки, змінити початок виконання та ефективно розподілити роботи між механізаторами. На відміну від стандартного набору функцій GPS моніторингу, додатково дає можливість:

- автоматичного розрахунку оброблених гектарів, враховуючи перекриття та перетин, при роботі на полі кількох одиниць техніки;
- розподілу пального на переїзди та роботи;
- оперативного отримання інформації по виконаних роботах та витратах пального в розрізі агрооперацій, полів, техніки, механізаторів.

Якщо підприємство використовує системи GPS моніторингу Wialon, Wialon Hosting, Wialon Pro, SKT Globus, DozoR або Контроль Плюс, то система швидко інтегрується і надає можливість користуватись новими можливостями GPS моніторингу та контролю пального [34].

Фрагмент знімку екрану інтерфейсу IC Soft.Farm при роботі модуля GPS-моніторингу в розділі «Робота техніки» на прикладі реального підприємства представлено на рис. 2.5, де показана карта пропусків при внесенні насінневого матеріалу із позначками по діям одиниць транспорту та зведеними даними по ділянці. Прапорці є спеціальними мітками для контролю за якістю внесення насіння і технологічними діями транспортних засобів по усуненню виявлених

недоліків. Режим дії транспорту: зупинка – усунення недоліків (внесення насіння там, де пропущене) – продовження роботи. Легенда рисунку по кольорам: від норми 100 % (зелені зони) до синьої й червоної зони, в яких недостатньо внесені посівні матеріали.

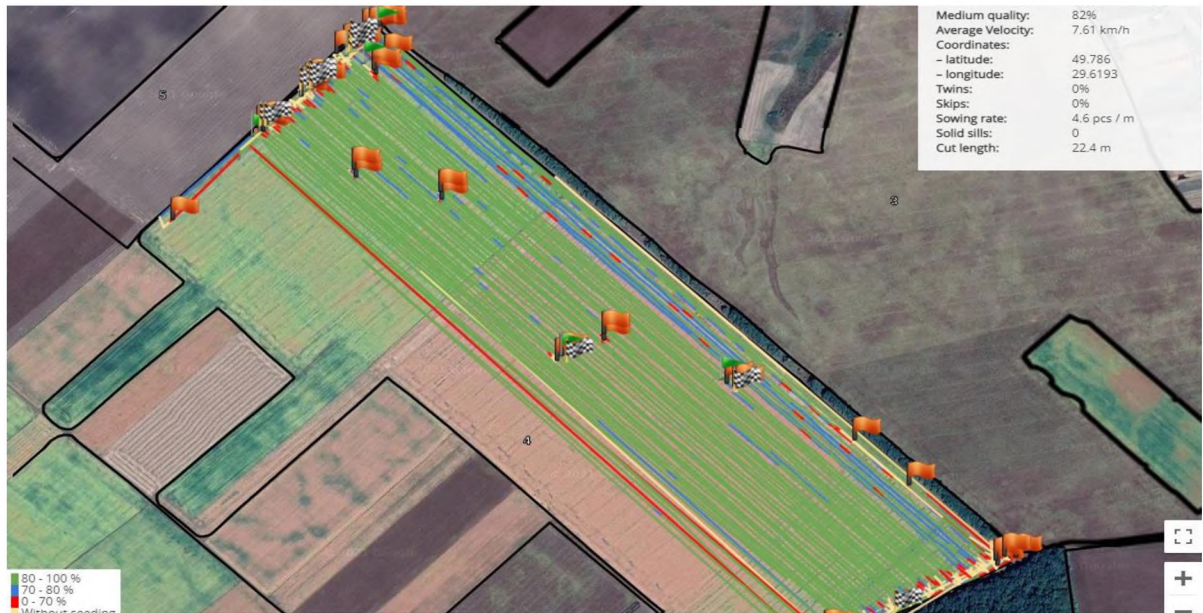


Рисунок 2.5 – Контроль за якістю і процесом виконання польових робіт із відстеженням зайнятості одиниць техніки в режимі реального часу

4. Моніторинг полів. Основні дані для цього модуля входять через визначення агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту; проведення хімічного аналізу ґрунту всього земельного банку через індекси NDVI (Normalized difference vegetation index) за декілька років, визначення проблемних ділянок поля. Результати хімічного аналізу або вимірювання ущільнення ґрунту (за допомогою пенетрометра) можна завантажити у модуль системи, який побудує карту розподілення показників по полю за пробами ґрунту. Це дозволяє визначати властивості ґрунту у будь-якій точці поля, зберігання та пошук інформації по вмісту поживних речовин (N, P, K та інших), механічному складу або зволоженості, мати доступ до збережених даних.

5. Супутникові знімки відображають розподілення вегетаційної маси по полю, що дозволяє визначити ділянки з низькою вегетацією та розробити агротехнічні заходи для їх усунення.

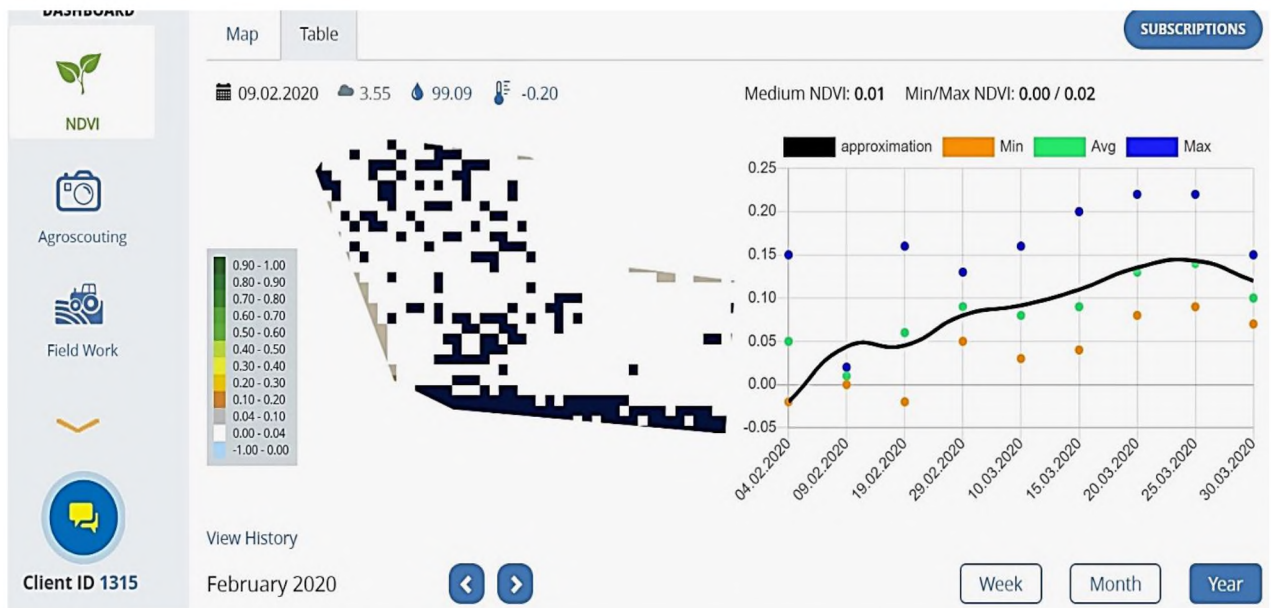


Рисунок 2.6 – Зображення аналізу індексів NDVI на графіку за період часу на прикладі аграрного підприємства

Аналіз індексу NDVI по роках допомагає визначити продуктивні та непродуктивні поля, оптимально сформувати сівозміну.

6. Модуль «Диференційне внесення» здійснює накопичування даних супутникового моніторингу посівів та властивостей ґрунтів за декілька років, а потім допомагає агроному визначити проблемні ділянки для розробки карти завдань по внесенню зі змінною нормою. Алгоритм системи пропонує розраховувати карти диференційного внесення та кількості необхідного розчину, враховуючи характеристики кожного поля, що забезпечить ефективне використання мінеральних добрив і ЗЗР й зменшить витрати по господарству.

Далі важливо звернути увагу на технологічні інструменти, які не завжди представлені в інших системах для агропідприємств, оскільки виробники мають справу із використання міжнародної бази супутникових знімків.

7. Модуль «Агроскаутінг» – мобільний додаток системи за допомогою якого можливо відстежувати виконання завдань та проводити аналіз якості їх виконання, при проведенні планового обстеження поля і складанні звіту. Агроном у полі оглядає посіви та при виявленні проблемних ділянок, шкідників, хвороб, бур'янів робить світлину. При цьому мобільний пристрій фіксує GPS

координати світлини та додає інформацію до звіту: виявлені шкідники, хвороби, бур'яни; фазу розвитку рослини; визначає групу ризику; описує стан посівів.

8. Модуль «Картограми» системи дозволяє здійснювати оцінку ґрунтів через аналіз індексу NDVI за декілька років, визначаючи проблемні ділянки поля, а потім їх досліджувати. Передбачено завантаження результатів хімічного аналізу або вимірювання ущільнення ґрунту (за допомогою пенетрометра) у модуль, і в результаті буде створено карту розподілення показників кожної проби ґрунту по полю. Модуль забезпечує зберігання інформації по вмісту поживних речовин, механічному складу або зволоженості ґрунтів, дозволяє накладати шари властивостей ґрунту на шари карт висіву або врожайності.

На рис. 2.7 показано принцип використання даних хімічного аналізу ґрунту поля по концентрації мінеральних речовин для росту культури. На основі замірів хімічного аналізу ґрунту поля створюється карта. Справа – технічне завдання для технологічного приладу (енергомашина + навісне обладнання) для внесення відповідних добрив.

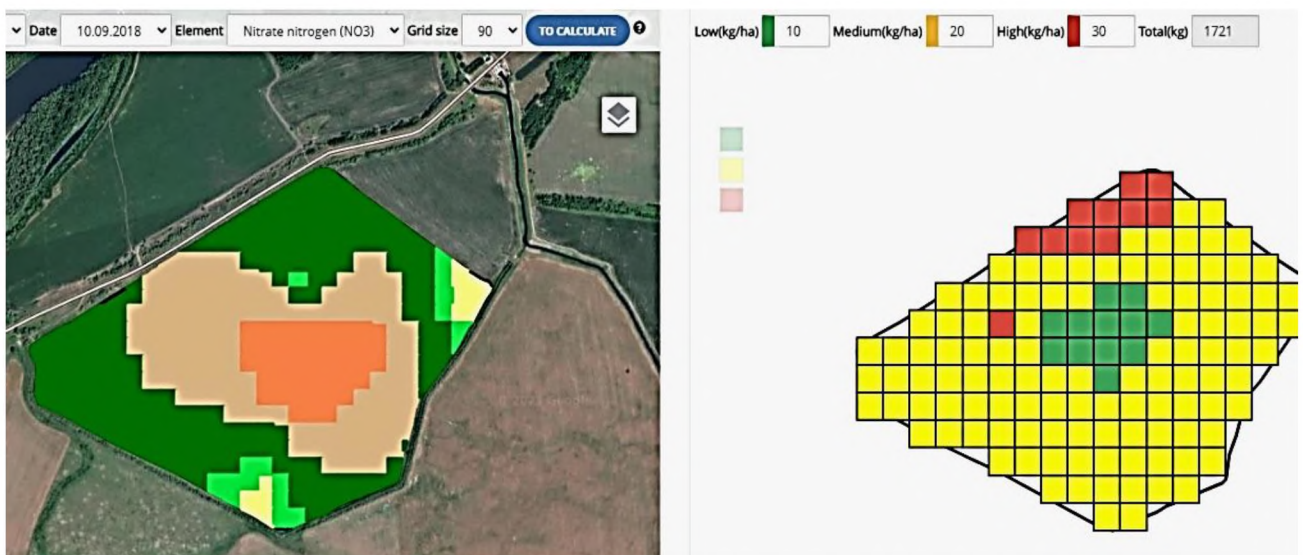


Рисунок 2.7 – Результати хімічного аналізу поля (зліва) по концентрації поживних речовин та технічне завдання по диференційованому внесенню добрив (справа) в IC Soft.Farm [35]

Кольорами (див. рис. 2.7) позначені рівні насиченості ґрунту: від найменшого рівня (10 кг/га, зелений колір) до найвищого рівня (30 кг/га,

червоний). Технічне завдання завантажується в комп'ютер машини для диференційованого внесення добрив, мінеральних речовин для вирівнювання загального насичення ділянки. Ефективність використання диференційованого внесення добрив порівняно із внесенням по нормам складає в середньому 15 %.

