

**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: **«Удосконалення управління виробничими процесами аграрних підприємств в галузі рослинництва на платформі управляючих інформаційних систем»**

Виконала: здобувачка вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Інформаційні управляючі системи та
технології спеціальності
126 Інформаційні системи та технології
ступеня вищої освіти магістр
групи 126ІСТ_мз_2022[1](л.н.)
Тойстер І.Р.
Керівник: Калініченко А.В.
Рецензент: Петраш Р.В.

Полтава – 2023 року

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи пов'язана зі змінами в інформатизації аграрного виробництва, які відбуваються під впливом потужних трансформаційних процесів, викликаних розгортанням технологій Індустрії 4.0. Аграрна галузь має значний потенціал і потребує новітніх цифрових технологій, раціональних економічних підходів, всебічної інформаційної підтримки, а питання автоматизації обробки й аналітики великих обсягів даних є головним трендом формування якісно нового рівня управління аграрним виробництвом, особливо в галузі рослинництва. Питанням промислової автоматизації підприємств приділялася значна увага протягом тривалого часу. Особливості впровадження систем точного землеробства висвітлені в роботах Планта Р., МкБретні А., Горнунга А., Вестфолла Д., статтях Нікончука Є., Маренича М., Мороз С., Нужної С., Уткіна Ю. та ін. Однак, питання комплексної автоматизації всіх виробничих процесів на єдиній управляючій системі у рослинництві розкриті недостатньо, при цьому вибір відповідних інформаційних систем і технологій потребує кваліфікованого аналізу, підготовки відповідних умов.

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 обласних програм «Підтримка діяльності підприємств АПК засобами сучасних інформаційних систем і технологій», «Програма розвитку та підтримки аграрного комплексу Полтавщини за пріоритетними напрямками на період до 2027 року», затверджених Департаментом агропромислового розвитку Полтавської обласної державної (військової) адміністрації з 2021 р. [1].

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження функціональних характеристик інформаційних технологій та систем, призначених для управління різними виробничими процесами в аграрних підприємствах, та обґрунтування

ефективного стеку технологій, здатного функціонувати на єдиній управляючій платформі й проводити оброблення всіх видів даних та інформації, що генерується при виконанні технологічних процесів у рослинництві.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- дослідження сучасних трендів цифрових перетворень при здійсненні регулярної діяльності в традиційній сфері аграрного виробництва;
- аналіз функціоналу та характеристик існуючих інформаційних систем на ринку програмного забезпечення для аграрних підприємств;
- обґрунтування набору програмних модулів і їхніх характеристик у відповідності до потреб управління обов’язковими технологічними операціями на прикладі галузі рослинництва;
- вивчення точок поєднання і перетину функцій для забезпечення взаємодії окремих модулів та рішень на основі єдиної інформаційної управляючої платформи;
- здійснення практичного застосування доступних функцій управління окремими виробничими процесами на прикладі обраної інформаційної системи, оцінювання ефективності її використання.

Об’єктом дослідження є формування реалістичної інформаційної системи з набором різноманітних технологій та функцій, яка здатна вирішувати комплексне автоматизоване управління більшістю виробничих операцій на єдиній інформаційно-програмній платформі.

Предметом дослідження є функціональні можливості та порівняльні характеристики різних видів інформаційних технологій та систем в досягненні ефективного управління спеціальними процесами виробничої діяльності аграрних підприємств й пов’язаних із ними різних типів даних, зокрема, в галузі рослинництва.

Методи дослідження: інформаційно-пошуковий, аналітико-синтетичний, дедуктивний, емпіричний, програмно-прикладний, порівняльний, графічний.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи складається з матеріалів наукових статей, статистичних звітів міжнародних аналітичних компаній,

матеріалів наукових конференцій в галузі Індустрії 4.0, офіційних вебсайтів розробників прикладного програмного забезпечення, а також даних провідних ІТ-компаній у сфері впровадження інформаційних систем для агробізнесу.

Елементи наукової новизни роботи проявляються в систематизації підходів до вибору, методів застосування і комбінування програмно-технічних рішень в управлінні виробничими процесами галузі рослинництва в аграрних підприємствах на тлі невідворотної інформатизації та цифровізації всіх виробничих процесів агросфери в цілому.

Практична значущість роботи полягає в здійсненні критичного аналізу достатнього обсягу науково-практичного матеріалу щодо функціональних можливостей інформаційних систем, призначених для впровадження і використання в управлінні виробничими процесами галузі рослинництва 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», матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції «Світ наукових досліджень. Випуск 23», 21-22 листопада 2023 р (м. Ополь, Польща; м. Тернопіль, Україна); «Особливості інтегрованої обробки даних в інформаційній системі Soft.Farm», матеріали XX щорічного міждисциплінарного семінару «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 68 сторінках і складається зі змісту, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 9 таблиць і 29 рисунків, 11 додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ І РЕСУРСАМИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Роль інформаційних систем та технологій в управлінні виробничими процесами агропідприємств у контексті Агрокультури 4.0

В основі розвитку економічних формацій лежать такі фундаментальні фактори, як рівень розвитку суспільних виробничих сил і відповідність їм виробничих відносин. Окрім того, вплив мають:

- ступінь раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища;
- ефективність державного регулювання економіки і соціальної політики;
- роль науки, технологій, освіти і культури в підвищенні продуктивності праці і якості життя населення;
- стан міжнародної економічної співпраці й конкуренції.

Отже, критерії появи і змін індустріальних революцій – це комплекс факторів, які сприяють переходу від традиційного до промислового суспільства, від промислового до постіндустріального. Індустріальні революції відбуваються, коли з'являються нові технології, які покращують продуктивність, ефективність і якість виробництва [2].

На сьогодні такими, що відбулись і продовжують змінюватися, трансформуватися, є аграрна, індустріальна та постіндустріальна формації (деякі науковці називають їх хвилями). Перша, аграрна, тривала кілька тисячоліть і базувалася на земельних та людських ресурсах. З XV почався розвиток індустріальних відносин, основою яких став більш широкий набір природних ресурсів у поєднанні з людськими ресурсами. 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 розвиток мережевих технологій перетворилися на один із основних виробничих ресурсів [3]. Японськими та американськими вченими на основі досліджень встановлено роль інформації в економічному розвитку країн постіндустріалізму як специфічного ресурсу, який не має більшості ознак, притаманних традиційним виробничим ресурсам [4]. Технології третьої хвилі спричинили значний вплив на попередні типи виробництв: 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. Важливою особливістю епохи Індустрії 4.0 стає домінування знань і цифрових даних. Успіхи того чи іншого суспільства все більшою мірою визначаються інноваціями та нововведеннями, які безпосередньо є продуктом теоретичної науки [5].

Сьогодні на розвитку знань та інформації базуються всі значні інновації у будь-якій промисловій, соціальній та аграрній сферах, про що свідчить аналіз досвіду передових країн (Німеччина, Франція, Нідерланди та ін.). З переходом до Індустрії 4.0: зростає роль знань і навичок щодо навчання в освоєнні нових технологій автоматизації виробничих процесів, зміщуються акценти у відношеннях людина-машина (H2M) з відношень на зворотній тип M2H, або тип взаємодії машин без участі людини (M2M) [5]. Деякі автори все ж обґрунтовують певну різницю між поняттями 4-та промислова революція або Індустрія 4.0, оскільки останнє стосувалося на початку промислового виробництва. Поступово парадигма поширилася на інші області людської діяльності. В роботі [6] проілюстровано конвергенцію 12 революційних технологій Індустрії 4.0, включаючи 3D-друк, штучний інтелект, доповнену реальність, великі дані, блокчейн, хмарні обчислення, дрони, Інтернет речей, нанотехнології, робототехніку, моделювання та синтетичну біологію в сільському господарстві (Agriculture 4.0), галузі охорони здоров'я (Healthcare 4.0), логістики (Logistics 4.0), енергетики (Energy 4.0), елементи нових технологій освіти (Education 4.0).

Ті сектори економіки, які включають автоматизоване виробництво, економію енергії і, не в останню чергу, технологічність виробництва, будуть повністю перетворені в умовах нових моделей ланцюжка доданої вартості. Глобальні мегатренди (глобалізація, урбанізація, демографічні зміни і трансформація енергії), є факторами, що трансформують технологічний імпульс для створення нових рішень в сучасному світі [6].

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. Аграрне виробництво є найбільш консервативною галуззю, і його інформатизація відбувається нерівномірно, особливо в країнах, які не досягли рівня постіндустріалізму. Однак, об'єктивні фактори, що характеризуються достатнім ступенем невизначеності (зміни клімату, зростання собівартості, високий ступінь експлуатації природних ресурсів, перерозподіл традиційних ринків збуту та ін.) стимулюють цю галузь до пошуку інноваційних методів ведення аграрного виробництва на основі все більшого застосування інформаційних технологій і систем.

У 2018 р. відбувся світовий урядовий саміт, за результатами якого був опублікований звіт «Agriculture 4.0 – the future of farming technology» [7]. 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 використовуватиме складні технології, такі як роботи, датчики температури, хімічного складу та вологості, аерофотознімки та технології GPS. Ці передові пристрої та точне землеробство і роботизовані системи дозволять фермам бути більш прибутковими, ефективними, безпечними та екологічно чистими [8]». 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 (smart farming) землеробства, а також нанотехнологій,

штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI), технологій блокчейн (додаток А). В роботі [9] авторами були обґрунтовані основні аспекти створення інформаційних систем управління виробничими процесами для аграрних підприємств, функціонал та інтегруюча роль в обробці великих даних на шляху до Агрокультури 4.0.

Виробництво продукції сільського господарства історично засноване на використанні традиційних ресурсів – земельних, водних, енергетичних, людських, біологічних, більшість з яких є невідновлювальними або вичерпними. Застосування цифрових інформаційних технологій відбувається вкрай нерівномірно з низки об'єктивних та суб'єктивних причин. 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 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 [10].

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 ін. [11-13].

Базисом наукового підґрунтя концепції точного землеробства є визнання фактів існування певних неоднорідностей в межах кожного поля, що обробляється, наявність його специфічних характеристик. Для їх збору, оцінювання, моніторингу вже застосовуються такі сучасні технології, як системи глобального позиціонування GPS, різноманітні датчики, аерофотознімки і супутникові знімки, а також спеціальні програми на базі геоінформаційних систем (ГІС) [14-17]. Впровадження систем і технологій «розумного», або точного землеробства в найбільш розвинутих країнах Західної Європи, Північної

Америци, Японії розпочалося з 80-х рр. 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 [17]. Менші за розмірами підприємства, фермерські господарства переймають цей досвід, але використовують не в повному обсязі.

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 необхідне широке застосування комунікацій на основі інтернету, здійснюючи передавання даних безпосередньо із місць виробництва, тобто «з поля».

Основні етапи і послідовність впровадження технологій точного землеробства, які сформовані на базі досвіду передових українських агропідприємств, наведені на рис. 1.1.