9. Модуль «Метеоспостереження» забезпечує доступ до супутникових даних та може об'єднувати інформацію з метеостанцій різних виробників в одному інтерфейсі. Передбачено збір даних за допомогою ґрунтових датчиків вологості та температури, які встановлюються по полю на глибину від 50 см до 1 м і протягом 20 років передають інформацію на сервер. Модуль надає достатньо інформації, щоб виконувати польові роботи за сприятливих умов та не нести зайвих витрат.

10. Модуль «Контроль витрат ON-LINE» забезпечує збір, обробку та аналіз інформації із різних джерел про хід виконання робіт по кожній із технологічних операцій, тобто актуальний план-факт аналіз.

Наявність вищеписаних модулів дозволяє не лише проводити «спостереження» явищ на ділянка полів, як основного місця проведення всіх агрономічних робіт. Важливим завданням є налаштування обміну даними з різними пристроями, форматами та програмним забезпеченням. На сьогодні ІТ в агросекторі не випадково називають «блакитним океаном» для розвитку технологій різного спрямування. Впровадження інновацій забезпечує точність вимірювань, швидкість збору даних та їх опрацювання. Наприклад, за допомогою безпілотних апаратів «...збираються масиви фотоданих, а за допомогою Big Data проводиться оцінка біомаси та параметрів росту посівів, місця скупчення та відсоток бур'янів. Ці дані дають змогу проводити диференційоване збагачення добривами різних марок, що в фіналі дає економію, з однієї сторони, та біль чистий продукт – з іншої» [36]. На наступних етапах впровадження ІС виконує роль інтеграційного центру аналізу, обробки інформації та прийняття рішень.

Окрім ІТ для фермерства, агробізнес потребує автоматизації найрізноманітніших складових своєї діяльності. Це – бюджетування, контроль

доходів і витрат, управління персоналом, проектами, продажами, договорами та документацією та багато іншого. Для цього агрокомпанії можуть впроваджувати системи CRM (управління взаєминами з клієнтами) та BPM (управління бізнес-процесами), яка покриває більшість завдань і може об'єднати, «оркеструвати» інше наявне програмне забезпечення [36]. На основі BPM-системи також є галузеві рішення для управління земельним фондом, прогнозування врожайності на основі статистичних даних, планування робіт, посіву та збору врожаю.

Узагальнені дані щодо активності використання фермерами Канади систем точного землеробства та ІС навела незалежна агенція Дейл Стіл [37]. Серед опитуваних були представники різних ферм, загалом 206 представників з управлінців. Проілюструємо кілька відповідей респондентів на окремі питання. Перше: «Чи використовує ваша ферма інструменти та/або послуги точного землеробства?» (рис. 2.8).

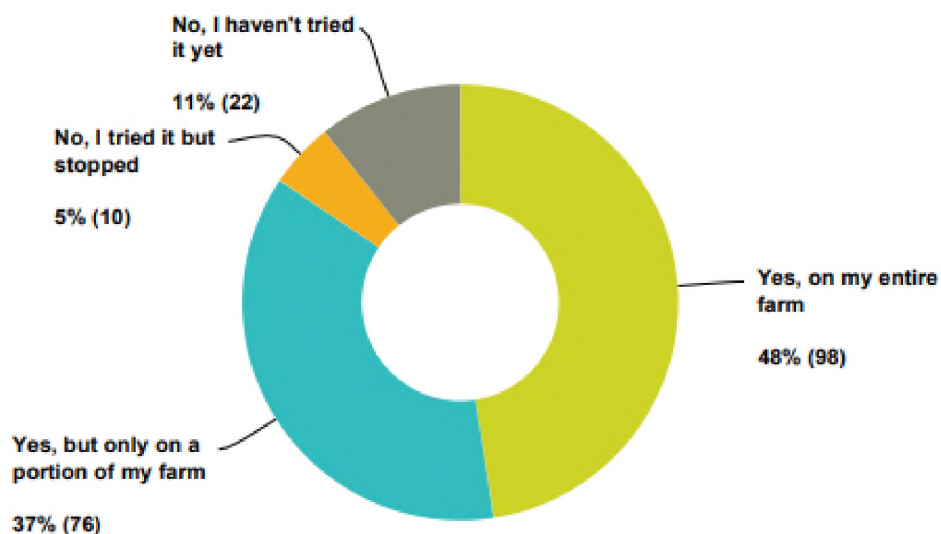


Рисунок 2.8 – Розподіл відповідей респондентів про використання систем точного землеробства [37]: 98 (48%) – так, впроваджено; 76 (37%) – так, але частково; 10 (5%) – були спроби, але ні; 22 (11 %) – ні, не використовую

Другим було питання: «Ви використовуєте програмне забезпечення для керування фермою на своєму комп'ютері?» Розподіл показано на рис. 2.9.

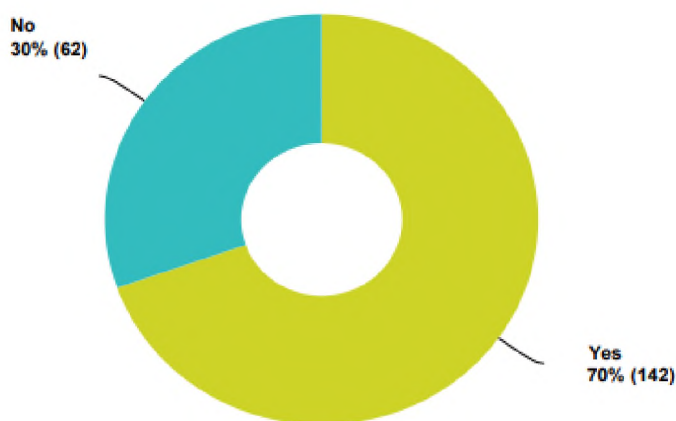


Рисунок 2.9 – Розподіл відповідей на питання про використання спеціального ПЗ [37]: 142 (70%) – так; 62 (30%) – ні

На рис. 2.10 показано діаграму розподілу відповідей стосовно пристроїв, які використовуються для управління фермерським бізнесом:

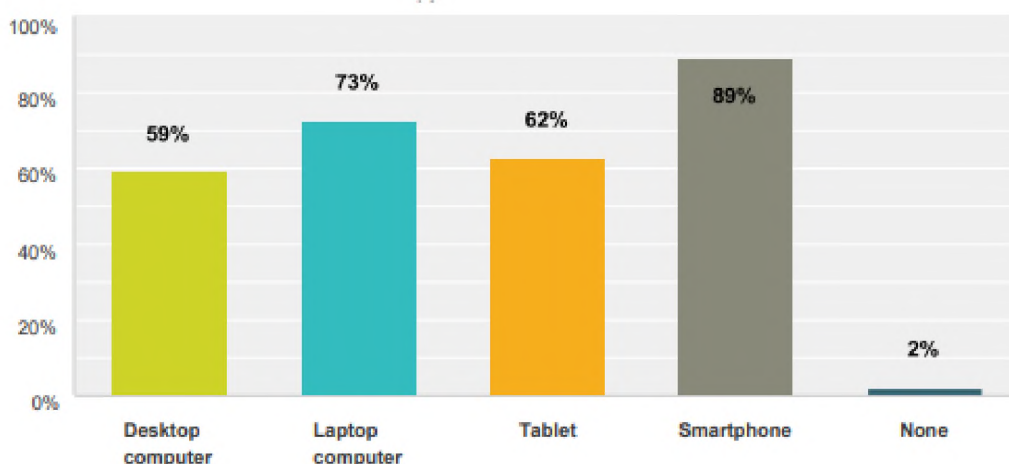


Рисунок 2.10 – Види пристроїв, які використовують фермери [37]

Всього було задано 42 питання, більша частина з яких стосувалася використання спеціальних інформаційних систем. Загальним висновком у звіті відмічено, що проблемою, яка виникає в поширенні точного землеробства, є відсутність розробників, орієнтованих на сільське господарство для створення програмного забезпечення, платформ та додатків, які зменшують складність даних, щоб забезпечити ефективність інформації для задоволення потреб зацікавлених сторін. Далі буде розглянуто стан вітчизняного ринку інформаційних систем для агровиробників для вирішення аналогічних проблем.

### **2.3 Порівняльний аналіз інформаційних систем управління виробничими процесами галузі рослинництва на основі комплексних ІТ-платформ**

Ідея створювати платформи вже не нова: такі гіганти ІТ індустрії, як компанії Microsoft, Intel, IBM та ін. вчасно зрозуміли стратегічні переваги для платформ у власному розвитку [38]. Сучасні розробники інформаційних систем також намагаються слідувати цим стратегіям і розробляють різноманітні промислові рішення на основі єдиних платформ. Такими компаніями, що мають комплексні рішення для агровиробників, на сьогодні в Україні є, наприклад, ІТ-Enterprise [39] з платформою MASTER, ТОВ Кварт Софт і платформа Soft.Farm, ТОВ «СофтПро» і ПК «Універсал».

На аграрному ринку України широко представлені і конкурують в сегменті програмного забезпечення міжнародні компанії. Провідні виробники насіння, засобів захисту рослин (ЗЗР), мінеральних добрив, сільськогосподарського обладнання намагаються об'єднати стандарти різних пристроїв та засобів на принципах сумісності на власних платформах, як наприклад, компанія Bayer. Потенційним клієнтам пропонують пакет послуг разом із інформаційною системою Field View. Однак, дана система має лише англomовний інтерфейс, не містить вбудованих словників даних, пов'язаних із аграрним виробництвом взагалі (наприклад, всіх сортів добрив, всіх видів ЗЗР та ін.), а отже не має очікуваної ефективності для агропідприємств.

Розглянемо на основі функціоналу характеристики декількох популярних інформаційних систем різних розробників, які мають подібність підходу до аналізу даних, набору модулів. Першим проведемо аналіз модуля MASTER: Агрономія, що включений до інформаційної платформи MASTER (табл. 2.1) і є технічним брендом компанії ІТ-Enterprise. Платформа MASTER спеціалізується на рішеннях для управління бізнес-процесами всіх видів підприємств, але має спеціалізований модуль Агрономія (додаток В), що робить його більш універсальним [40].

В якості порівняльних характеристик обрано такі, що показують рівень адаптованості системи саме до облікових операцій та збору і обробки даних, оперативного реагування на проблемні ситуації у ході здійснення виробничої діяльності в галузі рослинництва.

Таблиця 2.1 – Базові характеристики ІС MASTER:Агрономія (за [40])

Назва характеристики	Короткий опис характеристики, дані, пояснення
Призначення ІС	Функціонал призначений для систематизації робіт агронома, можливості збору фактичних затрат на польові роботи і вирощування культур. Є окремим модулем в ІС класу ERP
Країна-виробник	Україна, компанія IT-Enterprise
Функціональні можливості	- ведення обліку робіт, виконаних у розрізі культур; - ведення обліку фітосанітарних спостережень; - ведення обліку фенологічних спостережень; - ведення обліку метеорологічних спостережень.
склад додатка MASTER: АГРОНОМІЯ	ДОКУМЕНТИ: Виконані роботи - призначений для фіксації факту виконаних робіт на полі та фіксації затрат в розрізі полів та культур; Фітосанітарні спостереження - призначений для фіксації наявності шкідників, хвороби та бур'янів на полі в культурі; Фенологічні спостереження - призначений для фіксації якості росту культури в певну фенофазу за допомогою характеристик росту культури; Метеорологічні спостереження - призначений для фіксації метеорологічних характеристик середовища в певний період; План спостережень - призначений для фіксації плану спостережень за культурою в розрізі агрономів та фенофаз; План робіт агронома. ДОВІДНИКИ: Хвороби рослин, Характеристики якості культури, Шкідники рослин, Бур'яни, Фенофаза, Типи спостережень, Типи ґрунтів і показники якості. ЗВІТИ: Структура посівних площ, Польовий журнал агронома, Оперативний звіт про виконані роботи, План-факт витрат матеріалів, Журнал внесення добрив, Вирощування спостереження, Врожайність-збирання, План-фактний аналіз робіт агронома.
Можливість поєднання з іншими програмними продуктами	MASTER: Агро – модуль комп'ютерної платформи, яка має конфігурації: Агрономія, Комплексний облік для бюджетних установ; Документообіг, Тік, Бюджетування, Облік автотранспорту, Громадське харчування та інші, дозволяє поєднувати управління різними виробничими процесами на єдиній платформі
Наявність демо-версії	На умовах договорів про співпрацю і навчання
Тип встановлення на ПК	З 2020 року програмні продукти MASTER постачаються виключно у форматі веб-клієнт RMD. Є хмарне рішення
Технічні вимоги	Необхідні сервер та відповідне програмне забезпечення. Веб-клієнт RMD – підтримує будь-яку операційну систему: Windows, Linux, iOS, Android тощо

Для порівняння розглянемо міжнародну систему Cropio від Syngenta Group, яка призначена безпосередньо для управління агропідприємствами і має

значну кількість користувачів в Україні. У 2021 р. відбулася трансформація Storіo в більш масштабний проєкт Storwise як результат реновації і розвитку цифрової стратегії компанії Syngenta Group – міжнародного лідера з постачання мінеральних добрив, насіння, засобів захисту рослин (ЗЗР) та ін. [41]. Детальні характеристики оновленої системи структуровані в табл. 2.2. на основі даних офіційного сайту системи [42] та популярних статей топ-менеджменту.

Таблиця 2.2 – Базові характеристики Storwise Operations (за даними [42])

Елемент характеристики	Короткий опис характеристики, дані, пояснення
Призначення ІС	Система цифровізації та управління агровиробництвом
Країна-виробник	Система Storіo була розроблена компанією N.S.T. New Science Technologies Ltd. З 2019 р. належить компанії Syngenta Group
Функціональні можливості	Програма складається із двох базових модулів: «Агро» (все про поля і рослини), Телематика (GPS Моніторинг, датчики, планування тощо), які охоплюють увесь перелік операцій у рослинництві.
Характеристика головних модулів Storwise Operations	- Функції модуля «Агро»: Історія рослин, опадів, вологості ґрунту за 10 років; супутникові знімки високої та середньої роздільної здатності; історія полів; карти вегетації; карти типів ґрунту, рельєфу та схилів; точний прогноз погоди; опади; вологість ґрунту; температура повітря та ґрунту; активні температури; звіти оглядів полів; оцінка урожайності; контроль і прогноз погоди. - Функції модуля «Телематика»: планування робіт техніки; розподіл норм внесення насіння, добрив, засобів захисту рослин; передача даних з усіх датчиків (вологості, хімічного складу); карти текстури ґрунту; диференційоване внесення; планування збиральної кампанії.
Можливість поєднання з іншими програмними продуктами	Storwise Operations інтегрується з ERP, системами GPS моніторингу техніки, метеостанціями, БПЛА різних виробників, різними сенсорами та датчиками. Програма може надсилати автоматичні оповіщення у таких ситуаціях, як порушення швидкісного режиму, робота без плану, відсутність сигналу та інші
Вартість	Потребує узгодження з менеджментом із продажів. Має дві версії: «Скаутинг» (скорочена) та повна
Наявність демо-версії	Storwise Operations надається протягом 14 днів безкоштовно як пробна демо-версія за попереднім замовленням
Тип встановлення	На всіх цифрових пристроях: смартфон, планшет, хмарний сервіс. Може працювати Off-line із синхронізацією даних в інтернеті.
Технічні вимоги	Оговорюються для кожного конкретного користувача, загалом відповідають потребам стандартного ПЗ

Пройти реєстрацію та ознайомитися з модулями системи можна на офіційному вебсайті [42]. Інформація про модулі показана в додатку Г.

За останні роки Syngenta Group стала власником чотирьох платформ управління сільськогосподарським виробництвом на ключових агроринках у світі та об'єднала їх у нову бізнес-структуру Syngenta Digital. Директор з інформаційних та цифрових технологій Syngenta Group Грег Меєрс в одному з інтерв'ю зазначив, що «Cropio є піонером в Україні з надання допомоги фермерським господарствам у їх більш ефективному і сталому розвитку. Syngenta Group – світовий лідер з цифровізації сільського господарства» [43]. Понад 50 млн га сільгоспугідь керуються програмними продуктами компанії.

У такому ж контексті, як це представлено в табл. 2.1-2.2 можна провести аналіз інших систем для здійснення управління виробничими процесами агропромислового підприємства. Додатково проаналізували вітчизняні системи ForLand, модульний складд якоь представлено на рис. 2.11.

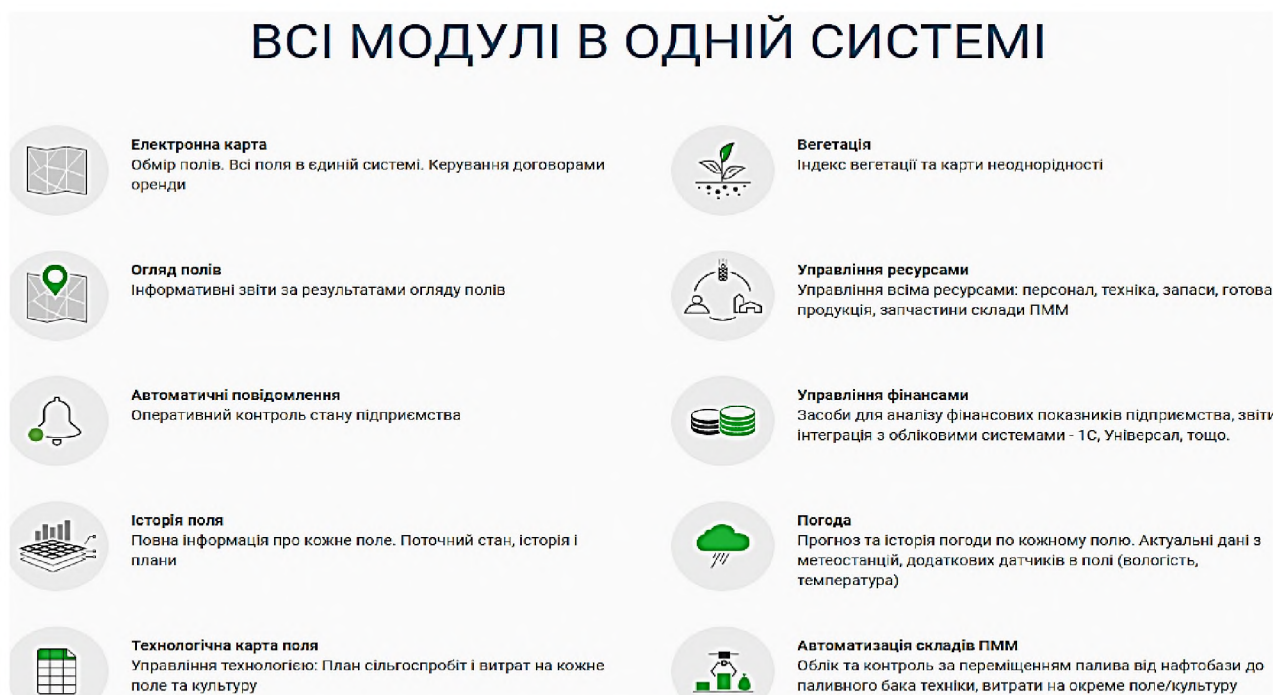


Рисунок 2.11 – Модульний склад онлайн-сервісу для прозорого агробізнесу Forland [44]

Детальний аналіз показав, що кожна система має певні оригінальні рішення, як наприклад, прогнозування урожайності в Cropwise, або набір супровідних модулів, які охоплюють усі економічні ланки підприємства і

здійснюють управління виробничими, обліковими, фінансовими, та іншими програмами, як це пропонує програмний комплекс MASTER: Агрономія. Додатковими важелями до вибору і впровадження виступають цінова політика, доступність демо-версій для ознайомлення, відкритість та масштабованість. Комплексний аналіз та вивчення відгуків користувачів сприяли вибору серед всіх потужних розробок універсальної IC Soft.Farm [40].

Вітчизняна система Soft.Farm пройшла шлях від спеціалізованої інформаційної системи з автоматизації управління виробничими процесами агропідприємств до сучасної потужної платформи, яка об'єднує геоінформаційну систему Кадастр.UA, і здатна інтегруватися з будь-якими іншими платформами. Остання розробка є надзвичайно корисною у розрізі обліку земельних ресурсів усіх без винятку територіальних об'єднань в Україні.

Система є веборієнтованою, заснована на хмарних технологіях, призначена для організації та управління сільськогосподарськими роботами, базові модулі надаються у вільному доступі. Система розроблена у відповідності до потреб вітчизняного агросектору сільськогосподарських виробників, (словники базуються на основних компонентах аграрного виробництва, таких як ґрунти, пестициди, види шкідників, засобів захисту рослин, марок техніки тощо; формування звітних електронних документів здійснюється відповідно до переліку та вимог чинного законодавства). Здатність інтеграції з системами інших платформ класу ERP забезпечується відповідними API вебсервісу [45].

Як зазначено в попередньому розділі, система має багаторівневу хмарну клієнт-серверну архітектуру (див. рис. 2.4). Вхід в систему для початку роботи здійснюється безпосередньо через вебінтерфейс системи [35], використання починається безкоштовно після реєстрації, для якої достатньо вказати номер телефону і пошти. Перший пароль приходить автоматично. Як всі розглянуті попередньо системи, Soft.Farm складається з модулів, які дозволяють забезпечити збір, обробку всіх даних, а також автоматизувати виробничі й планові процеси агропідприємств. Перелік усіх модулів представлено на сайті у розділі «Рослинництво» (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Набір головних модулів ІС Soft.Farm у розділі «Рослинництво»

Модульність побудови ІС Soft.Farm дозволяє обліковувати всі технологічні операції, які проводяться, здійснювати аналітику, генерувати звітні документи, розраховувати зміст, обсяги і вартість робіт. Модулі обираються за потреби, платні операції можна додавати поступово, що дозволяє управляти і функціоналом, і тарифним планом, поетапно впроваджувати.

Окрім ІТ для фермерства, агробізнес потребує автоматизації самих різних складових своєї діяльності. Сюди відноситься бюджетування, контроль доходів і витрат, управління персоналом, проектами, продажами, договорами та документацією та багато іншого. Тому агрокомпанії часто додатково впроваджують CRM-системи (управління взаєминами з клієнтами) та BPM (управління бізнес-процесами), що забезпечує виконання більшості завдань і може інтегрувати інше наявне програмне забезпечення. На основі BPM-системи також є галузеві рішення для управління земельним фондом, прогнозування врожайності на основі статистичних даних, планування земельних робіт, посіву та збору врожаю» [46]. Однак, вивчення досвіду практиків показує, що платформи потрібно створювати на основі виробничих систем.

## Висновки до розділу 2

Вибір функціоналу та складових для автоматизованої ІС має базуватися на детальному відображенні всіх видів операцій та збору відповідних даних, що

виникають у процесі їх виконання. Складові елементи технології вирощування агрокультур поєднують матеріальні, технічні організаційні заходи. Технології визначаються специфічними засобами виробництва – ґрунтом, рослинами, кліматичними умовами.

Обґрунтовано доцільність модульної побудови ІС для вирішення різних технологічних та управлінських завдань, а також можливість варіювати конфігурацією системи.

На основі проведеного аналізу застосунків можна стверджувати, що для автоматизованого управління виробничими процесами в аграрних підприємствах існує достатньо сучасних рішень, у т.ч. вітчизняних. Найпотужнішими та популярними з них є системи Cropio, Master: Agro, Soft.Farm, Forland, які задовольняють потреби агровиробників у контролі більшості технологічних операцій, підтримують збір і обробку великих обсягів даних на віддалених серверах, інтегрують та передають.

Основним трендом на сьогодні є вирішення питання інтеграції різноманітних програм на єдиних платформах, які б дозволяли проводити обмін даними, поєднувати результати, отримані з моніторингу і обробки як геоданих, так і обліку [39]. Надання послуг із підбору відповідного комплексу програмного забезпечення є перспективним напрямом ІТ-бізнесу на основі здійснення аналітики потреб та пропозиції на ринку [43].