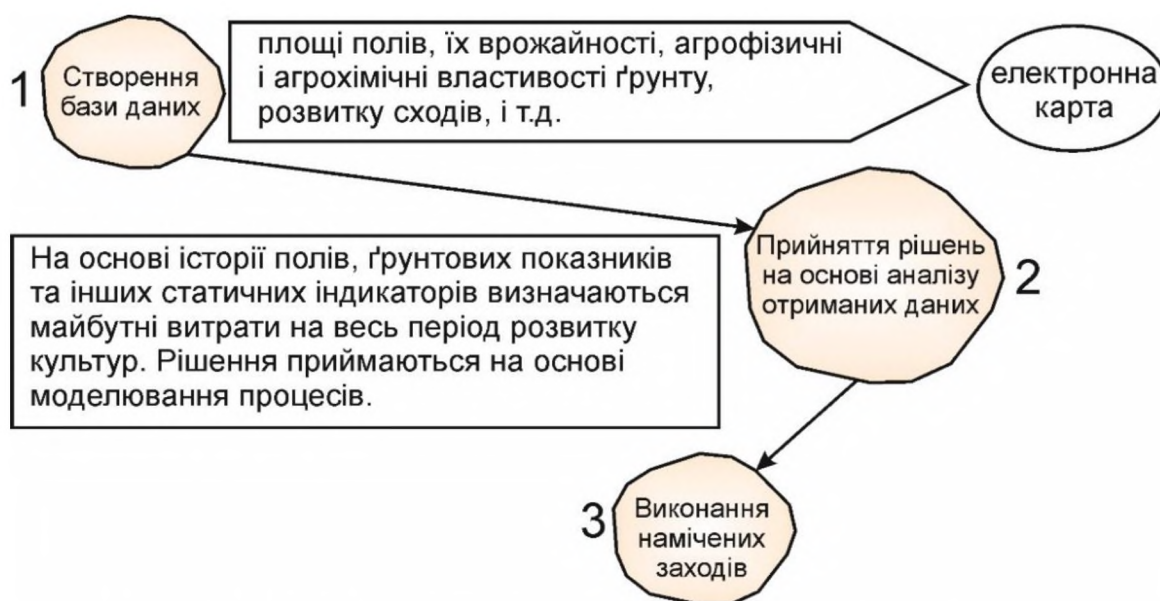


Рисунок 1.1 – Основні етапи впровадження технології точного землеробства [13]

Ті українські агропідприємства, які активно впроваджують системи точного землеробства, вже мають в своєму арсеналі карти посівів, обприскувань, агрохімічні аналізи ґрунтів, дані фотозйомки з дронів, карти врожайності. Прогресивним є те, що для багатьох аграріїв планшет або смартфон став таким же незамінним атрибутом праці, як і сіялка, розкидач добрив. Агромашини стають більш роботизованими, управляються автопілотом, керуються через GPS-навігацію. Однак, незважаючи на позитивний досвід, відсоток застосування систем точного землеробства в Україні залишається доволі низьким. При цьому індустрія ІТ пропонує достатню кількість інформаційних систем (ІС) різного призначення для підприємств агропромислового комплексу.

Інформаційна система в широкому розумінні – це сукупність людей, процедур, програмного забезпечення (ПЗ), обладнання та даних. Комп'ютерні інформаційні системи покликані зменшити стрес під час управління бізнесом або полегшити організаційні процедури. Інформаційні системи (ІС) управління для агропідприємств – це програмне забезпечення, призначене для підтримки високої продуктивності в аграрному бізнесі, швидкому і якісному виконанню різних завдань: оперативне планування, виробничі процеси, облік, документація, фінансові операції, аналітика [18]. Основне завдання сучасного періоду полягає у створенні програмно-технічних комплексів, які здатні ефективно збирати, обробляти та аналізувати вхідну інформацію на основі єдиних банків даних.

1.2 Комплекс новітніх технологій для автоматизації управління виробничими процесами в аграрних підприємствах та аналіз обмежуючих факторів

Потрібно зазначити, що збір оперативних даних в аграрному виробництві та їх оцифровування, застосування елементів «розумних» пристроїв та технологій не є достатнім для переходу на рівень Агроіндустрії 4.0. яка передбачає значно ширший спектр технологій та інформаційних систем.

Представлені в різних джерелах результати просування інформаційних технологій в аграрному виробництві показують, що визначення ефективних методів переходу на рівень Агроіндустрії 4.0 не є стрибкоподібним та передбачає застосування багатьох різних технологій і систем [19-21]. Зрештою, перехід неможливо здійснити без застосування управляючої інформаційної системи, що дозволить проводити розрахунки для всіх видів робіт та прийняття необхідних рішень. Цю тезу наочно ілюструє діаграми розподілу стеку технологій, що відповідають рівням Індустрії 3.0 та загальновідомому фреймворку Індустрії 4.0 (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Діаграма розподілу видів ІТ-технологій за належністю до рівнів Індустрія 3.0/4.0 (розроблено на основі [22])

Як видно, (див. рис. 1.2), технології Індустрії 4.0 включають всі попередні досягнення на рівні Індустрії 3.0: наявність чіткого обліку даних та організація баз даних, застосування промислових мереж, роботизація, застосування ERP-систем, навіть хмарні обчислення. При цьому зв'язок рівнів 3.0 і 4.0 є вкрай необхідним для цілої низки промислових галузей, у тому числі й для

агросектору. Важливо усвідомити, що не можна оминати досягнення рівня 3.0, якого й досі на 100 % немає в більшості промислових підприємствах України.

Велика частина впровадження технологій 4.0, особливо великих даних і штучного інтелекту, базується на тому, що ці дані вже попередньо оцифровані на рівні збирання. Тобто на підприємствах уже налагоджено облік та встановлено датчики: досягнуто рівень 3.0. У контексті аграрних підприємств цей рівень відповідає організації систем точного землеробства.

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

1. Пристрої, що взаємодіють із космічним супутником (GPS-обладнання типу навігаторів, приймачів, модулів), дозволяють визначати точне розташування на полі будь-якого об'єкта: трактора, агрегату, окремої рослини.

2. Частина інфраструктури – RTK-станція (Real Time Kinematic – дослівно «кінематика в реальному часі»): приймає сигнал від космічного супутника, уточнює, посилює і робить його прив'язку до конкретної місцевості із високим рівнем точності: ± 2 см. Технологія RTK дозволяє зберігати записану під час посадки траєкторію руху з високою точністю «3 року в рік» та застосувати її для наступних с.-г. операцій, таких як культивування просапних, збирання, вирощування культур за технологією no-till та strip-till. Радіус дії сигналу RTK-станції сягає до 50 км, в якому одночасно можуть працювати до 300 одиниць транспортних засобів [23].

3. Різноманітні системи паралельного водіння (курсопоказники, 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 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.

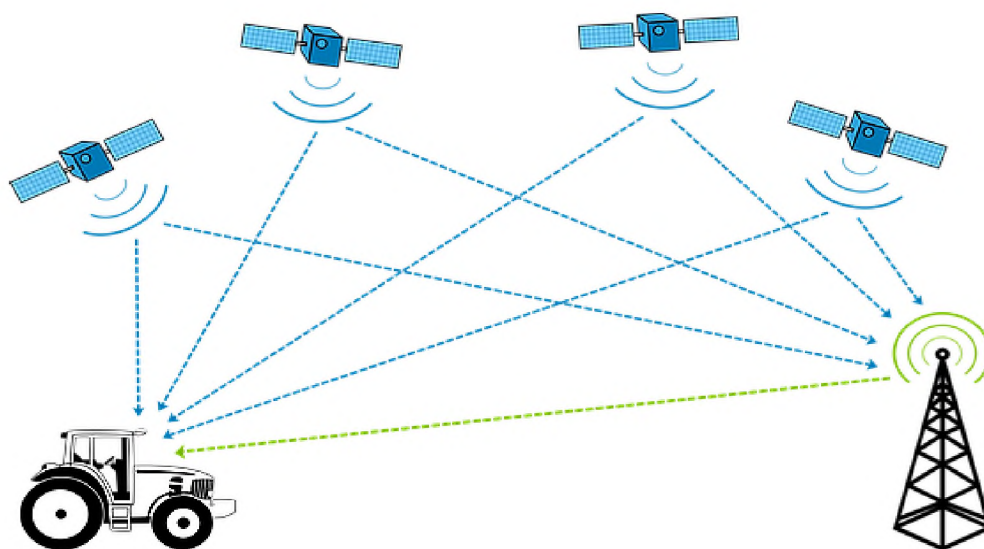


Рисунок 1.3 – Узагальнена схема дії RTK-станції [23]

Продовженням переліку основних компонентів точного землеробства є:

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. Безпілотний літальний апарат (квадрокоптер, дрон), який може виконувати дистанційно й точно окремі важливі операції: аерофотозйомку, стежити за переміщенням тварин, вносити локально добрива й ЗЗР.
6. 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.

7. 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 [24]. 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 [25].

Аналіз 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) [14]; 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 [9], 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. 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. І це тим більше актуально для України [26].

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 Агрокультури 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. Наприклад, дані, отримані від системи GPS-моніторингу сільськогосподарської техніки повинні надаватися не тільки у вигляді таблиць MS Excel або експортування в програмне забезпечення для проведення фінансових розрахунків, але й бути використаними в системі, яка може здійснювати моделювання агротехнологічних операцій або створення виробничого плану самого підприємства.

При цьому така вузькоспеціалізована платформа повинна містити опрацьовану базу даних для загального призначення, бути гнучкою, масштабованою і забезпечувати достатньо зручний доступ користувачам [9]. Мова йде про високий рівень концентрації інжинірингових потужностей всередині компанії. При цьому більшість рішень базуються на прийнятих міжнародних стандартах. Як додаткову перевагу, різні зацікавлені сторони такі як державні та законодавчі органи, переробна промисловість і приватне промислове виробництво підключіться до цієї інформаційної системи потоку даних для збору та передачі інформації, зможуть надавати технічну підтримку для фермерів [27]. 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) [28]. 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 комплексі технологій Агроіндустрії 4.0 з обробкою даних на єдиних платформах.

1.3 Обґрунтування вибору архітектури та функціональних характеристик інформаційних систем для аграрних підприємств

Експлуатаційні можливості сучасного комплексу технічних засобів, що використовується в ІС збирання і обробки інформації, дозволяють автоматизувати виконання багатьох процедур у функціях планування, обліку, керування, аналітики та ін.

Принципи планування класичної автоматизованої системи управління, які в значній мірі відповідають проектуванню ІС, одним із перших сформулював у 70-х роках минулого століття видатний кібернетик 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 [29].

На основі урахування всього комплексу задач здійснення управління виробничими і супровідними процесами в діяльності аграрного підприємства, можна визначити, що сучасній ІС 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. У той же час, інформація, що була отримана у результаті вводу чи обробки одним із модулів ІС, може бути використана будь-яким іншим її компонентом. При цьому така вузькоспеціалізована платформа повинна містити добре злагоджену й структуровану 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 ефективне його використання, наприклад для послуги Software as a Service (SaaS) – «програмне забезпечення як сервіс» [30]. 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.

Архітектура сучасних ІС, заснованих на хмарних обчисленнях, є модернізованим варіантом більш відомої клієнт-серверної архітектури. Відомо, що хмарні обчислення – це програмно-апаратне забезпечення вебінтерфейсу чи віддаленого доступу. При цьому терміналом стає підключена до мережі робоча станція користувача, а сервери – обчислювальною хмарию [31]. Як відомо, основу клієнт-серверної архітектури складають два компоненти: клієнт і сервер.

Клієнт (Client) – 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 (Server), призначений для виконання сервісних функцій за клієнтськими запитами (request), надання користувачам доступу до певних ресурсів, а також зберігання баз даних і управляючих програм. Структура найпростішої хмарної клієнт-серверної архітектури схематично представлена на рис. 1.4.

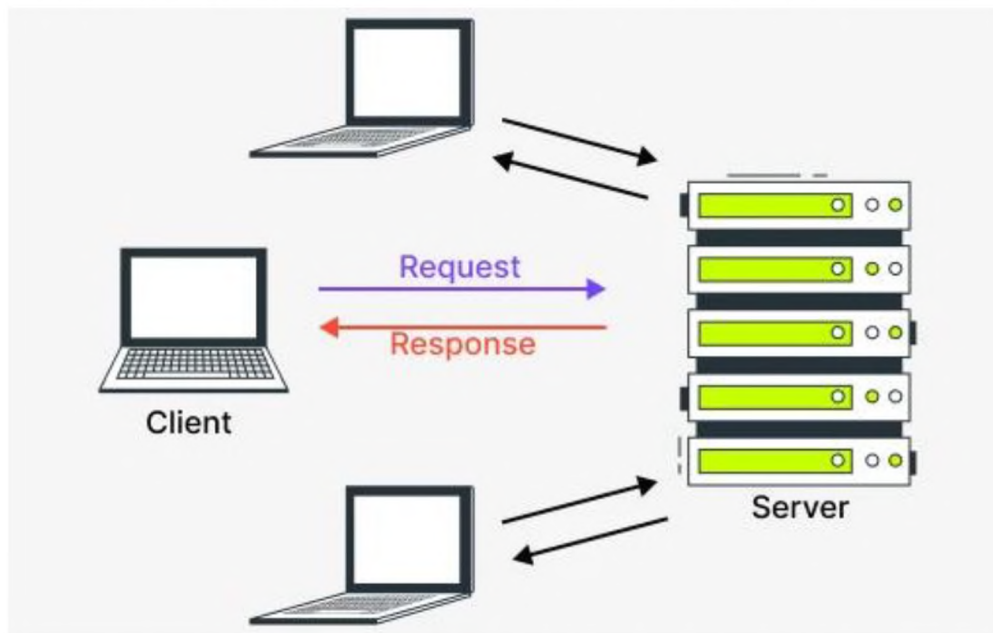


Рисунок 1.4 – Структура простої клієнт-серверної архітектури ІС в хмарі [32]

В такій моделі (див. рис. 1.4) відбувається постійний обмін за схемою: запит (request) – обробка запиту – відповідь (response). Якщо приходить одночасно кілька запитів, то вони шикуються в чергу й виконуються сервером послідовно. Запити, для яких встановлено вищі пріоритети, виконуються раніше.

На сервері реалізуються наступні функції:

- доступ, зберігання, захист і резервне копіювання даних;
- обробка запитів клієнтів;
- відправлення відповіді (результату) клієнту.

На боці клієнта реалізуються наступні функції:

- надання інтерфейсу користувача;
- формування запиту до сервера і відправка;

– отримання результатів запиту від сервера і відправка додаткових команд (запитів на додавання, оновлення або видалення даних).

Принципи взаємодії між комп'ютерами визначені в архітектурі клієнт-сервер, а правила контактів між ними в мережі визначені в низці мережевих протоколів. В табл. 1.1 наведений опис всіх базових протоколів за призначенням.

Таблиця 1.1 – Мережеві протоколи і їх функції в архітектурі клієнт-сервер

Вид протоколу	Характеристика протоколу за функціями
TCP/IP	TCP/IP – це позначення всієї мережі, яка працює на основі двох протоколів – TCP і IP. Набір (стек) протоколів передачі даних.
IP (Internet Protocol)	Один із перших протоколів, який відповідає за точність доставки повідомлень за заданим адресом. Реалізує пакетну доставку даних.
TCP (Transfer Control Protocol)	Служить для встановлення надійного з'єднання між двома пристроями, передачі інформації і підтвердження її отримання.
MAC (Media Access Control)	Протокол, за допомогою якого відбувається ідентифікація мережевих пристроїв. Всі пристрої, підключені до інтернету, мають свою унікальну MAC адресу.
ICMP (Internet control message protocol)	Протокол, який відповідає за обмін інформацією (повідомленнями), але не використовується для передачі даних.
UDP (User datagram protocol)	Протокол, який керує передачею інформації, але інформація не проходить перевірку при отриманні. Працює швидше, ніж TCP.
HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)	На основі протоколу передачі гіпертексту працюють всі сайти. Він запитує необхідні дані у віддаленій системи (вебсторінки, файли).
FTP (File Transfer Protocol)	Протокол передачі файлів зі спеціального файлового сервера на комп'ютер користувача
SSH (Secure Shell)	Протокол, який служить для забезпечення віддаленого керування системою по захищеному каналу.
POP3 (Post Office Protocol)	Стандартний протокол поштового з'єднання, який відповідає за доставку пошти
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	Визначає правила для передачі пошти. Відповідає за повернення або підтвердження про доставку, оповіщення про помилку

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, заснована на клієнт-серверній архітектурі, включає три основних компоненти: прикладний компонент, 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 буди надзвичайно великою. Потік даних потребує централізованого оновлення і вчасної доставки.

Багаторівнева клієнт-серверна архітектура, схема будови якої наведена на рис. 1.5 [32], дозволяє розподілити операції між кількома серверами і таким чином знизити навантаження на сервер, прискорити результат.

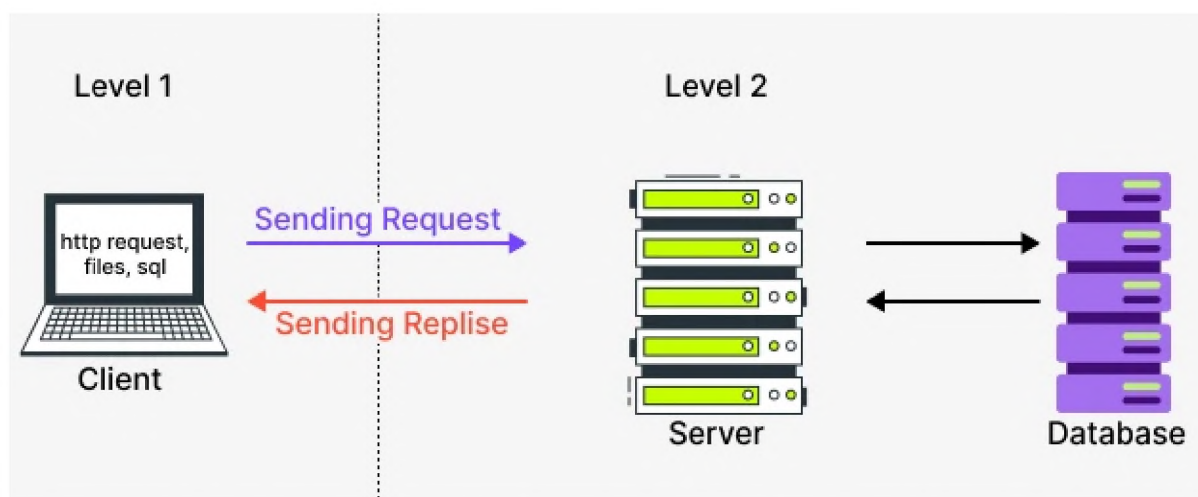


Рисунок 1.5 – Концептуальна схема дворівневої (багаторівневої) клієнт-серверної архітектури [32]

Сервер здатний обробляти тисячі запитів паралельно. Тобто, до одного сервера можуть звертатися тисячі клієнтів одночасно. У трирівневій архітектурі (див. рис. 1.5) розподіл функцій між серверами відбуватися таким чином:

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

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.

В якості прикладу багаторівневої інформаційної системи як варіанту рішення для будь-якого аграрного підприємства обрано вітчизняну систему Soft.Farm. Основна схема організації хмарної клієнт-серверної архітектури ІС Soft.Farm, що розташована на платформі Amazon, представлена на рис. 1.6.

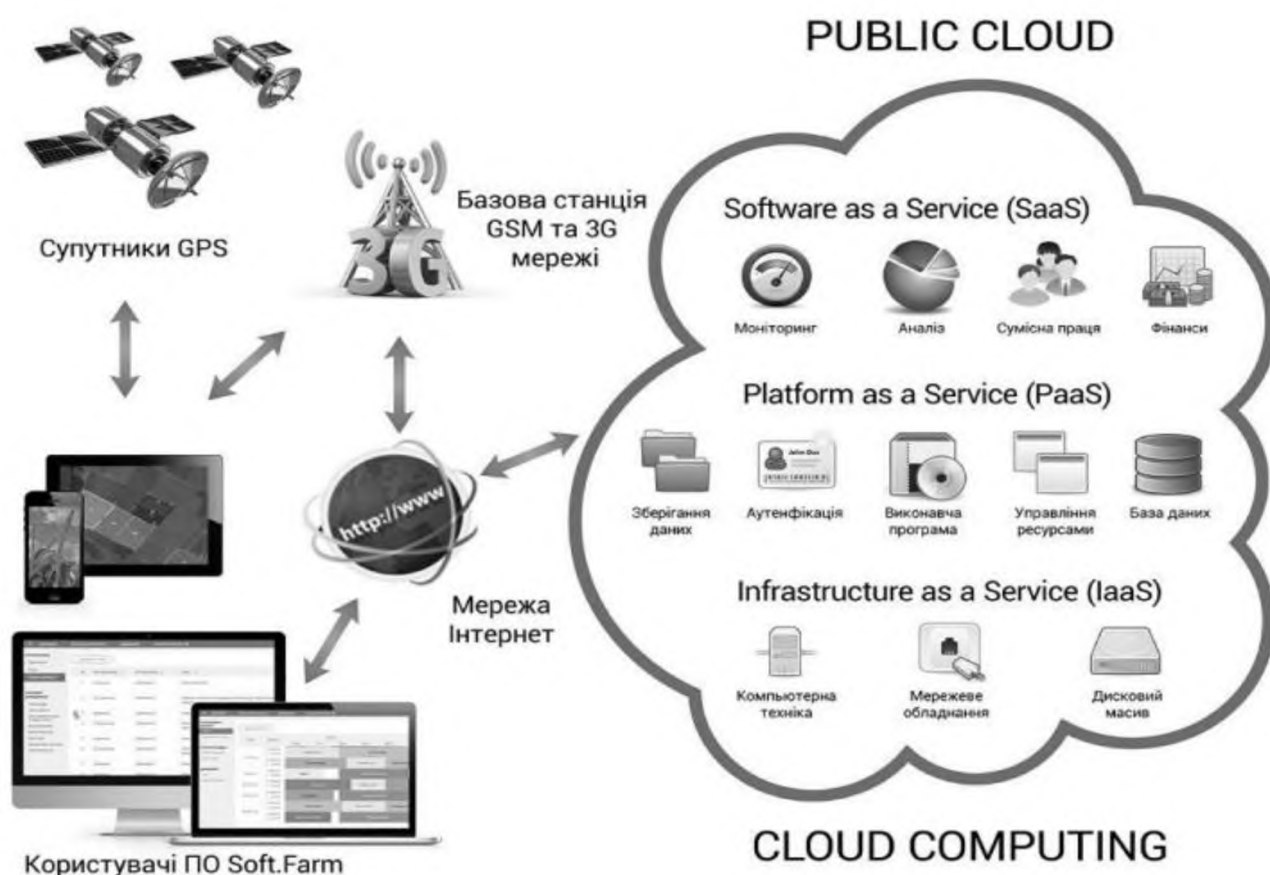


Рисунок 1.6 – Схема побудови ІС Soft.Farm та хмарних сервісів на платформі Amazon (розроблено на основі [26])

Система надає користувачам в онлайн доступі такі сервіси:

- SaaS (програмне забезпечення як послуга) - моніторинг полів, аналіз даних, можливості сумісної роботи з даними, фінансовий аналіз);
- PaaS (платформа як послуга): аутентифікація, управління ресурсами, бази даних, доступ до виконавчої програми);
- IaaS (інфраструктура як послуга) 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.

Висновки до розділу 1

Рух у напрямку впровадження технологій Індустрії 4.0 в міжнародному науковому середовищі і в світовому аграрному виробництві визначено як невідворотний та єдино вірний шлях на міжнародному рівні. При цьому визначено стек основних технологій, які можуть забезпечити перехід до нових рівнів якості агропродукції, агровиробництва, управління. Агрокультура 4.0 обговорюється на світових майданчиках і форумах.

Технології точного землеробства є однією з базових концепцій Агрокультури 4.0 і суттєвим кроком до поєднання традиційних виробничих процесів у рослинництві та цифрових технологій, які включають застосування диференційованого «точного» підходу до виконання всіх операцій, збору і використання даних.

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.

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. Обґрунтованою є трирівнева і багаторівнева клієнт-серверна архітектура, яка базується на хмарних обчисленнях. Для прикладу серед представлених для впровадження відповідних вітчизняних і зарубіжні платформ розглянута архітектура Soft.Farm.