## РОЗДІЛ 3

### ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИ ВЕДЕННІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

#### **3.1 Створення довідкової інформаційної бази об'єктів виробничої діяльності аграрного підприємства на платформі Soft.Farm**

Початок роботи із впровадження ІС Soft.Farm після проведення всіх підготовчих робіт, описаних у розділі 2, включають реєстрацію в реальній системі, поетапне внесення даних, а також виконання технологічних і облікових операцій. В якості прикладів використані дані окремих підприємств без вказування назв та локації. Окремі дані являють собою типовий набір характеристик середнього фермерського господарства і обиралися із різних довідників, що є у відкритому доступі. Розглянуто модель підприємства, що займається галуззю рослинництва з технологіями точного землеробства, розташоване на території Полтавської області і потребує управління виробничими процесами на основі ІС. В якості прикладу впроваджуємо систему Soft.Farm (додаток Д, рис. Д.1). Після реєстрації підприємства через вебсайт системи (додаток Д, рис. Д.2) і входу з'являється перше повідомлення із привітанням нового користувача та запрошенням обрати вид господарської діяльності (рослинництво або тваринництво). Першим кроком є вибір меню налаштування даних нового користувача (фахівця, директора) яке наведено в додатку Д, рис. Д.3.

Наступним кроком є робота із внесення початкових даних, заповнення профілю підприємства. ІС Soft.Farm підготовлена до роботи таким чином, що містить великий набір загальних і технологічних заповнених довідників (додаток Д, рис. Д.4), як, наприклад, типи угідь, типи ґрунту, водні режими, шггрупи культур, типи ЗЗР, ґрунтові шари. Інші довідники призначені для створення бази даних конуретного підприємства: відділення, поля, схеми

сівозміни. Довідники енергомашини, сільгоспмашини також заповнені, але можуть редагуватися, доповнюватися і відповідності даних підприємства.

Розглянемо приклади поетапного внесення первинних даних до системи та наповнення окремих словників. Налаштування ІС для початку роботи з даними обраного підприємства починають із розділу Профіль організації із пункту меню Налаштування. На моніторі з'явиться меню із підпунктами, в яких необхідно здійснити правки та налаштування (рис. 3.1).

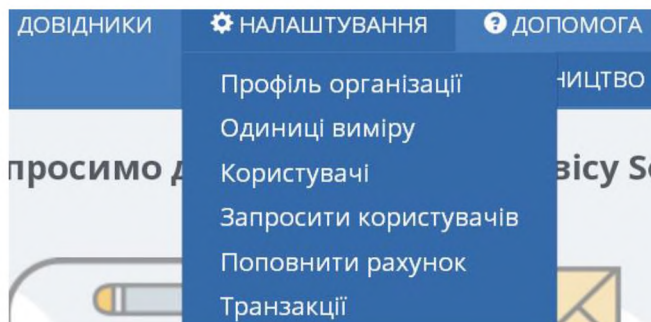


Рисунок 3.1 – Перелік підпунктів розгорнутого розділу головного меню  
Налаштування

Завдяки налаштуванню профілю організації і уведення реквізитів (ЄДРПОУ, МФО, IBAN) в системі буде автоматизовано заповнення багатьох електронних документів, наприклад, рахунків (додаток Е). Налагоджують також довідники одиниць виміру, даних про користувачів, запрошення і розподіл повноважень між всіма користувачами системи на підприємстві. Першим користувачем системи є, як правило, головний спеціаліст або директор – особа, яка має доступ до всіх даних підприємства і показників виробничої діяльності. Анкетні дані внесені автоматично у систему при реєстрації. Можуть бути відредаговані у розділі «Профіль».

Згідно призначених ролей передбачено надання відповідних функціональних прав по управлінню створеним інформаційним порталом. При цьому слід врахувати таку відповідність повноважень.

Власник – особа, яка провела реєстрацію підприємства і їй надано право управляти інформаційними ресурсами без обмежень.

Адміністратор – особа, яка має права для керування всією системою Soft.Farm. Ця роль надає можливість керувати правами усіх користувачів системи, вносити зміни до системних довідників, які відразу з'являються у всіх

користувачів системи, а також мати доступ до налаштування резервного копіювання даних.

Користувач – особа, яка працює на підприємстві і запрошена власником до спільного управління інформаційними ресурсами, реєструється в системі через e-mail після запрошення власника чи адміністратора.

Власник має найбільші повноваження, а його інтерфейс відрізняється від запрошених співробітників – користувачів. Власник, наприклад, моніторить обсяги використаного хмарного сховища і приймає рішення про розширення пам'яті через спеціальний довідник SF Cloud (рис. 3.2).

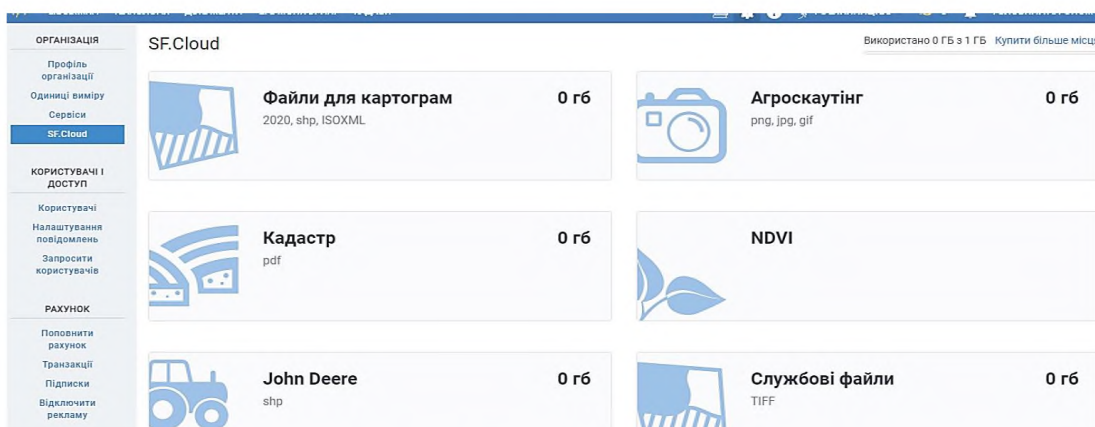


Рисунок 3.2 – Початкові дані про обсяги використаного простору в хмарі

На рис. 3.3 представлено склад довідника «Відділення», заповненого для тестового підприємства на прикладі географічних даних Полтавського району.

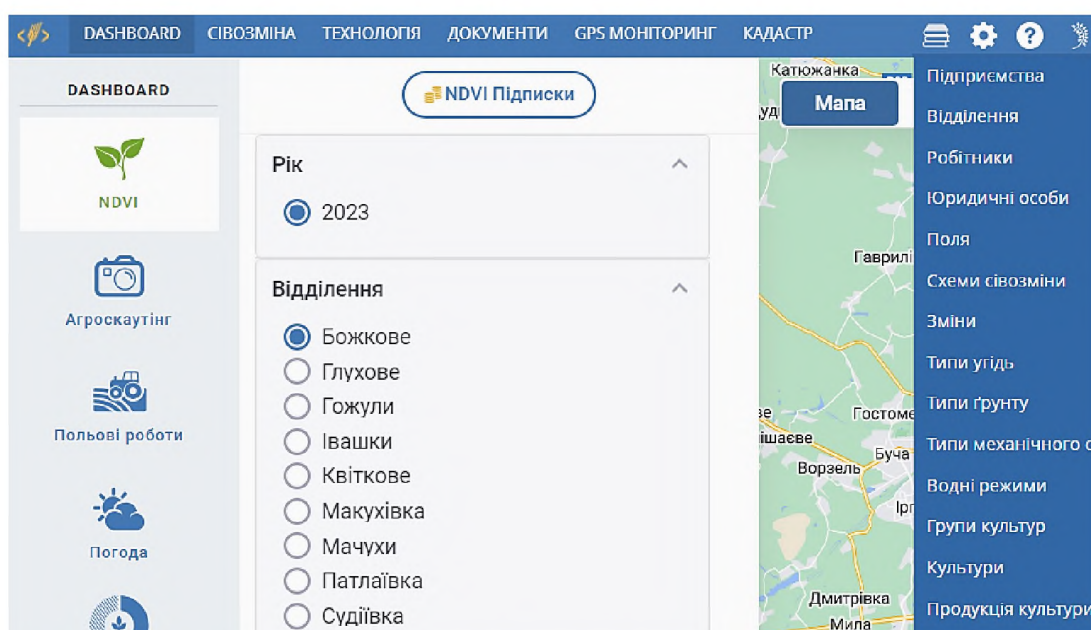


Рисунок 3.3 – Перелік відділень, внесених у довідник «Відділення»

При реалізації плану впровадження ІС взято до уваги, що більшість аграрних підприємств мають у загальному землекористуванні не менше декількох тисяч гектарів земельних угідь і розташовані на територіях декількох населених пунктів (так званих відділень), що відносяться до однієї з природно-кліматичних зон, для яких є характерним набір типів ґрунтів, водного балансу тощо. При проведенні обліку та планування різних сільськогосподарських робіт прикладними об'єктами ІС виступають певні характеристики відділень господарства, полів, що відносяться до кожного з відділень та ділянок, з яких і складаються самі поля.

Отже, перед початком практичного застосування ІС Soft.Farm, необхідно продовжити її налаштування та здійснити внесення вихідних даних у спеціальні довідники, що будуть застосовані при подальшому виконанні більшості технологічних операцій на підприємстві. У розділі Довідники у довідники «Відділення», «Поля» та «Схеми сівозміни» необхідно увести дані, що стосуються конкретного підприємства, у якому впроваджується дана система. Приклад внесення властивостей полів наведено на рис. 3.4.

Відділення	Схема сівозміни	Природна зона	Тип ґрунту	Площа, га	Номер ділян...	Назва ділянки	Тип угідь	Площ
Божкове		Лісостеп	Чорнозем	200	+ Додати земельну ділянку			
			Світло-сірий опідзолений Сірий опідзолений Темно-сірий опідзолений Чорнозем реградований Чорнозем типовий Чорноземи опідзолені		3	Копачі	Необґрунто... використан...	80
					4	Чапаївка	Необґрунто... використан...	120
Глухове		Лісостеп	Чорнозем реградований	220	+ Додати земельну ділянку			
					5	5	Рілля	100
					6	6	Рілля	120

Рисунок 3.4 – Приклад процесу заповнення даних про всі поля всіх відділень

Довідник «Поля» є одним із ключових для подальшої роботи, заповнюється після уведення даних про відділення, а також на основі довідників «Природна зона», «Типи ґрунту», «Тип угідь» (див. рис. 3.4) разом із

первинними даними (площа, номер, тип ділянки). При цьому довідникові дані взаємопов'язані між собою певними відношеннями. Наприклад, при виборі природної зони розміщення земельних угідь автоматично формується список вибору типів ґрунтів, характерних саме для цієї зони.

На прикладі заповненого (див. рис. 3.4) видно, які саме дані формують характеристику поля. Дані про сівозміни для довідника «Поля» на початку відсутні, тому наступним кроком є формування довідника «Схеми сівозміни» для підприємства. Сівозміна – це «... чергування сільськогосподарських культур (і пару) у часі і на території згідно з науково обґрунтованими для певних культур нормами періодичності, що базуються на особливостях біологічної взаємодії культур та впливу їх на родючість ґрунту [47]».

IC Soft.Farm надає змогу користувачам створити схеми сівозміни для відповідного господарства із урахуванням сучасних наукових розробок та досліджень у даній області. Принцип створення даного довідника аналогічний до принципу створення довідника «Поля». Кожна сівозміна має назву (існують науково-обґрунтовані типи), опис, тип (рис. 3.5). Культури уводять згідно даних підприємства через список культур довідника «Культури у схемі сівозміни та вибору періоду їх застосування через вбудований Календар.