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

РОЗДІЛ 2

ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ В АГРАРНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ НА ІНТЕГРОВАНІЙ ПЛАТФОРМІ

2.1 Формування плану впровадження інформаційних систем у виробничу діяльність агропідприємств галузі рослинництва

2.1.1 Постановка цілей та формування мети впровадження ІС

Сучасні досягнення в області телекомунікацій, цифрових технологій, методів збору й оброблення інформації об'єктивно сприяють створенню принципово нових програмних комплексів, які здатні інтегрувати досвід багатьох спеціалістів в області агрономії, біології, економіки та інших суміжних областях діяльності [33]. Мета впровадження ІСТ в агрономії полягає в підвищенні ефективності та конкурентоспроможності аграрного виробництва. Інформаційні технології дозволяють збирати, обробляти, аналізувати та передавати дані про стан ґрунту, рослин, клімату, ринку та інші фактори, що впливають на агрономічні процеси. За допомогою інформаційних систем і технологій агрономи можуть оптимізувати вибір сортів, планування посіву, застосування добрив, засобів захисту рослин, збирання врожаю та інші аспекти агротехнологій, що все разом сприятиме покращенню якості продукції, зменшенню витрат, збереженню ресурсів та навколишнього середовища.

План впровадження інформаційних систем в агрономії має включати цілі, завдання, ресурси, етапи та очікувані результати використання сучасних технологій для підвищення ефективності та конкурентоспроможності аграрного сектору. Інформаційні системи в агрономії повинні включати такі компоненти, як системи дистанційного моніторингу, прогнозування погоди, оптимізацію технологій вирощування рослин, управління водними ресурсами, аналіз даних та інше. Загалом, впровадження інформаційних систем в агрономії має враховувати специфіку регіону, потреби фермерів, наявність інфраструктури та

фінансування, а також можливі ризики та виклики. Для розуміння складу технологій і вибору необхідного функціоналу ІС з метою автоматизації управління виробництвом у конкретному сільськогосподарському підприємстві необхідно провести значний обсяг підготовчих робіт.

2.1.2 Агротехнології як предметна область інформаційних систем

Перш за все, всім зацікавленим сторонам необхідно чітко розуміти сутність і взаємозв'язок технологічних операцій, наприклад у галузі рослинництва, категорії оброблюваної інформації, а також перелік і форму вхідних і звітних документів, які створюються і обробляються в усіх обліково-технологічних процесах.

Отже, першим кроком до розуміння завдань і структури управляючої інформаційної системи, потрібно взяти до уваги наступні поняття і твердження з області технологій галузі рослинництва.

1. Послідовність, способи та засоби виконання сільськогосподарських робіт і виробничого процесу загалом називають технологією. Елементарний склад технологій представлено на рис. 2.1.

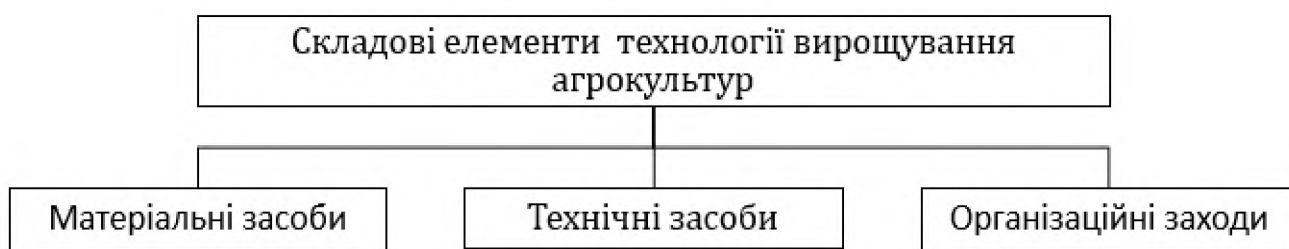


Рисунок 2.1 – Елементи технології вирощування агрокультур

Складові елементи технології (див. рис. 2.1) тісно між собою пов'язані. Технології визначаються специфічними засобами виробництва – ґрунтом, рослинами, кліматичними умовами [34].

2. Є фактом, що вирощування сільськогосподарських культур у різних природно-кліматичних зонах України потребує різних технологічних операцій у різній послідовності: комплекс механізованих робіт є взаємопов'язаним; кожна попередня операція створює необхідні умови для наступної (додаток Б).

3. У рослинництві розрізняють технології: вирощування і збирання культур; виробництва, яке включає всі процеси отримання готового продукту; окремі технології окремих видів польових та дослідницьких робіт.

4. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур характеризуються як ресурсоощадні та ґрунтозахисні, є частинами так званої індустріальної технології. Сутність полягає в тому, що за увесь період від висіву до збирання урожаю біологи, агротехніки та інші фахівці з біологічної науки ведуть спостереження за розвитком рослин, аналізують і за виявлення ознак порушення їх розвитку (вплив шкідників, захворювань і т. ін.) обробляють посіви широкозахватними агрегатами і вносять відкориговані дози добрив, гербіцидів або ЗЗР. При цьому дані про виконані роботи чітко фіксуються [35]. На всіх етапах вирощування доцільно застосовувати широкий спектр сучасних інформаційних технологій від точного землеробства до Агрокультури 4.0.

5. Упровадження технологічних комплексів і високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур у виробничу практику, чітке дотримання технологічної дисципліни за строками виконання робіт, широке впровадження науково обґрунтованих рекомендацій щодо експлуатації машин та агротехнічних засобів забезпечує індустріалізацію і інтенсифікацію технологій виробництва продукції.

6. Технологічні операції забезпечуються відповідним технологічним комплексом машин: система машин, що складається із спеціальних самохідних машин (енергомашин), начіпних або причіпних машин і агрегатів, які використовують протягом усього циклу вирощування культур. Машини пов'язані за принципом повної механізації всіх видів робіт. Марки машин і їхні характеристики вказуються у звітних документах, обліку операцій тощо.

7. Частиною технології виробництва будь-якої продукції рослинництва є виробничий процес, що складається із послідовної зміни зв'язаних між собою виробничих операцій. До виробничих процесів належать: оранка, польові роботи, підготовка ґрунту, внесення гербіцидів, передпосівні роботи, сівба, внесення добрив іт ін., які виконуються за допомогою техніки (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Основні групи виробничих операцій у складі виробничих процесів

8. Для раціональної організації виробництва окремих видів продукції рослинництва і обліку в аграрних підприємствах обов'язково складаються технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. Бланк технологічної карти (паперової) для прикладу представлений на рис. 2.3.

Технологічна карта виробництва _____

Урожайність, ц/га - _____ Органічних, т/га - _____

Попередник - _____ Мінеральних, кг д.р./га - _____

Рівень ресурсного забезпечення - _____ в тому числі: азотних, кг д.р./га - ____;
фосфорних, кг д.р./га - ____; калійних, кг

Клас ґрунтів - __, Група підприємств - ____

Номер операції	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату			Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Витраш праці на весь обсяг робіт, люд.-год.	Тарифна ставка за нормозміну, грн.		Зарплата за весь обсяг робіт, грн.			Витрати палива, кг	
				енергом ашина	с.-г. машина		механізатори	інші робітники				механізаторам	іншим робітникам	разом	на одиницю робота	на весь обсяг робіт		
					марка	кількість												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Рисунок 2.3 – Загальна структура технологічної карти вирощування культури

Автоматизація створення технологічних карт на основі бази даних підприємства та оперативних даних є обов'язковим завданням управляючої ІС, як і забезпечення формування всіх інших документів і звітних форм, що супроводжують аграрне виробництво і передбачені законодавством.

9. Важливим елементом землеробства є організація правильних і ефективних сівозмін – обґрунтованого чергування вирощуваних культур у часі й просторі. Сівозміни мають бути економічно та науково-обґрунтованими.

Ефективне управління виробничими процесами у рослинництві на основі сучасної інформаційної системи передбачає перенесення операцій обробки даних про всі зазначені елементи виробничого процесу та підтримку прийняття рішень на програмно-технічний комплекс.

2.1.3 Етапи підготовчих робіт проєктування управляючої ІС

Під час створення інформаційної системи на стадії технічного проєктування одним із найважливіших етапів, який виконується за активної участі майбутнього користувача-замовника, є формування комплексу задач для автоматизованого розв'язання [36]. Результати цієї роботи подаються у вигляді документа «Опис постановки задачі», зміст розділів якого наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні складові опису постановки задачі автоматизації

Назва розділів опису постановки задачі	Уточнення змісту складової постановки задачі
1. Характеристика комплексу задач	- призначення комплексу задач; - перелік об'єктів, при управлінні якими вирішують комплекс задач; - періодичність і тривалість рішення; - умови, за яких припиняється рішення комплексу задач автоматизованим способом; - зв'язки даного комплексу задач з іншими комплексами (задачами); - посади осіб та (або) найменування підрозділів, які визначають умови і часові характеристики конкретного рішення задачі
2. Вихідна інформація	- перелік та опис вихідних повідомлень; - перелік та опис структурних одиниць інформації вихідних повідомлень, які мають самостійне смислове значення.
3. Вхідна інформація	- перелік та опис вхідних повідомлень; - перелік та опис структурних одиниць інформації вхідних повідомлень, які мають самостійне смислове значення

Постановка розрахункової задачі для машинного розв'язання описується алгоритмом, який поєднує логіку розв'язання задачі та спосіб формування вихідних даних. Документ «Опис алгоритму» (РД 50-34.698-90) вміщує математичний опис і алгоритм розв'язання, який може бути виражений графічно (у вигляді схеми), у текстовому або табличному вигляді [37]. Загалом, кожний етап має бути ретельно підготовлений, задокументований і взятий до уваги при реалізації будь-якого з методів упровадження ІС.

На першому етапі моделювання ІС розробляється концептуальна схема, яка складається з даних, звітів, форм і іншої документації, що містить вхідні відомості про обсяги, пікові навантаження й інші характеристики даних. Ці відомості описують ту частину організації, що відповідає ІС.

Наступний етап – формалізація концептуальної схеми. Формалізована модель називається логічною схемою. Вона складається з набору відношень, які описують різні взаємозв'язки, що існують між даними, а також елементи даних (для внесення даних по підприємству по всім операціям і підрозділам). У процесі формалізації концептуальної схеми розробляється словник даних. Логічна схема повинна точно відображати інформацію, представлену в концептуальній схемі.

На третьому етапі модель реалізується у вигляді бази даних, що відображає потреби підприємства в організації та використанні даних. Для підтримки ІС будуть потрібні розвинені апаратні засоби й програмне забезпечення.

Стадії та етапи розробки ІС визначає відповідний державний стандарт (ГОСТ 34.601–90) [38]. У цьому стандарті наведено загальний перелік стадій та етапів створення автоматизованих інформаційних систем, причому в конкретних умовах ці стадії та етапи можуть поєднуватись один з одним або не виконуватись. Це залежить від особливостей інформаційних систем, які створюються, та від домовленості між розробником системи та її замовником. Вісім етапів робіт по трьом стадіям створення інформаційних систем, які передбачає Державний стандарт, наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Головні стадії розробки АІС (згідно [38])

Стадії	Етапи робіт
1. Формування вимог до АС	1.1 Обстеження об'єкта та обґрунтування необхідності створення АС
	1.2 Формування вимог користувача до АС
	1.3 Оформлення звіту про виконану роботу та заявки на розробку АС (тактико-технічного завдання)
2. Розробка концепції АС	2.1 Вивчення об'єкту
	2.2 Проведення необхідних науково-дослідних робіт
	2.3 Розробка варіантів концепції АС та вибір варіанта концепції АС, що задовольняє вимогам користувача
	2.4 Оформлення звіту про виконану роботу
3. Технічне завдання	3.1. Розробка та затвердження технічного завдання на створення АС

Під час впровадження ІС слід дотримуватись наступних принципів.

1. Ефективність ІС повинна оцінюватись рентабельністю інвестицій.
2. Суворе дотримання затвердженого переліку й графіку робіт з мінімізацією додавання до системи не передбачених планом складових.
3. Бізнес-процеси (технологічні процеси) підприємства треба описувати та аналізувати до початку впровадження, а не під час реалізації проєкту.
4. Впровадження раціонально виконувати по модулям, починаючи з модулів, які найшвидше принесуть реальний результат, із подальшим масштабуванням.
5. Успішне впровадження – результат тісної співпраці розробника і замовника, розуміння сутності завдань предметної області.

Провівши детальний аналіз існуючої системи (або паралельних систем) управління виробничими процесами на підприємстві, окресливши завдання та створивши загальну концепцію впровадження удосконаленої ІС перед керівною ланкою стоїть завдання вибору кінцевого рішення та компонентного складу ІС.

2.2 Порівняльний аналіз інформаційних систем управління виробничими процесами галузі рослинництва за функціоналом

Автоматизація сучасного аграрного виробництва можлива на основі застосування комплексу інформаційних технологій і готових рішень, автоматизації всіх етапів збору та обробки даних, підтримки прийняття рішень.

Є чимало робіт, присвячених організації єдиного інформаційного середовища ведення облікових даних в агропідприємствах, наприклад [39]. На сьогодні передовим господарствам недостатньо просто облікових систем і програм електронної звітності, або ж окремих технологій моніторингу технологічних процесів. 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. Перелік і зміст основних модулів таких систем був розглянутий в роботі [9]. Було обґрунтовано необхідність комплексу управління земельним банком, GPS-моніторингу техніки, метеоспостереження, керування агротехнологіями, оброблення супутникових знімків полів, картографія, контроль висіву, а також обліку.

Такі гіганти ІТ індустрії, як компанії Microsoft, Intel, IBM та ін. вчасно зрозуміли стратегічні переваги для платформ у власному розвитку [40]. Сучасні розробники інформаційних систем також намагаються слідувати цим стратегіям, розробляють і впроваджують різноманітні промислові рішення на основі єдиних платформ. Відомими компаніями, що мають комплексні рішення для агровиробників, на сьогодні в Україні є, наприклад, IT-Enterprise [41] з платформою MASTER, ТОВ «Кварт Софт» і платформа Soft.Farm, ТОВ «СофтПро» і ПК «Універсал».

Міжнародні компанії широко представлені і конкурують в сегменті програмного забезпечення на аграрному ринку України. 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 або Syngenta. Потенційним клієнтам пропонують пакет послуг разом із інформаційною системою Field View. Однак, дана система має певні недоліки мовного інтерфейсу, не містить вбудованих словників даних, пов'язаних із аграрним виробництвом в цілому (наприклад, всіх сортів добрив, всіх видів ЗЗР та ін.), а отже не має очікуваної ефективності для агропідприємств.

Для формування цілісної картини розглянемо функціональні характеристики та інші показники декількох популярних інформаційних систем різних розробників, які мають подібність підходу до аналізу даних, набору модулів і призначені для галузі рослинництва. Першим проведемо аналіз модуля MASTER: Агрономія, що включений до інформаційної платформи MASTER (табл. 2.3) і є технічним брендом компанії IT-Enterprise (додаток В).

Платформа MASTER спеціалізується на рішеннях для управління бізнес-процесами всіх видів підприємств, але має спеціалізований модуль Агрономія (додаток Г), що робить його більш універсальним [42].

В якості критеріїв порівняння 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 2.3 – Основні характеристики ІС MASTER:Агрономія (за [43])

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, з яким інтегрується
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 – фіксація по факту виконаних робіт на полі та фіксація затрат у розрізі полів та культур; Фітосанітарні спостереження - фіксація наявності шкідників, хвороб та бур'янів на полі в культурі; Фенологічні спостереження - фіксація якості росту культури в певну фенофазу за допомогою характеристик росту культури; Метеорологічні спостереження - фіксація метеорологічних характеристик середовища в певний період; План 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. Cropio трансформувалася в більш масштабний проєкт Cropwise як результат реновації і розвитку цифрової стратегії компанії Syngenta Group (один із лідерів з постачання мінеральних добрив, насіння, засобів захисту рослин (ЗЗР) та ін.) [44]. Детальні характеристики оновленої системи структуровані в табл. 2.4. на основі даних офіційного сайту системи [45].

Таблиця 2.4 – Основні характеристики Cropwise Operations (за даними [45])

Назва характеристики	Короткий опис характеристики, дані, пояснення
Призначення ІС	Система управління агровиробництвом
Країна-виробник	Система Cropio розроблена компанією N.S.T. New Science Technologies Ltd. З 2019 р. належить компанії Syngenta Group
Функціональні можливості	Програма складається із трьох базових модулів: Стан посівів, Агро операції (Планування робіт), Телематика (GPS Моніторинг), які охоплюють увесь перелік операцій у рослинництві
Характеристика головних модулів Cropwise Operations	- Функції модуля СТАН ПОСІВІВ: оцінка стану посівів — супутникові знімки високої та середньої роздільної здатності; історія полів; карти вегетації; карти рельєфу та схилів; точний прогноз погоди; опади; вологість ґрунту; температура повітря та ґрунту; активні температури; звіти оглядів полів; прогноз урожайності; повідомлення про опади та різке зниження вегетації. - Функції модуля АГРООПЕРАЦІЇ: планування агроробіт; розподіл норм внесення насіння, добрив, засобів захисту рослин; відбір проб ґрунту; тести ґрунту; карти аналізу ґрунту; карти текстури ґрунту; диференційоване внесення; планування збиральної кампанії. - Функції модуля АГРООПЕРАЦІЇ: планування агроробіт; розподіл норм внесення насіння, добрив, засобів захисту рослин; відбір проб ґрунту; тести ґрунту; карти аналізу ґрунту; карти текстури ґрунту; диференційоване внесення; планування збиральної кампанії.
Можливість поєднання з іншими програмними продуктами	Сторіо інтегрується з багатьма обліковими ІС, системами GPS моніторингу техніки, метеостанціями, дронами різних виробників, різними сенсорами та датчиками. Система дозволяє відстежувати погодинну та щоденну роботу, продуктивність та пересування техніки. Програма може надсилати автоматичні оповіщення у таких ситуаціях, як порушення швидкісного режиму, робота без плану, відсутність сигналу та інші
Наявність демо-версії	Cropwise Operations надається протягом 14 днів безкоштовно як пробна демо-версія на сайті
Тип встановлення	На всіх цифрових пристроях, від мобільного, планшета до хмарового сервісу. Може працювати Off-line
Технічні вимоги	Оговорюються для кожного конкретного користувача, загалом відповідають потребам стандартного ПЗ

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, маючи на меті роль світового лідера цифровізації сільського господарства (понад 50 млн га сільгоспугідь керуються програмними продуктами компанії) [46].

В такому ж контексті, як це представлено в табл. 2.3-2.4 проводився аналіз інших ІС для здійснення управління виробничими процесами. 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 впровадження виступають цінова політика, доступність демо-версій, відкритість та масштабованість.

Комплексний аналіз та вивчення відгуків користувачів сприяли вибору серед всіх потужних розробок універсальної ІС Soft.Farm [47].

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.

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 [48].

2.3 Технічні характеристики та функціонал інформаційної системи управління виробничими процесами в галузі рослинництва на прикладі IC Soft.Farm

Система Soft.Farm має багаторівневу хмарну клієнт-серверну архітектуру (див. рис. 1.6). Вхід в систему для початку роботи здійснюється безпосередньо через вебінтерфейс системи [47], використання починається безкоштовно після реєстрації (додаток Д). Головна сторінка вебінтерфейсу представлена на рис. 2.4.

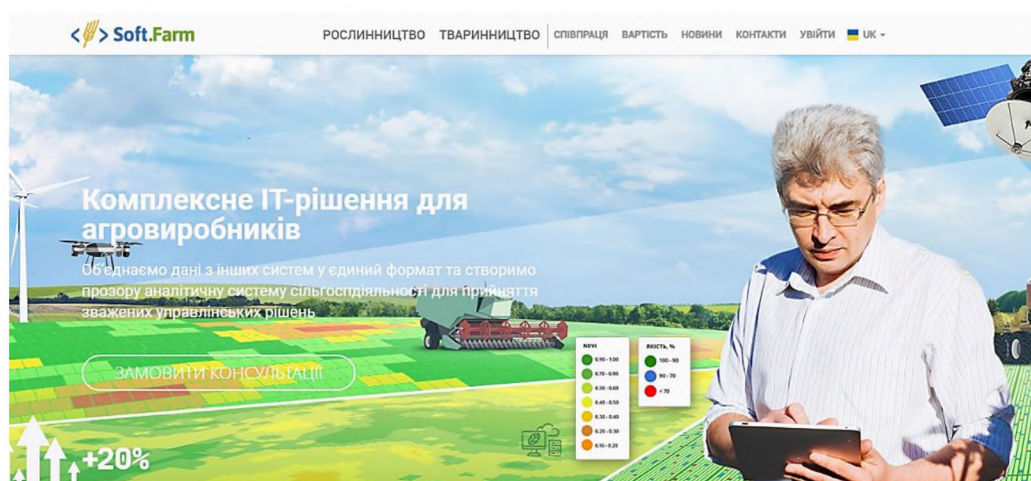


Рисунок 2.4 – Вебінтерфейс клієнтської частини IC Soft.Farm

Система 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. 2.5).



Рисунок 2.5 – Набір головних модулів IC Soft.Farm у розділі «Рослинництво»

Модульність побудови IC 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 включати за потреби, що дозволяє управляти і функціоналом, і тарифним планом, поетапно впроваджувати. Розглянемо на прикладах функціонал системи та технічні можливості головних модулів. Модулі, що стосуються обліку земельних ресурсів і робіт, наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Зміст групи модулів обробки «земельних» даних Soft.Farm

Назва модуля IC	Функції, зміст та призначення модуля в IC Soft.Farm
«Агротехнологія»	Розробка та автоматичне зберігання технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур в одному місці, швидкий розрахунок потреб у 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.
«Земельний банк»	Створення повного банку земельних ресурсів, нанесеного 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); додаткові безкоштовні інструменти, які можна встановити на мобільний пристрій.
«GPS моніторинг техніки»	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 самоперетин, при роботі на полі кількох одиниць техніки; – розподіл пального на переїзди та роботи; – оперативного отримання інформації по виконаних роботах та витратах пального в розрізі агрооперацій, полів, техніки, механізаторів.
«Картограми»	Визначення агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту; проведення хімічного аналізу ґрунту всього земельного банку через індекси NDVI 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, доступ до збережених даних.

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.

Фрагмент знімку екрану інтерфейсу IC Soft.Farm при роботі модуля GPS-моніторингу в розділі «Робота техніки» на прикладі реального підприємства представлено на рис. 2.6: показана карта пропусків при внесенні насіннєвого 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.