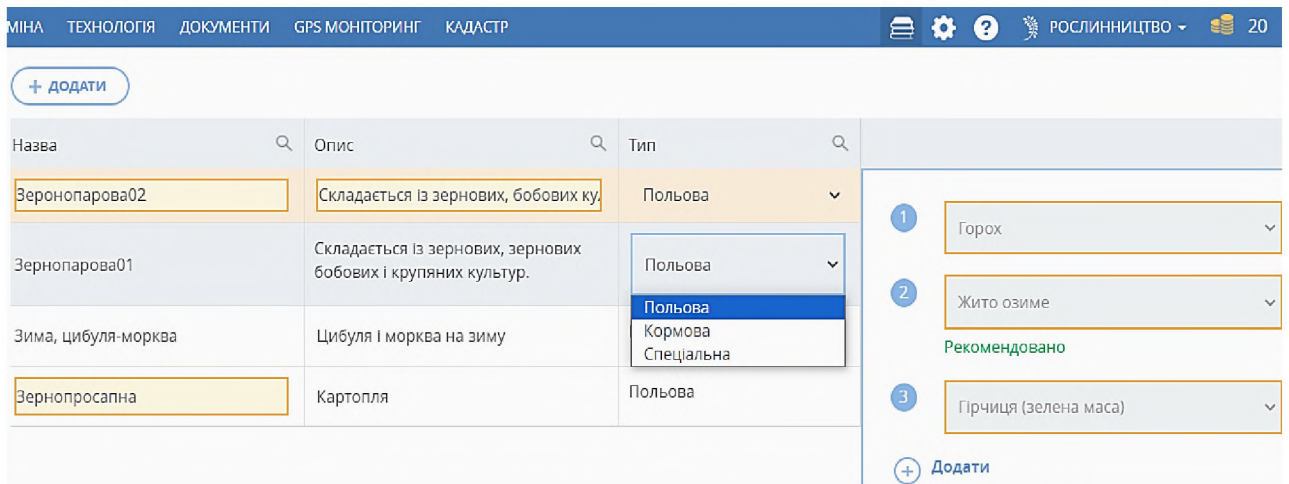


Рисунок 3.5 – Фрагмент заповнення довідника «Схема сівозміни»

При вдалому виборі пари попередник–наступник з'являється підпис «Рекомендовано» (або задовільно, погано): агроном має інструмент рішень (рис. 3.6). Більша частині інструментарію IC Soft.Farm призначена для створення і обробки з максимальною точністю та оперативністю інформації про всі показники полів.

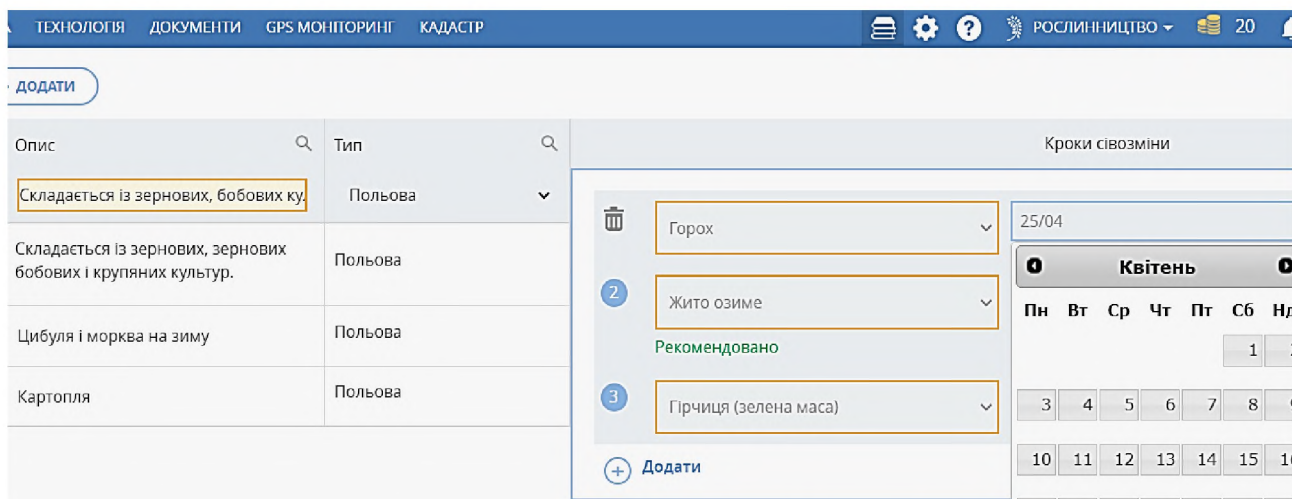


Рисунок 3.6 – Приклад заповнення дат висіву і збору у розділі «Кроки сівозміни»

Окрім довідників система містить і більш ефективний інструментарій у вигляді електронних мап полів із можливістю автоматизувати надходження та облік геоінформації. Програма надає інструменти для створення електронної мапи власного господарства. Обриси облікових ділянок можна виконати вручну або імпортувати наявні виміри GPS [48]. Створення електронної мапи полів починається у розділі «Сівозміна» головного меню. Обравши пункт «Мапа полів», переходимо до вікна електронної мапи господарства. Далі, використовуючи наявні інструменти програми, наносяться контури ділянок всіх полів у всіх відділеннях. Процес обведення контурів поля показано на рис. 3.7.

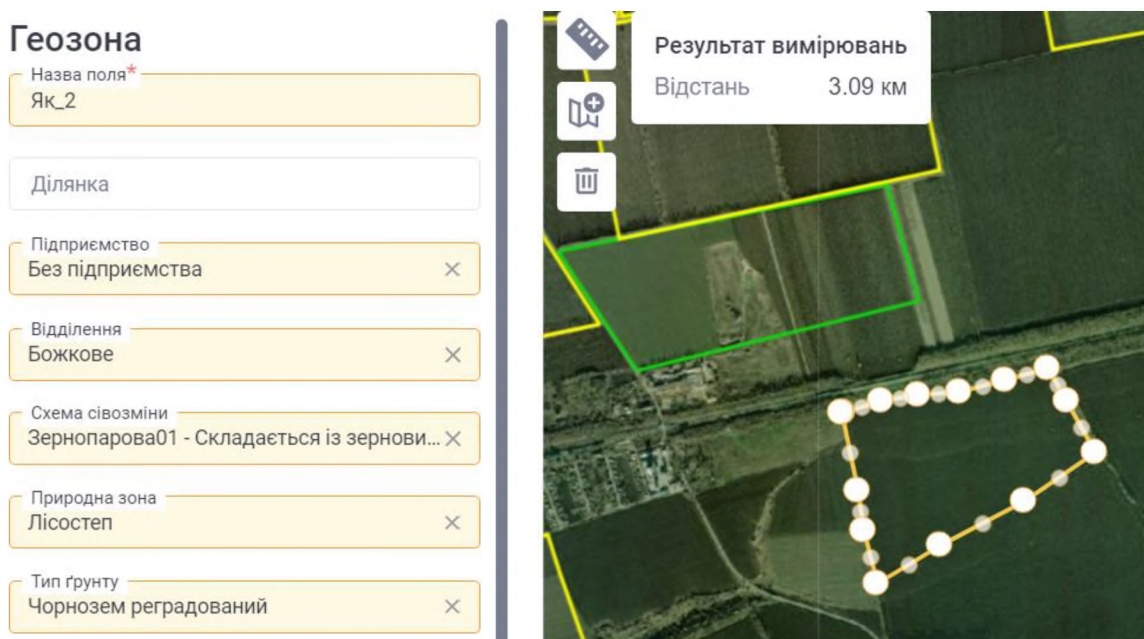


Рисунок 3.7 – Зображення фрагменту електронної мапи з відміченими контурами ділянки поля та описом поля

Наявність контрольних точок при обведенні дозволяє редагувати контур поля для уточнення периметру та площі поля (див. рис. 3.7). Після з'єднання точок контуру ділянки поля просто мишею, зображення поля стане суцільною геометричною фігурою із фіксованими результатами вимірювань. Вигляд обведених контурів полів одного з відділень показано на рис. 3.8.

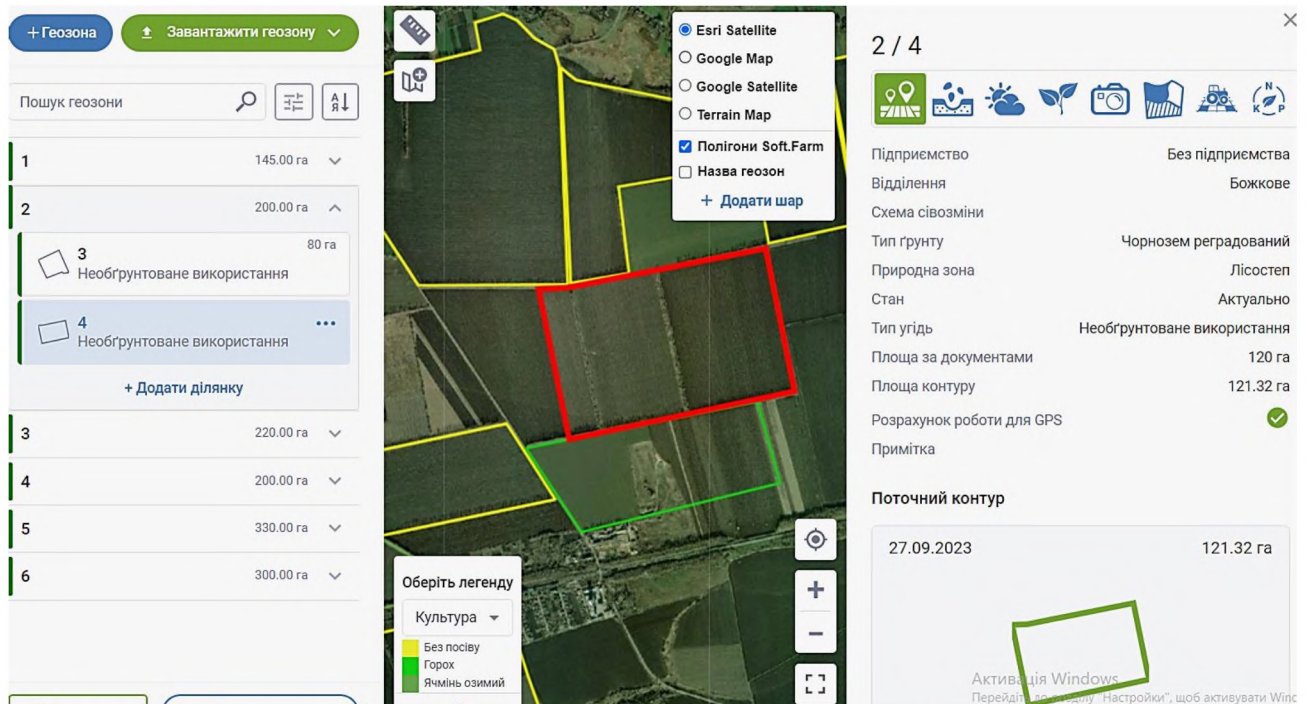


Рисунок 3.8 – Зображення виділеного поля на мапі як цілісної фігури та інформація з різних довідників про поле

У лівій частині вікна представлено перелік всіх полів з нанесеними контурами та площею, а в правій частині – паспорт поля, яке виділено на мапі, його схема та дані про виміри (див. рис. 3.8). Для демонстрації було обрано шар ГІС Esri Satellite. Після нанесення контуру (або задавання точних координат поля за допомогою сучасного гаджету і технологій GPS) буде підрахована площа кожної ділянки. При правильному виконанні дій автоматично підраховане значення площі ділянки поля на мапі більш точно буде відповідати обліковим даним. Для уточнення площі та контурів передбачена можливість редагування мапи полів. Після завершення описаних вище операцій можна виконувати певні управлінські та облікові роботи, що пов'язані з рослинництвом. Інші словники продовжують редагуватися далі. Приклади планування і контролю технологічних операцій буде розглянуто в наступному підрозділі.

### 3.2 Результати обробки управлінської та виробничої інформації в середовищі інформаційних систем на платформі Soft.Farm

Розглянемо приклади планування і контролю традиційних операцій, пов'язаних із виробничою та управлінською діяльністю галузі рослинництва, у системі Soft.Farm: схеми посівів, планування врожаю, технологічні операції та інші. Використовується вся уведена інформація про поля в довідниках системи.

Для створення схеми посівів у розділі «Сівозміна» є підрозділ «Посів», вікно якого вже містить дані про поля підприємства (дані, які вводились у довідник «Поля») та часовий графік розміщення культур по порам року та рокам (рис 3.9).

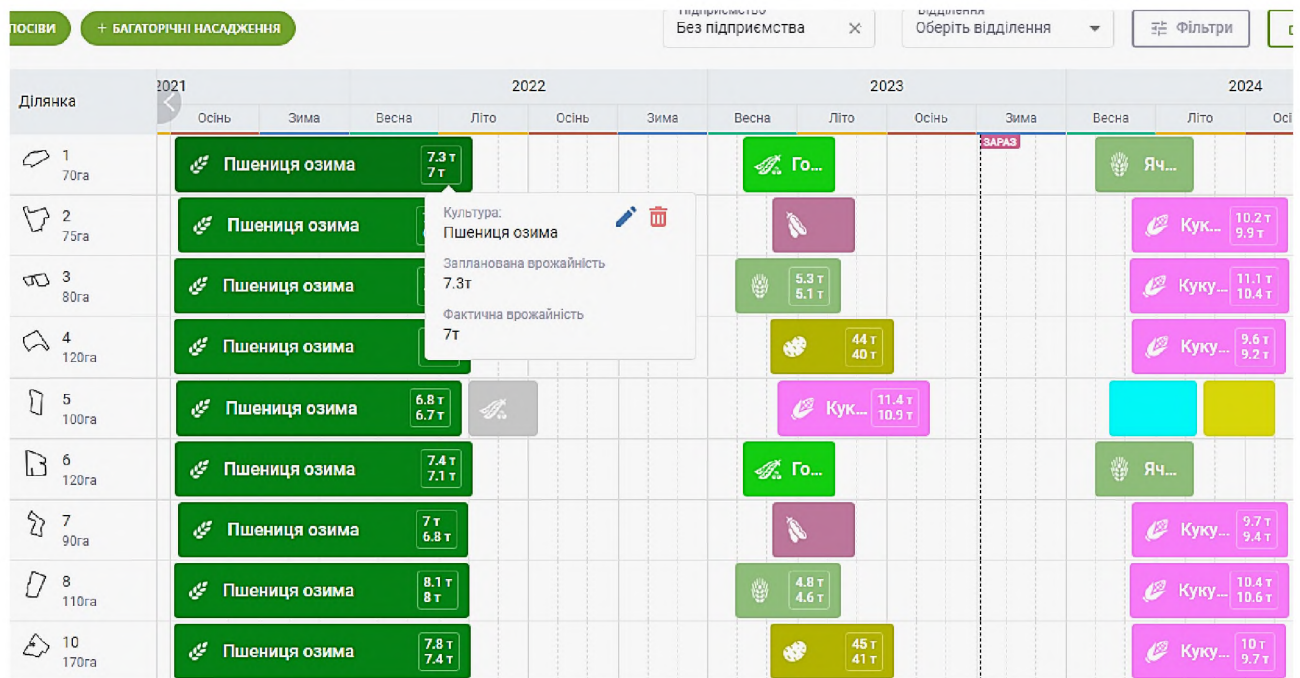


Рисунок 3.9 – План посівів культур у розділі «Посіви» для різних відділень

Для планування посівів на кожному полі на сезон (по датам) достатньо клацнути кнопку «Посіви+» і відкрити форму «Посів» (рис. 3.10). Ця ж форма призначена для редагування посівів, доки вони не внесені в технологічну карту. Заносяться всі відомості про культуру: сорт, дати посіву та збору, планова урожайність, основна продукція, одиниці вимірювання. Для прикладу показано редагування посіву кукурудзи на одній з ділянок. Видно, що попередником був горох. В системі можна переглядати всі посіви за минулі та заплановані періоди.

### Посів

Геозона 2/3	Попередник Горох
Культура* Кукурудза	Сорт/гібрид PR 86,59
Дата посіву* 10.04.2024	Дата збору* 30.09.2024
Площа* 80	

**Оберіть основну продукцію**

Продукція культури	Запланована врожайність, т/га	Запланований валовий збір, т	Фактична врожайність, т/га	Фактичний валовий збір, т
<input checked="" type="radio"/> Зерно кукурудзи	11	880	11.7	936

Рисунок 3.10 – Форма створення / редагування окремого посіву (приклад)

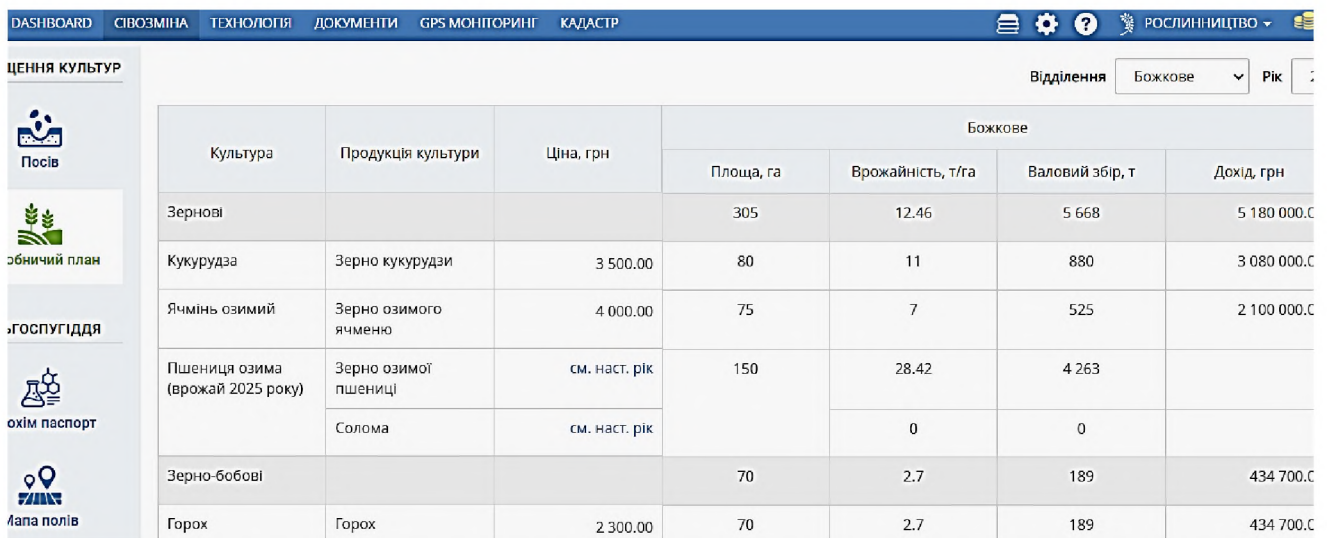
Потужним інструментом є здійснення комплексного аналізу посівних робіт у модулі «Контроль висіву». Система автоматично розрахує засіяну площу на полі, витрати насіння та внесених добрив, загальний час роботи. Результатом буде створена картограма посіву (рис. 3.11), за якою можна планувати урожайність, диференційоване внесення добрив, отримати загальну оцінку якості виконаних робіт. На картограмі відображено марки машин, показники якості робіт, витрати часу за кожен день, дані початку/кінця роботи і т. ін.



Рисунок 3.11 – Картограма посіву, створена у модулі «Контроль висіву» (за даними компанії ТОВ «Кварт Софт»)

Модуль працює як самостійно, так і в комплексі з іншими підсистемами: технологічними картами, плануванням та закриттям польових робіт, списанням матеріалів, тобто закриває облікові показники і експортується до бухгалтерських систем. Такий комплексний аналіз дозволяє оперувати достовірною інформацією, оперативно генерувати звітні документи, зберігати архівні дані.

Важливим елементом управління й планування виробничими процесами є складання виробничого плану, який формується на основі зіставлення результатів дослідження й аналізу ринку з виробничими можливостями підприємства. IC Soft.Farm у розділі Виробничий план в автоматизованому режимі здійснює оцінку можливого доходу від вирощування відповідної культури на вибраній ділянці у заданий період. Для прикладу наведено розрахунок виробничого плану для вайдділення (рис. 3.12).



Культура	Продукція культури	Ціна, грн	Божкове			
			Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т	Дохід, грн
Зернові			305	12.46	5 668	5 180 000.00
Кукурудза	Зерно кукурудзи	3 500.00	80	11	880	3 080 000.00
Ячмінь озимий	Зерно озимого ячменю	4 000.00	75	7	525	2 100 000.00
Пшениця озима (врожай 2025 року)	Зерно озимої пшениці	см. наст. рік	150	28.42	4 263	
	Солома	см. наст. рік		0	0	
Зерно-бобові			70	2.7	189	434 700.00
Горох	Горох	2 300.00	70	2.7	189	434 700.00

Рисунок 3.12 – Виробничий план із обрахунком валового збору та доходів

При створенні виробничого плану на перспективу застосовуються прогнольні (ймовірні) ціни у вибраний часовий період вирощування культури. У результаті автоматизованої обробки даних, що вже були уведені раніше (площі ділянок, урожайність) та ціни продукції буде розрахована дохідна частина за кожен рік та сумарна за ці періоди. Якщо збір очікується в наступному році, то і дохід – в наступному році, а в плані виводиться помітка (див. рис. 3.12).

За необхідності подальшого використання результатів обрахунку даних є можливість експортувати виробничий план за обраний рік у табличний процесор Excel (рис. 3.13). Для цього необхідно використати кнопку «Експорт в Excel»,

буде активований табличний процесор Excel, всі дані будуть експортовані: можуть зберігатися в спеціальних папках, використовуватися для здійснення аналітики. Ця функція безкоштовна.

	A	B	C	D	E	F	G
1				Божкове			
2	Культура	Продукція культури	Ціна, грн	Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т	Дохід, грн
3	Зернові			305	12,46	5 668	5180000
4	Кукурудза	Зерно кукурудзи	3500	80	11	880	3080000
5	Ячмінь озимий	Зерно озимого ячменю	4000	75	7	525	2100000
6	Пшениця озима (врожай 2025 року)	Зерно озимої пшениці		150	28,42	4 263	0
7		Солома			0		0
8	Зерно-бобові			70	2,7	189	434700
9	Горох	Горох	2300	70	2,7	189	434700
10	Усього			375	10,64	5 857	5 614 700

Рисунок 3.13 – Дані виробничого плану вирощування культур після експорту даних в Excel із системи Soft.Farm

На шляху до застосування всіх інструментів точного землеробства обов'язково складаються технологічні карти, в які заносяться всі технологічні операції при вирощуванні культур від оранки, боронування, до висіву, внесення гербіцидів, добрив і багато іншого. Кількість, тип операцій залежать від багатьох чинників: що, де і як вирощують, машинний парк і т. ін.

Виробнича собівартість  
Потреба матеріалів  
Планування техніки  
Розрахунок гонів  
Картограми  
Карти-завдання VRA

№1 - 2023 - Ячмінь озимий - Божкове Скасувати затвердження

2023 Ячмінь озимий Божкове 75 га 70 т/га 0.68 км

1/2

Технологія Аналітика

- №1 Оранка Основний 17.09.2023 - 19.09.2023 ...  
75 га 1 0 1 71 625.00 €
- №2 Протруєння насіння Основний ...  
75 га 0 1 1 65 250.00 €
- №3 Сівба Основний 19.09.2023 - 21.09.2023 ...  
75 га 1 1 1 103 335.00 €
- №4 Обробка проти шкідників Проміжний ...  
75 га 1 1 1 47 775.00 €
- №5 Збирання врожаю Основний 16.06.2024 - 21.06.2024 ...  
75 га 1 0 1 40 500.00 €

Рисунок 3.14 – Технологічна карта операцій на ділянці поля 1/2

При цьому кожна технологічна операція включає низку обов'язкових показників, які є предметом обліку, планування ресурсів та витрат, зрештою, звітності. Форма операції «Оранка» у розділі «Технологічні карти» меню «Технологія» показана на рис. 3.15.