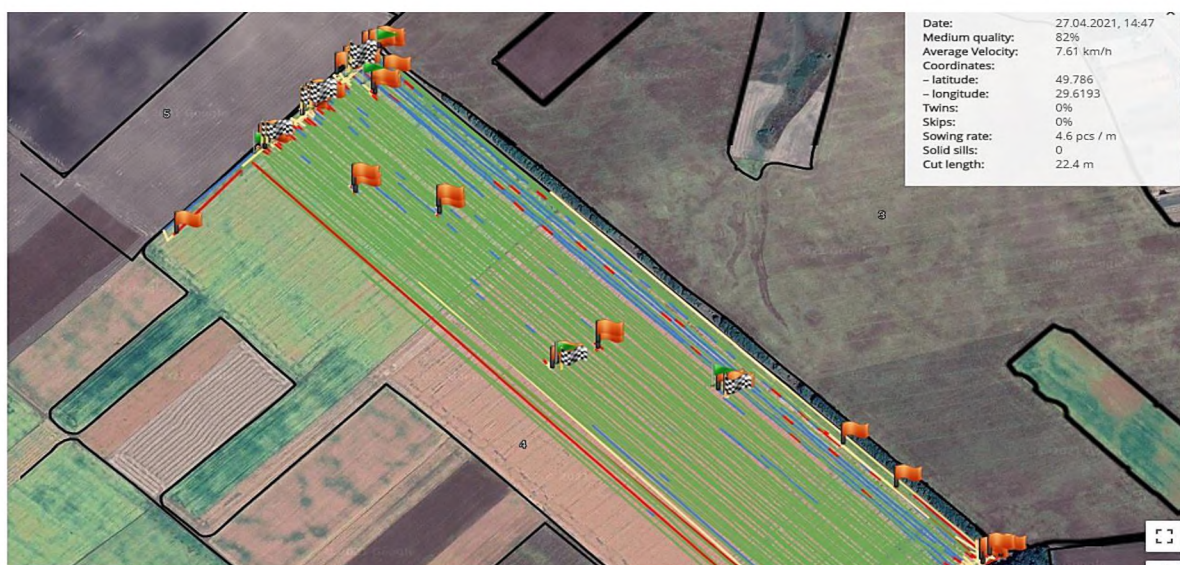


Рисунок 2.6 – Контроль за якістю і процесом виконання польових робіт із відстеженням зайнятості одиниць техніки в режимі реального часу

По кольорам легенди (див. рис. 2.6) рисунку розпізнають: від норми 100 % (зелені зони) до синьої й червоної зони, в яких недостатньо внесені посівні матеріали. Для читання рисунків є довідник «Елементи картограм» (додаток Д).

Примітка. Наведені в подальшому приклади є результатом вивчення та узагальнення досвіду розробки і впровадження IC Soft.Farm у різних підприємствах галузі рослинництва різних регіонів України, надані для вивчення без анонсування конкретних даних в публічному доступі компанією-розробником.

Далі важливо звернути увагу на технологічні інструменти, які не завжди представлені в інших системах для агропідприємств, оскільки маємо справу із використанням міжнародної бази супутникових знімків (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Модулі IC Soft.Farm для обстеження полів на основі супутникових знімків та планування, контролю робіт

Назва модуля	Функції модуля в Soft.Farm
«Агроскаутінг»	Мобільний додаток IC за допомогою якого відстежують виконання завдань та проведення аналізу якості їх виконання, планові обстеження поля і складання звіту. Агроном у полі оглядає посіви та при виявленні проблемних ділянок, шкідників, хвороб, бур'янів і 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
«Супутникові знімки, індекс NDVI»	Моніторинг посівів на основі знімків зі штучних супутників землі. Знімки відображають розподілення вегетаційної маси по полю, що дозволяє визначити ділянки з низькою вегетацією і розробити агротехнічні заходи для їх усунення. Аналіз індексу NDVI по роках допомагає визначити продуктивні та непродуктивні поля, оптимально сформувати сівозміну.
«Метео-спостереження»	забезпечує доступ до супутникових даних та об'єднує 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.
«Контроль висіву»	Контроль роботи сівалок для мінімізації пропусків при посіву: на сівалку встановлюються датчики, в кабіні машини – монітор, на якому в реальному режимі відображається інформація про висів, дані додатково передаються на інтернет-сервер по каналах GSM-зв'язку. Роботу техніки можуть віддалено контролювати диспетчери та керівництво. У модуль «Контроль висіву» можливе підключення будь-якої системи контролю висіву, яка має функцію передачі даних на віддалений сервер. Система розрахує засіяну площу, витрати насіння та добрив, час роботи, створить картограму посіву, яку можна використовувати для планування врожайності, складання карт диференційного внесення добрив, а також для загальної оцінки якості виконаних робіт як по полю, так і по господарству.
«Контроль витрат ON-LINE»	Забезпечує збір, обробку та аналіз інформації із різних джерел про хід виконання робіт по кожній із технологічних операцій, тобто актуальний аналіз план-факт.

На рис. 2.7 показано принцип використання даних хімічного аналізу ґрунту поля по концентрації мінеральних речовин для росту культури. На основі виконаних замірів хімічного аналізу ґрунту поля створюється карта. Справа –

технічне завдання для технологічного приладу (енергомашина + навісне обладнання) для внесення відповідних добрив.

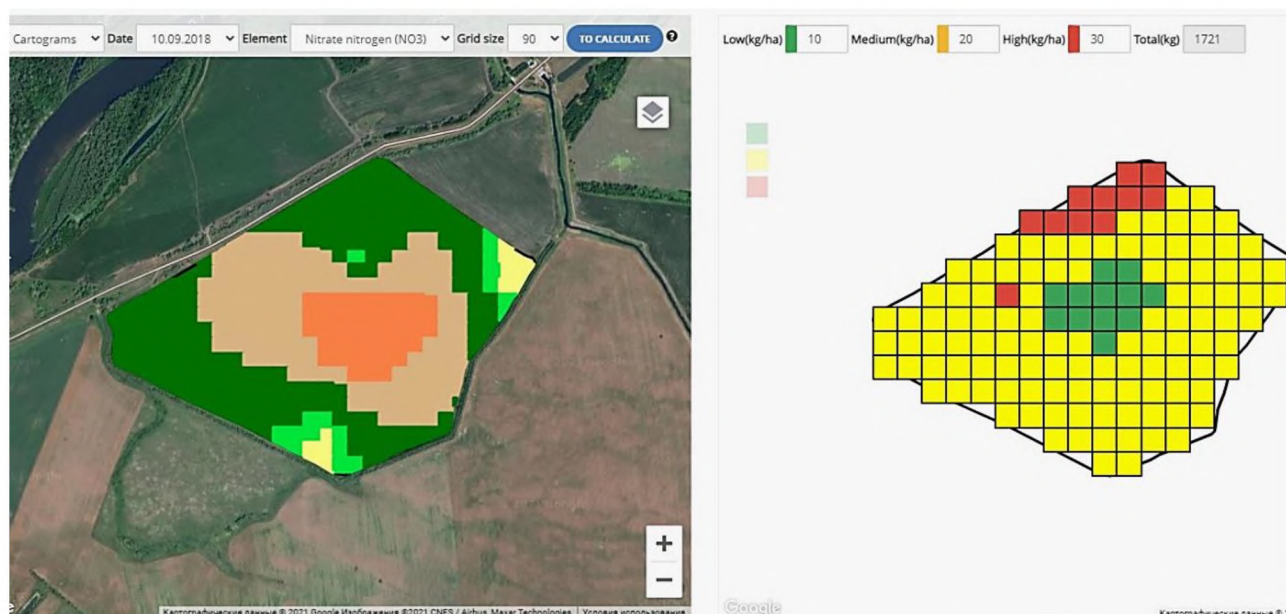


Рисунок 2.7 – Результати хімічного аналізу поля (зліва) по концентрації поживних речовин та технічне завдання по диференційованому внесенню добрив (справа) в IC Soft.Farm

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 %.

На рис. 2.8 наведено графічне зображення NDVI (Normalized difference vegetation index) на прикладі окремого підприємства, зареєстрованого в Україні. Колірна гамма відповідного значення індексу NDVI дозволяє відобразити однорідність рівня рослинності або насиченість рослинної маси по точкам поля, що дозволяє виявити неоднорідні ділянки та розробити агротехнічні заходи щодо їх ліквідації. Аналіз NDVI за роками допомагає визначити продуктивні та малопродуктивні поля, отримана інформація допоможе оптимально сформувати

сівозміну. Аналіз індексу NDVI виявить поля, на яких протягом п'яти років жодного разу не було високого врожаю. Фахівці зможуть вирішити: або вкладати кошти в добрива, або сіяти на корм багаторічні трави, наприклад.

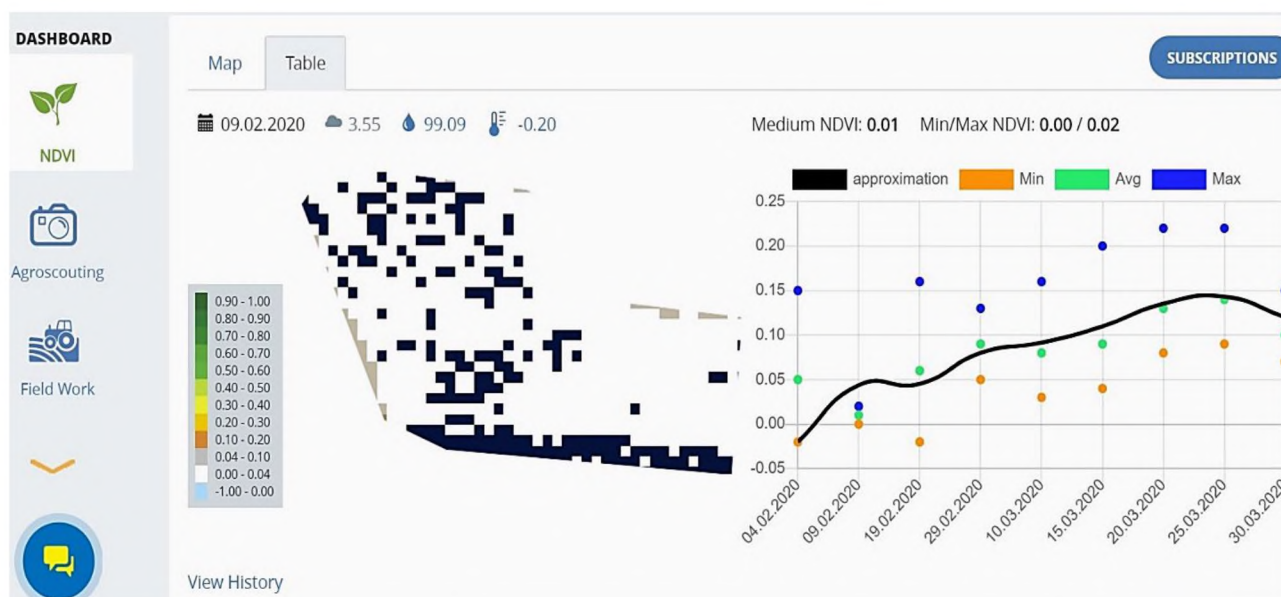


Рисунок 2.8 – Приклад зображення функціоналу модулю NDVI за 1 місяць

Наявність вищеописаних модулів дозволяє не лише проводити «спостереження» явищ на ділянках полів, як основного місця проведення всіх агрономічних робіт. Важливим завданням є налаштування обміну даними з різними пристроями, форматами та програмним забезпеченням. Ці дані дають змогу проводити диференційоване збагачення добривами різних марок, що в фіналі дає економію, з однієї сторони, та більш чистий продукт – з іншої [49]. На наступних етапах впровадження ІС виконує роль інтеграційного центру аналізу, обробки інформації та прийняття рішень.

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» [49]. 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.

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

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

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 [46]. Надання послуг із підбору відповідного комплексу програмного забезпечення є перспективним напрямом ІТ-бізнесу на основі здійснення аналітики потреб та пропозиції на ринку [50].

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА В СЕРЕДОВИЩІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Створення інформаційної бази об'єктів виробничої діяльності аграрного підприємства на прикладі інформаційної системи Soft.Farm

Початком практичного використання ІС Soft.Farm після проведення всіх підготовчих робіт і реєстрації в реальній системі, описаних у розділі 2, є поетапне внесення даних, створення нових словників (довідників), а згодом виконання технологічних і облікових операцій на основі даних системи. В якості прикладів були використані дані окремих підприємств без вказування назв та локації. Окремі дані (перелік культур, сівозміни, урожайність та ін.) являють собою типовий набір характеристик середнього фермерського господарства і обиралися із різних довідників, даних статистичної звітності, що є у відкритому доступі. Розглянуто модель підприємства, що займається галуззю рослинництва, розташоване на території Полтавської області і потребує управління виробничими процесами на основі ІС. В якості прикладу впроваджуємо систему Soft.Farm. Після реєстрації підприємства через вебсайт системи і входу з'являється перше повідомлення із привітанням нового користувача та запрошенням обрати вид господарської діяльності (рослинництво або тваринництво). Меню налаштування даних нового користувача (фахівця, директора) наведено на рис. 3.1.