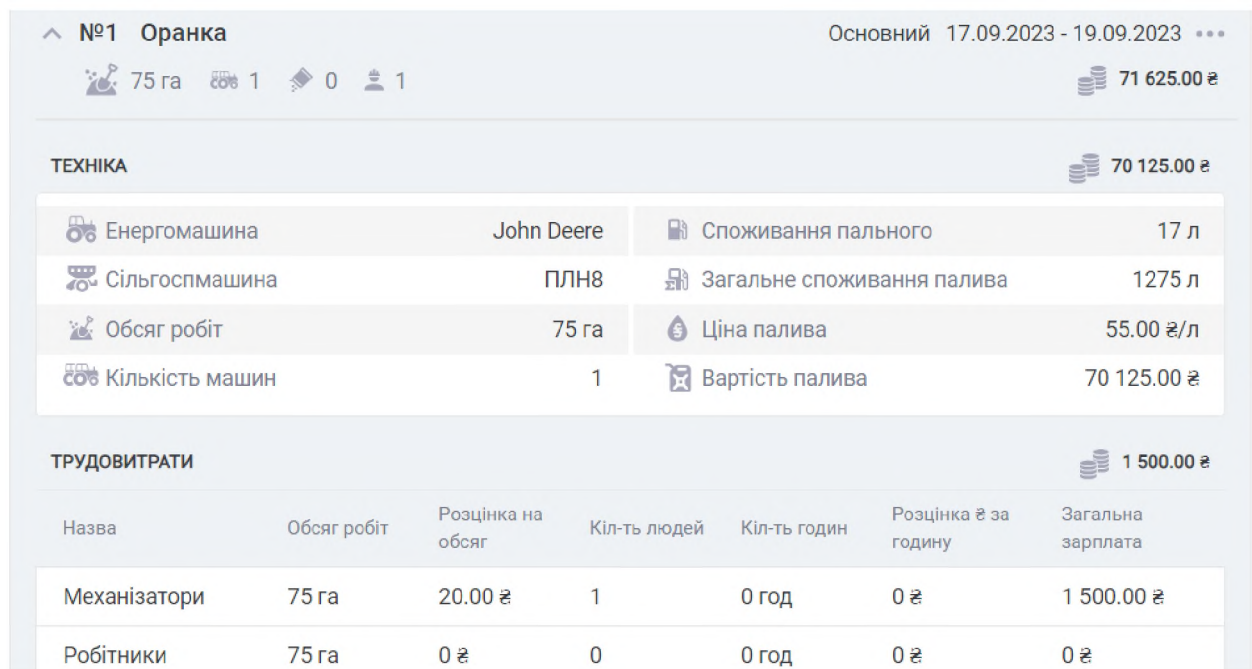


Рисунок 3.15 – Форма обліку даних про обсяги робіт, витрати матеріальні та людські, а також запланована техніка

На створення технологічної карти у великих підприємствах без спеціальної програми витрачалося надзвичайно багато часу. Вагомою перевагою ведення операцій в єдиній системі є наявність інструментів аналітики: після створення технологічної карти можна оцінити рентабельність продукції (рис. 3.16).

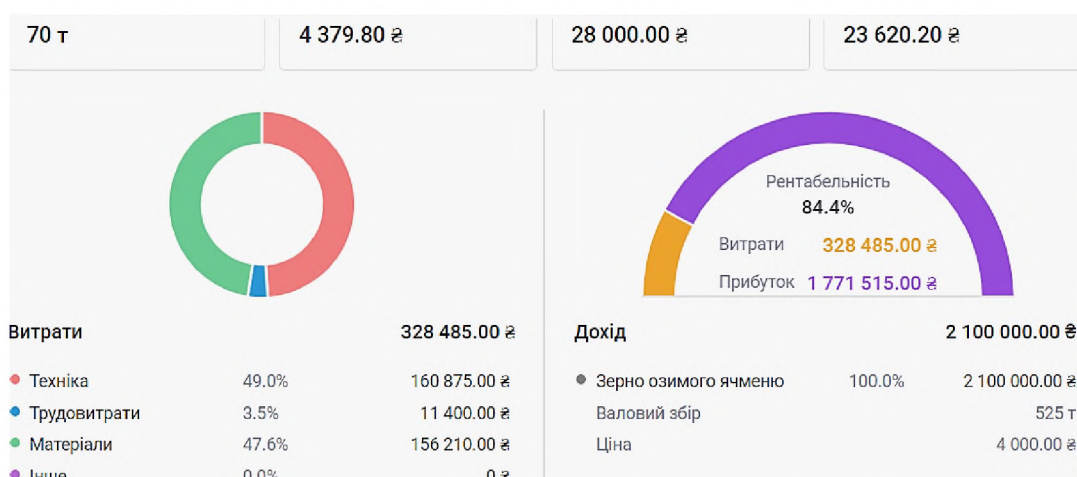


Рисунок 3.16 – Дані аналітики по рентабельності вирощування культури

Управління процесами в системі дозволяє максимально використати всі прийоми точного землеробства. Наприклад, перед початком посіву культури для кожного поля можна розрахувати кількість гонів (проходів по полю) в заданому напрямку і з урахуванням технічних параметрів техніки. На початку обирається пункт «Розрахунок гонів», потім заповнюється форма завдання для обраного поля і параметри техніки (марки і види внесені в технологічну карту). Поле з'являється на мапі, де потрібно здати точки в'їзду й виїзду машини (рис. 3.17).

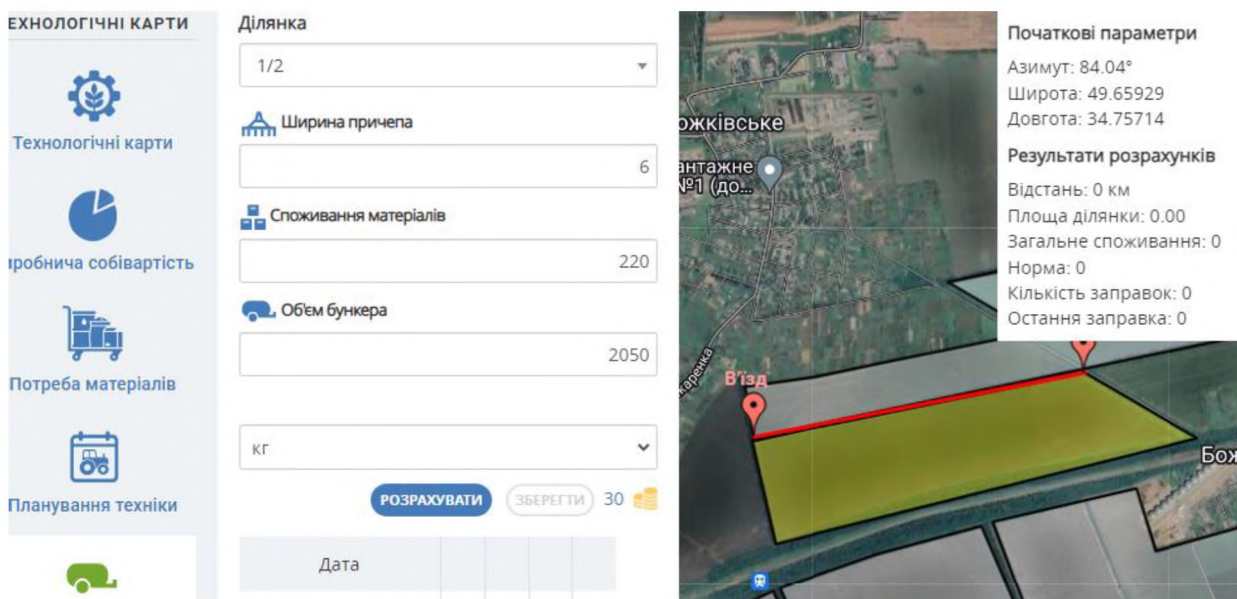


Рисунок 3.17 – Форма внесення даних для розрахунку гонів по операції висіву

Після розрахунку отримуємо на мапі розбиття поля на смуги (гони) різного кольору для наочності (рис. 3.18).

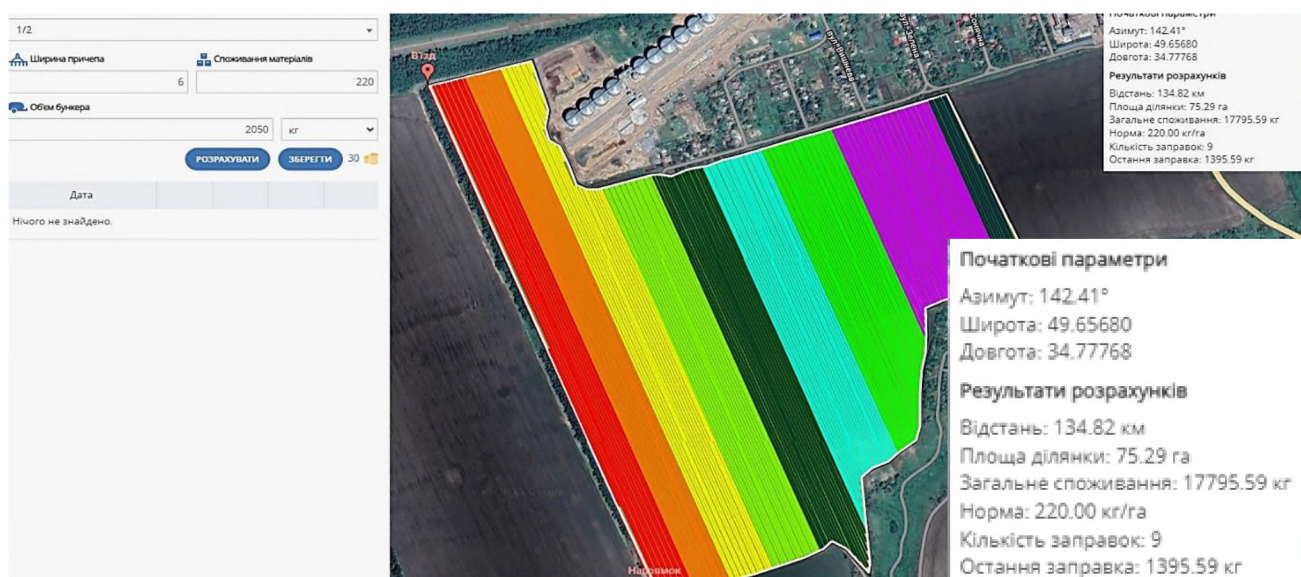


Рисунок 3.18 – Візуалізація на мапі розрахованих гонів машини для обліку

Як видно (див. рис. 3.18, довідкове вікно розрахунків), на підставі всіх даних в системі пораховане завдання для техніки з повною відстанню, споживання насіння, норм висіву, кількість заправок бункера. Якщо таку карту звантажити в бортовий комп'ютер комбайну, то виконано все буде (при GPS-контролі позиціонування техніки) доволі точно.

На основі запланованих посівів та технологічних операцій в системі проводиться планування протреб в ресурсах: насіння, добрив, пального та ін. Приклад автоматичноствореного плану потреб для одного поля обраного відділення показано на рис. 3.19.

Назва	Обсяг робіт	Загальна к-сть	Норма внесення	Ціна	Вартість
<b>НАСІННЯ</b>					<b>89 460.00 €</b>
Богиня	Пшениця озима \ 1-а	75 га	9000 кг		89 460.00 €
<b>ЗЗР</b>					<b>66 750.00 €</b>
Віал траст	Протруйник	75 га	30 л		24 000.00 €
Шторм	Родентицид	75 га	112.5 кг		42 750.00 €
<b>ДОБРИВА</b>					<b>0 €</b>
Разом					<b>156 210.00</b>

Рисунок 3.19 – Автоматизований розрахунок потреб матеріалів на поле

Демонстрація не повного переліку можливостей системи дає завершену картину її потужності. Зокрема, на прикладах було показано, що IC Soft.Farm, з її модульною структурою, містить значний набір інструментарію, довідників, має відповідне математичне забезпечення, здатна забезпечити повноту і гнучкість підтримки управління виробничими процесами підприємства всередині системи. Важливим фактором є можливість обміну з іншими системами документами і даними у загальноприйнятих форматах, як XML, XLS та іншими. Це дає можливість у майбутньому формувати єдиний банк даних по підприємству та розширювати і узгоджувати напрямки автоматизації всіх процесів на єдиній платформі.

### **3.3 Обґрунтування ефективності впровадження систем автоматизації виробничих процесів в аграрних підприємствах на прикладі IC Soft.Farm**

Економічний ефект від впровадження інформаційної системи проявляється через окупність інвестицій та отримання вищих виробничих показників (доходності, рентабельності та ін.) господарської діяльності завдяки переходу на новий рівень управлінських та облікових процесів. Загалом, ефективність впровадження ІС має декілька основних проявів [46].

1) Технологічний: застосування новітніх технологій дозволяє використовувати та управляти сучасними агротехнологіями, використовувати для збору і передачі даних датчики, системи GPS-моніторингу транспорту, використовувати супутникові знімки вологості ґрунту, стану посівів, застосовувати методи точного землеробства, проводити аналітику, а відтак отримувати прибутки та підвищувати рентабельність.

2) Організаційний: удосконалення організаційної структури підприємства, перерозподіл обов'язків персоналу і переведення багатьох робіт в площину автоматизації, отримання економії робочого часу і вирішення більшої кількості задач в одиницю часу; покращення обліку робочого часу і підвищення виконавської дисципліни, відповідальності.

3) Економічний: досягнення окупності вкладень, підвищення прибутку і рентабельності за рахунок зниження прямих витрат на виробництво і т.ін.

У будь-якому з перших двох пунктів також присутня економічна складова. Базисом для викладення міркувань про ефективність впровадження ІС мають бути дані як про діяльність конкретного підприємства, так і вартісні показники самої інформаційної системи.

Оцінювання економії ресурсів за різними методиками (наприклад [21]) показали значну економію пального, робочого часу, посівного матеріалу, гербіцидів і добрив, ЗЗР. Зменшення смуг перекриття на 2-3 см дозволяють досягти економії (ощадливого втирачання) ресурсів, за рахунок якої обладнання окупається за рік. За даними, оприлюдненими компанією ТОВ «Кварт Софт»,

яка є офіційним розробником і постачальником ІС Soft.Farm, у розрізі використання кожного з модулів спостерігається значний економічний ефект. В табл. 3.1 наведено зведену інформацію щодо ефективності використання модулів «Земельний банк» та «Агротехнологія». Оцінювання показників здійснено в перерахунку на умовні 1000 га площі поля (дані отримані з багатьох господарств, взято усереднені дані).

Таблиця 3.1 – Підрахунок підвищення прибутковості окремих робіт при використанні модулів ІС Soft.Farm (за цінами станом на кінець 2022 р.)

Вид ресурсу	Відсоток зменшення витрат	Обсяг заощадженого ресурсу на 1000 га	Середня вартість (прибутковість) за т (га), грн	Економія в грошовому вимірі, грн
Обліковані земельні угіддя (поля, ділянки)	3 %	30 га	11200	336000
Мінеральні добрива при внесенні (азотні)	15 %	30 т	18500	555000
Паливо при виконанні польових робіт (паралельне водіння) [21]	10 %	800 л	56,0	44800
Сумарний показник	-	-	-	935800

Отже, лише завдяки застосуванню 4-х модулів системи і отриманому точному вимірюванню земельних угідь, контролю внесення добрив (1 виду), застосуванню контролю витрат палива при виконанні лише передпосівних операцій складе не менше 935800 грн (25489,3 \$ за середнім курсом НБУ 36,8 грн/\$). Додаткові прибутки (зменшення витрат) відбуваються за рахунок прорахованих управлінських рішень при застосуванні інших модулів системи.

Наступним етапом оцінки ефективності впровадження ІТ управління підприємством [47] є розрахунок витрат на ІТ, визначення обсягу інвестицій, які необхідні для досягнення поставленої мети. Оцінка витрат на інформаційну технологію складається із двох етапів: оцінки усіх капітальних і поточних

витрат, пов'язаних із впровадженням і використанням ІТ, та оцінки обґрунтованості величини витрат на проект. Розглянемо їх більш детально.

Оцінка витрат передбачає визначення усіх капітальних і поточних витрат пов'язаних із впровадженням та використанням інформаційної технології. Враховуються також втрати від простоїв, пов'язаних з плановою або неплановою зупинкою роботи інформаційної технології та інших можливих втрат.

Розрахунок величини можливих втрат здійснюється на основі статистичних даних щодо впровадження подібних інформаційних технологій або за даними, накопиченими на підприємстві. Таки чином, загальна величина витрат по проекту може бути розрахована за формулою:

$$Z_{заг}^{IT} = Z_n + Z_H + Z_{ум} + P, \quad (3.1)$$

де  $Z_{заг}^{IT}$  – загальні витрати на проект впровадження інформаційних технологій;

$Z_n$  – прямі витрати на впровадження ІТ;

$Z_H$  – оцінка непрямих витрат на проект впровадження;

$Z_{ум}$  – сума витрат на утримання ІТ за період їх життєвого циклу;

$P$  – можливі втрати від простоїв або збоїв у системі.

Реєстрація і внесення даних є в системі безкоштовними. Але навіть при використанні базового функціоналу є можливість докупити певні опрації або сервіси. Наприклад, генерація для друку одного документу коштує 1 грн. так амо розраховуються гони на мапі, інші операції. Досвід компаній, які впроваджували систему показав, що раціонально робити підписку на пакетні пропозиції. Склад і вартість платних пакетів IC Soft.Farm залежать від набору модулів («На вибір» або «Безліміт») і залежать від індивідуальних потреб підприємства.

Попередні розрахунки статей прямих витрат, обчислені за формулою (3.1) на базі усереднених відкритих даних по цінам на матеріали і послуги за 2022 р. та на основі середніх показників при впровадженні аналогічних проектів в аграрних підприємствах, виконаних за посередництва компанії «Кварт-Софт», наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні статті прогнозних витрат на реалізацію проєкту з впровадження IC Soft.Farm [48] в агропідприємстві

№п/п	Статті прямих витрат	Сума витрат, грн
1	Купівля повного пакету «Безліміт»	15500
2	Купівля додаткового обладнання для роботи ІТ (окрім ПК)	9400
3	Складання технічного завдання	18000
4	Виконання робіт зі створення єдиної бази підприємства за допомогою фахівців компанії (3600 грн добова оплата*10 днів)	36000
5	Поточне обслуговування робочих місць та каналів комунікацій протягом року (поза сервісом Soft.Farm)	16400
6	Первинне навчання персоналу (управлінців, виконавців), 8 осіб (інтенсив, 2 наставника, 4дні*6 години, добові за відрядження)	11600
7	Разом сума прямих витрат (сума позицій 1...6)	72100
8	Витрати на оплату праці нового штатного працівника з ІТ на рік	153600
9	Всього витрати (поз.7+8)	332600

Таким чином, загальні витрати (за даними даних табл. 3.2) оцінюються близько 332,6 тис. грн. (еквівалент 9 038,6 \$). Порівнюючи результати обрахунків доходної частини (див. табл. 3.1) і витрат (див. табл. 3.2), впровадження багатомодульної ІС не лише позитивно впливає на якість виробничих процесів, але й матиме значний економічний ефект. Зниження сукупних матеріальних виробничих витрат навіть на 5-15 % дозволяє отримати близько 935,8 тис. грн економічного ефекту за один сезон. Це дозволить покрити головні витрати на купівлю і впровадження ІС, а також дозволить проводити подальшу модернізацію робочих місць, підвищувати якість та екологічність продукції, розширювати канали збуту тощо.

### Висновки до розділу 3

Моделювання виробничих ситуацій при застосуванні спеціального інструментарію IC Soft.Farm демонструє високий рівень відповідності функціоналу системи потребам управлінського персоналу, агрономів та інженерів аграрних підприємств, фермерських господарств у зборі, розміщенні та використанні оперативної та архівованої інформації в ході виконання всіх технологічних операцій при веденні точного землеробства. Дані, що вносяться і

обробляються кожним модулем, тісно пов'язані між собою і утворюють єдиний інформаційний кластер на спільній платформі, тим самим автоматизують чимало рутинних розрахунків, збільшують швидкість обробки та доступність інформації.

Система забезпечує генерацію й обмін електронними документами у всіх традиційних форматах та затверджених державним законодавством формах.

Інформаційне, математичне та інші види забезпечення дозволяють здійснювати управління виробничими процесами й досягати значно вищих і точних показників і результатів, здійснювати аналітику даних, оцінювати ефективність запланованих операцій наперед та вносити корективи.

Ефективність використання новітніх інформаційних технологій та ефективність функціонування інформаційної системи управління виробничими процесами агропідприємства в цілому оцінюється за загальним критерієм досягнення ощадливого використання матеріальних, людських, природних ресурсів, що витрачаються, а також часом стабілізації (окупності) функціонування підприємства.

Окупність впровадження системи досягається завдяки зменшенню витрат всіх видів ресурсів при виконанні більшості робіт і технологічних операцій.

## ВИСНОВКИ

Дослідження багатьох аспектів застосування інформаційних технологій та систем у точному землеробстві показало з одного боку величезний потенціал агропромислового комплексу та об'єктиві потреби щодо запровадження інновацій в аграрне виробництво, а з іншого виявило низку факторів, які затримують перехід до цифрового ведення та управління. Ключовим результатом роботи є всебічний аналіз позитивних сторін і перспектив точного землеробства в аграрному виробництві і бізнесі, детальна класифікація сучасних технологій точного землеробства та обґрунтування необхідності запроваджувати єдині інформаційні агроплатформи для управління всіма процесами. Отримані результати базуються на наступних висновках:

1. Сільське господарство завдяки об'єктивним природним, світовим технічним та економічним процесам, всупереч історично низькій автоматизації, поступово перетворюється в одну з найбільш наукоємних сфер у розрізі Агрокультури 4.0, впроваджує цифрові технології, системи точного землеробства, потребує сучасного програмного забезпечення, систем збирання і моніторингу даних, заснованих на потужних і безвідмовних комунікаціях.

2. За узагальненими даними аналітичних компаній лише 20-30 % аграрних підприємств України використовують системи точного землеробства та інформаційні системи підтримки й управління виробничими процесами. Поступове збільшення потоків великих обсягів даних при виконанні численних виробничих операцій може бути інтегровано та ефективно опрацьовано лише на платформах спеціалізованих інформаційних управляючих систем. Обґрунтованою є трирівнева і багаторівнева клієнт-серверна архітектура таких систем, яка базується на хмарних обчисленнях.

3. На ринку програмного забезпечення України представлені сучасні рішення, які призначені для використання в управлінні виробничими процесами в агропідприємствах. Найбільш популярними є системи Cropio, MASTER: Agro, Soft.Farm, Forland, які задовольняють потреби агровиробників у контролі

більшості технологічних операцій, підтримують збір і обробку великих обсягів даних на віддалених серверах, інтегруються з іншими системами.

4. Аналіз багатьох ІС показав, що найбільш ефективні системи для агрокомплексу мають схожий функціонал, модульну будову для забезпечення типових операцій, зокрема: модулі обліку земельного банку, ведення посівів, контролю за роботою транспорту, метеоспостереження, ведення історії полів та планування робіт. Додаткові інструменти і модулі надають додаткові переваги і розширюють можливості ІС. Дані, що вносяться і обробляються кожним модулем, тісно пов'язані між собою і утворюють єдиний інформаційний кластер на спільній платформі.

5. На прикладі відомої вітчизняної хмарної ІС Soft.Farm здійснено моделювання типових виробничих і облікових операцій в аграрному підприємстві на основі кейс методу. За висновками система може рекомендуватися для впровадження і виконання ролі інтегруючої платформи для інших інформаційних технологій як така, що забезпечує високий рівень інтеграції виробничих, облікових процесів, операційної діяльності та аналітики.

6. Оцінювання ефективності впровадження і використання інформаційних систем в агропідприємствах показало, що основним джерелом економічного ефекту є підвищення точності обліку при ощадливому використанні ресурсів (земельних, добрив, ЗЗР, насіння, робочого часу, ПММ та ін.), прийняття оптимальних рішень в управлінні. Загальний показник економії матеріальних виробничих витрат за середньостатистичним даними може складати до 30 % щорічного чистого прибутку.

Практичні результати даної роботи як систематизований науковий, практичний матеріал, який пройшов апробацію, може бути рекомендований для ознайомлення спеціалістам, які впроваджують точне землеробство в аграрних підприємствах при виборі і впровадженні спеціалізованих інформаційних управляючих систем. Подальші дослідження можуть доповнити та розширити результати за подібною актуальною тематикою.