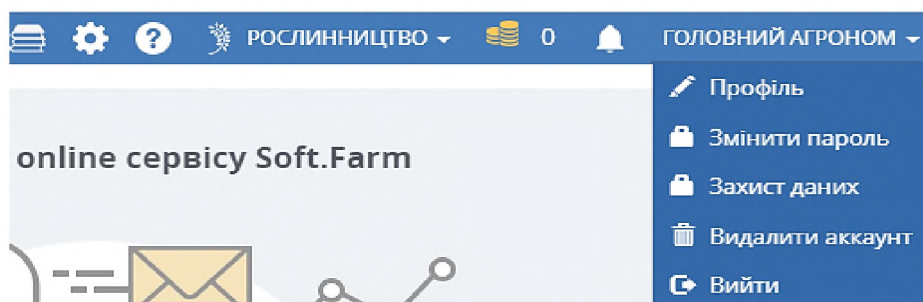


Рисунок 3.1 – Склад меню налаштування профілю і даних користувача

Наступним кроком є робота із внесення початкових даних, заповнення профілю підприємства. IC Soft.Farm підготовлена до роботи таким чином, що містить великий набір загальних і технологічних заповнених довідників (додаток Е), а також довідники для заповнення уже в конкретному підприємстві (додаток Е, розділи «Організація», «Технологічні довідники»).

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. 3.2).

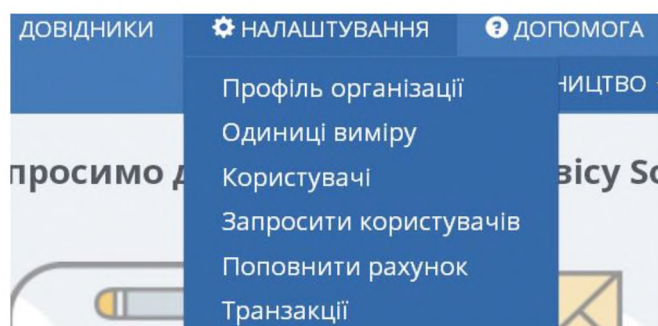


Рисунок 3.2 – Перелік підпунктів розгорнутого розділу головного меню «Налаштування» IC Soft.Farm

Завдяки налаштуванню профілю організації і введення реквізитів (ЄДРПОУ, МФО, IBAN) в системі буде автоматизовано заповнення багатьох електронних документів, наприклад, рахунків (додаток Ж). 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 таблицю (рис. 3.3).

ДОДАТИ					
Ім'я користувача	Email	Роль	ПІБ	Телефон	
utkin.pdaa@gmail.com	*****@gmail.com	Власник	*****	+380963261980	

Рисунок 3.3 – Структура та вигляд таблиці даних про користувачів після реєстрації в системі

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 особливі права для керування всією системою Soft.Farm. Доступ до адміністративної панелі призначається тільки розробникам. Ця роль надає можливість керувати правами усіх користувачів системи незалежно від зареєстрованих організацій, вносити зміни до системних довідників, які відразу з'являться у всіх користувачів системи, здійснювати моніторинг кількості активних підключень та контроль навантаження на систему, а також мати доступ до налаштування резервного копіювання даних.

Користувач – особа, яка працює на підприємстві і запрошена власником до спільного управління інформаційними ресурсами. Їхня кількість не обмежена.

Після впорядкування штату запрошених користувачів до роботи в системі продовжується робота із налаштування довідників та внесення даних,

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. 3.4).

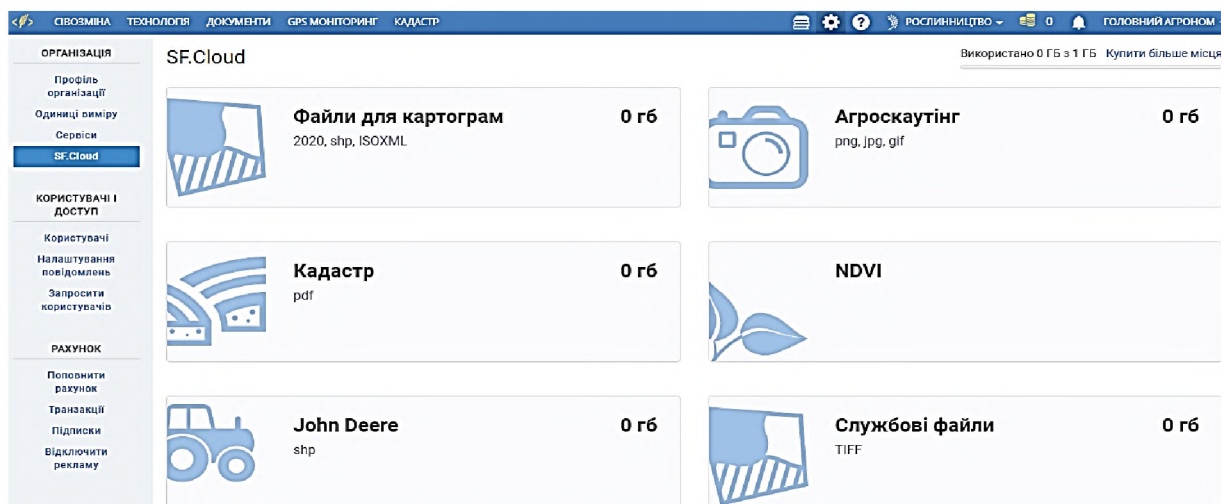


Рисунок 3.4 – Початкові дані про обсяги використаного простору в хмарі

Після перенесення необхідної інформації до словників і довідників системи розпочинається безпосередньо робота з автоматизації щоденних

рутинних операцій, для яких і обирається ця ІС. При проведенні обліку та планування різних сільськогосподарських робіт об'єктами ІС виступають певні характеристики відділень господарства, полів, та ділянок, з яких і складаються самі поля. При реалізації плану впровадження ІС взято до уваги, що більшість аграрних підприємств мають у загальному землекористуванні не менше кількох 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.

Отже, на початку застосування ІС Soft.Farm, необхідно продовжити її налаштування та здійснити внесення вихідних даних у спеціальні довідники, що будуть у подальшому застосовані при виконанні більшості технологічних операцій на підприємстві. У довідники «Відділення», «Поля» та «Схеми сівозміни» розділу «Довідники» вносять дані, що стосуються підприємства, у якому впроваджується дана система. Приклад наведено на рис. 3.5.

Рисунок 3.5 – Приклад процесу заповнення даних про всі поля всіх відділень

Довідник «Поля» є одним із ключових для подальшої роботи, заповнюється після введення даних про відділення, а також на основі довідників «Природна зона», «Типи ґрунту», «Тип угідь» (див. рис. 3.5) разом із первинними даними (площа, номер, тип ділянки). Для введення нових даних слугує кнопка «Додати»: у наведеній формі з'явиться рядок для введення даних. 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 (див. рис. 3.5). Для збереження даних необхідно натиснути кнопку «Зберегти».

Дані про сівозміни на початковому етапі відсутні, тому наступним кроком є формування довідника «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 [51]». IC Soft.Farm надає змогу користувачам створити схеми сівозміни у господарстві з урахуванням сучасних наукових досліджень у даній області. Принцип створення довідника «Сівозміни» аналогічний до створення довідника «Поля» за винятком введення даних до стовпця «Кроки сівозміни». Активувавши поле цього стовпця, з'являється вікно (рис. 3.6) із переліком культур довідника «Культури» у схемі сівозміни та вибору періоду їх застосування через вбудований Календар (рис. 3.7).

Назва	Опис	Тип
Зернопарова02	Складається із зернових, бобових ку	Польова
Зернопарова01	Складається із зернових, зернових бобових і круп'яних культур.	Польова
Зима, цибуля-морква	Цибуля і морква на зиму	Кормова
Зернопросапна	Картопля	Спеціальна

Рисунок 3.6 – Фрагмент заповнення довідника «Схема сівозміни»

Опис	Тип	Кроки сівозміни
Складається із зернових, бобових ку	Польова	Горох
Складається із зернових, зернових бобових і круп'яних культур.	Польова	Жито озиме
Цибуля і морква на зиму	Польова	Гірчиця (зелена маса)

Рисунок 3.7 – Приклад заповнення дат висіву і збору у розділі «Кроки сівозміни»

При вдалому виборі пари попередник–наступник з'являється підпис «Рекомендовано» (або задовільно, погано): агроном має підтримку рішень. Більша частині інструментарію IC Soft.Farm призначена для створення і обробки з максимальною точністю та оперативністю інформації про всі показники полів (див. табл. 2.5).

Окрім довідників система містить і більш ефективний інструментарій у вигляді електронних мап полів із можливістю завантажувати, обробляти та обліковувати геодані. Програма надає користувачам можливість створити електронну мапу власного господарства. Контури геозон можна виконати вручну або імпортувати наявні виміри GPS [52]. Створення електронної мапи полів починається у розділі «Сівозміна» головного меню. Пункт «Мапа полів» відкриває вікно електронної мапи господарства. Початкова позиція представлена в додатку 3 (рис. 3.1). При цьому локація господарства вже з'явилася на електронній мапі завдяки заповненому профілю (познака на рис. 3.2).

Далі, використовуючи всі наявні інструменти програми, наносяться послідовно контури всіх ділянок всіх полів у всіх відділеннях. Процес обведення та редагування контурів за допомогою контрольних точок показано на рис. 3.8.

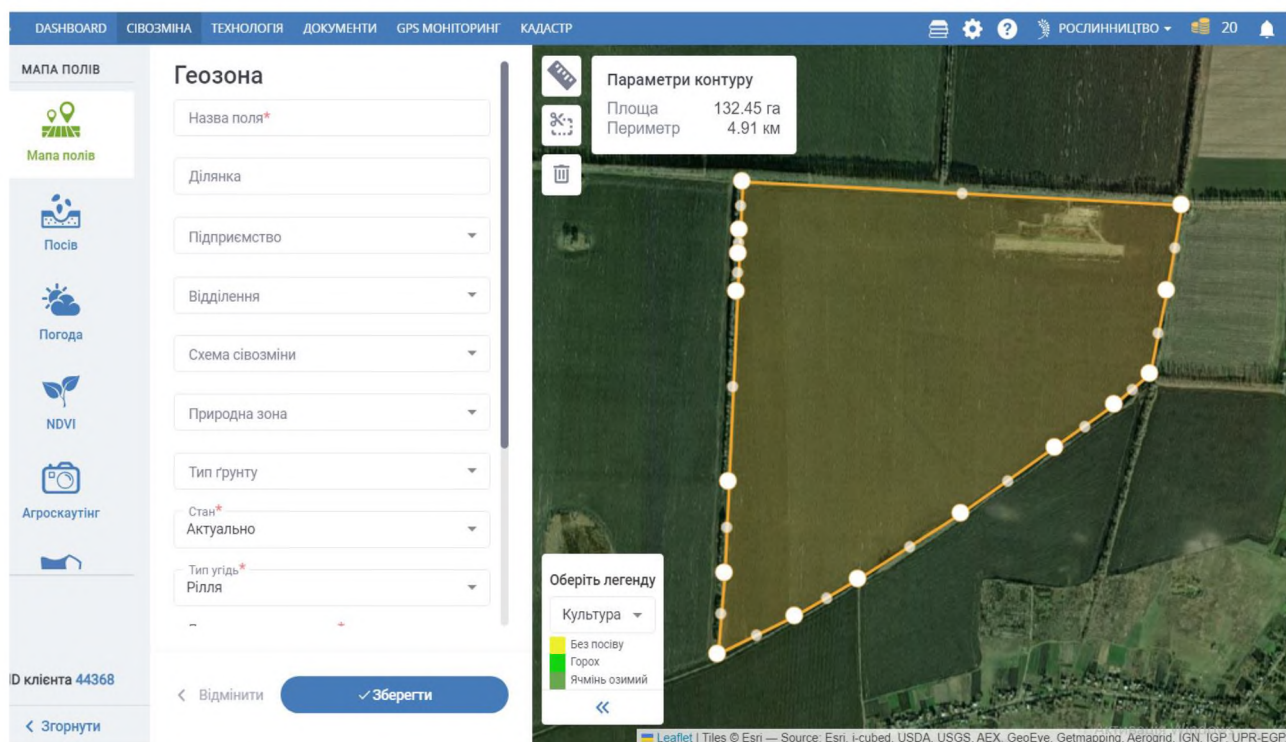


Рисунок 3.8 – Зображення фрагменту електронної мапи з відміченими контурами ділянки поля, розрахунком площі

Після завершення (замикання) контуру система видає площу та периметр ділянки, а також можливість обрати кольорову легенду для розмітки насаджень. Дану фігуру можна зберегти в спеціальному форматі KLM для геоданих і використати файл в іншій геосистемі або заархівувати. Остаточне збережене поле буде містити в системі всю інформацію, яка відображається із заповнених довідників в одному вікні (рис. 3.9).

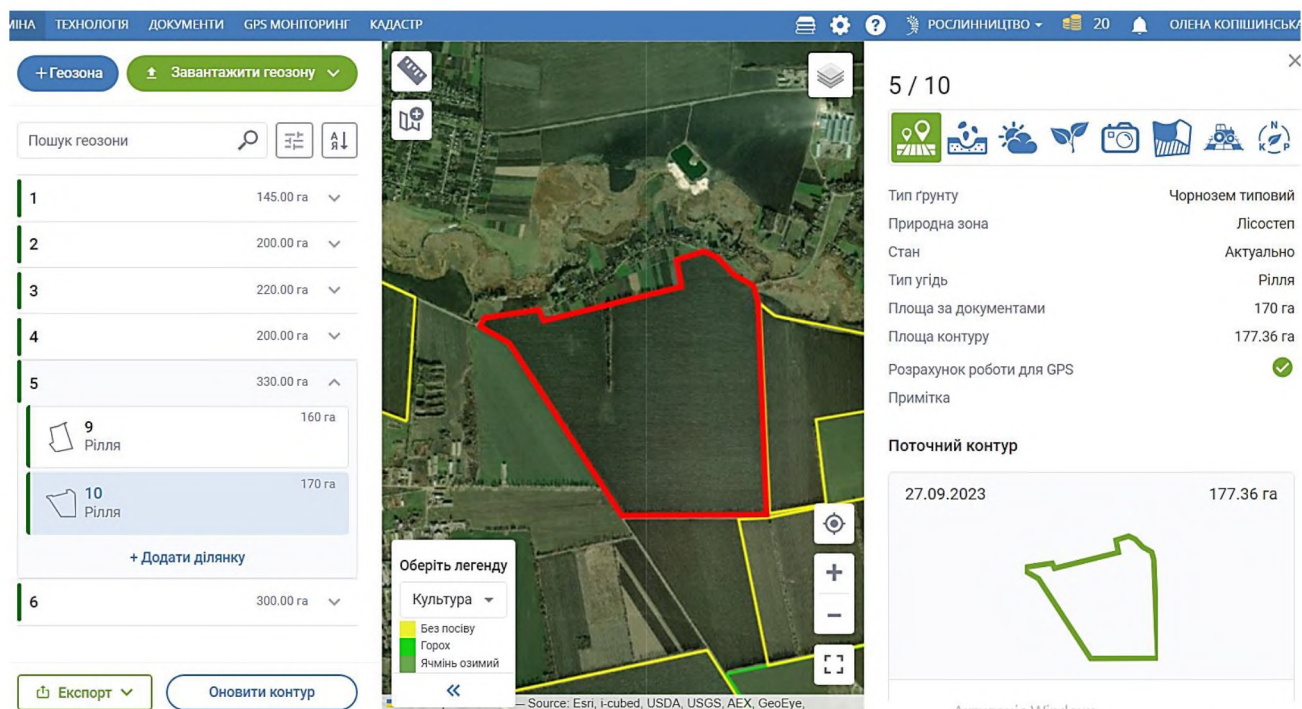


Рисунок 3.9 – Виведення виділеного поля на мапі як геозони та паспорту поля

Додатково вимірюють відстані від поля до інших об'єктів для розрахунку логістики (див. рис. 3.8). 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. Збережені раніше файли у форматі KLM або інших форматах можна завантажити і обробити в системі.

Після завершення описаних вище операцій можна виконувати певні управлінські та облікові роботи, що по'язані з рослинництвом. Інші словники продовжують редагуватися далі. Приклади певних робіт, які можна виконати в системі, наведено в наступному розділі.

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

Розглянемо приклади планування і контролю традиційних операцій, пов'язаних із виробничою та управлінською діяльністю галузі рослинництва, у системі Soft.Farm: схеми посівів, результати висіву, планування врожаю та інші. Тут використовується вся попередньо уведена інформація про поля в довідниках.

Для створення посіву 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 датам, рокам. Форма «Посіви» заповнюється напівавтоматично зі списками вибору культур, дат, сортів, а також вводиться планова й фактична урожайність, розраховується валовий збір з урахуванням площі поля (рис. 3.10).

Посів

Культура Сівозміна

Геозона

5/9 (160га)

Культура*
Гірчиця (зелена маса)

Сорт/гібрид

Дата посіву*
02.09.2024

Дата збору*
01.05.2025

Оберіть основну продукцію

Продукція культури	Запланована врожайність, т/га	Запланований валовий збір, т	Фактична врожайність, т/га	Фактичний валовий збір, т
☒ Зелена маса	2	320	1.8	288

Рисунок 3.10 – Зображення вікна форми «Посів» із заповненими полями

Вікно відкритої форми дозволяє створювати посіви на відповідних полях площі за вибором культури або на підставі уже створених схем сівозміни. При створенні посіву за вибором культури зручно скористатися списком культур із довідника системи, вибором сорту. Жовтим відмічені введені дані включно із планом урожайності. Щодо введення даних по датах посіву та збору врожаю, то тут можливо використання електронного календаря із прокруткою по вибору місяця року та вибором дат. У результаті у вікні підрозділу Посів буде виведено

зображення часового терміну вирощування уведених культур у вигляді кольорових прямокутників із вказанням сорту, планового збору (рис. 3.11).

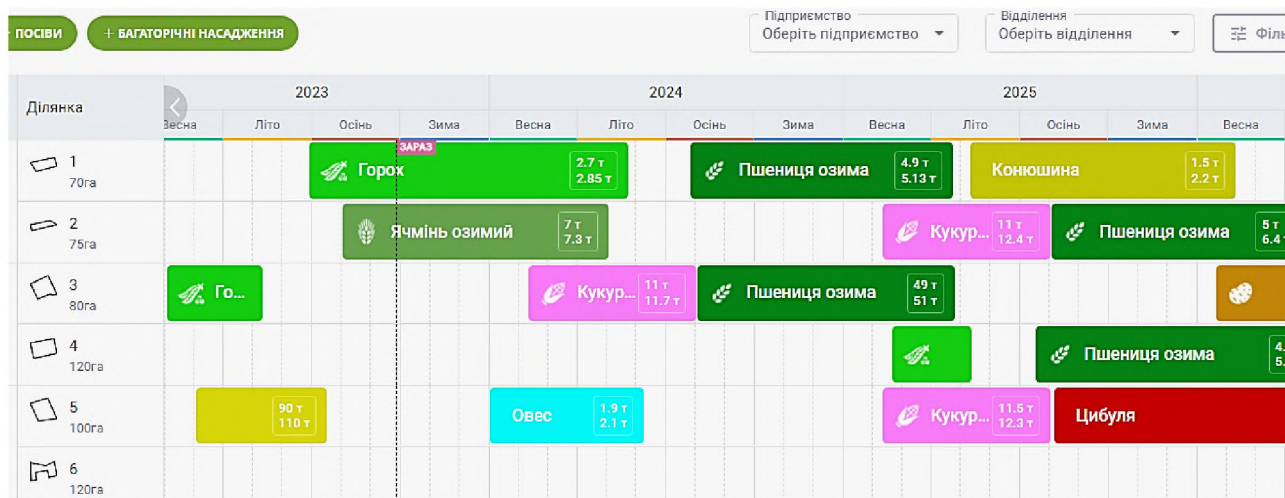


Рисунок 3.11 – Вид плану посівів на ділянках у вікні «Посіви» IC Soft.Farm

Наступні кроки введення даних про посіви будуть супроводжуватися появою рекомендацій від IC по вибору наступників для посіву на відповідній ділянці поля із врахуванням попередника. Тобто, IC, обробивши дані, що уведені у відповідні словники, і ті, що сформовані розробниками IC по відповідному алгоритму, висвітлює рекомендації по вибору тієї чи іншої культури.

Потужним інструментом є здійснення комплексного аналізу посівних робіт у модулі «Контроль висіву» (рис. 3.12).

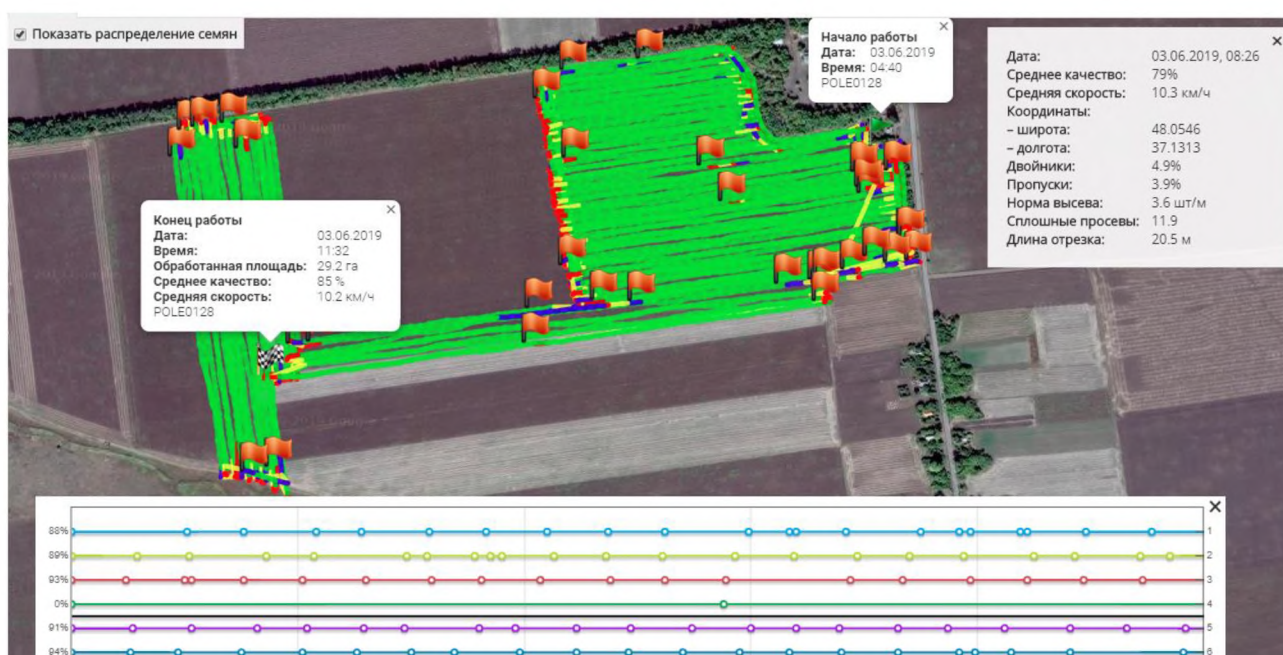


Рисунок 3.12 – Картограма посіву, створена у модулі «Контроль висіву»

Система автоматично розрахує засіяну площу на полі, витрати насіння та внесених добрив, загальний час роботи. Результатом буде створена картограма посіву, 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. Модуль «Контроль висіву» підтримує оперативний контроль посівних робіт під час посівної компанії, а саме переміщення техніки, траєкторію, обсяги внесення тощо (рис. 3.13).

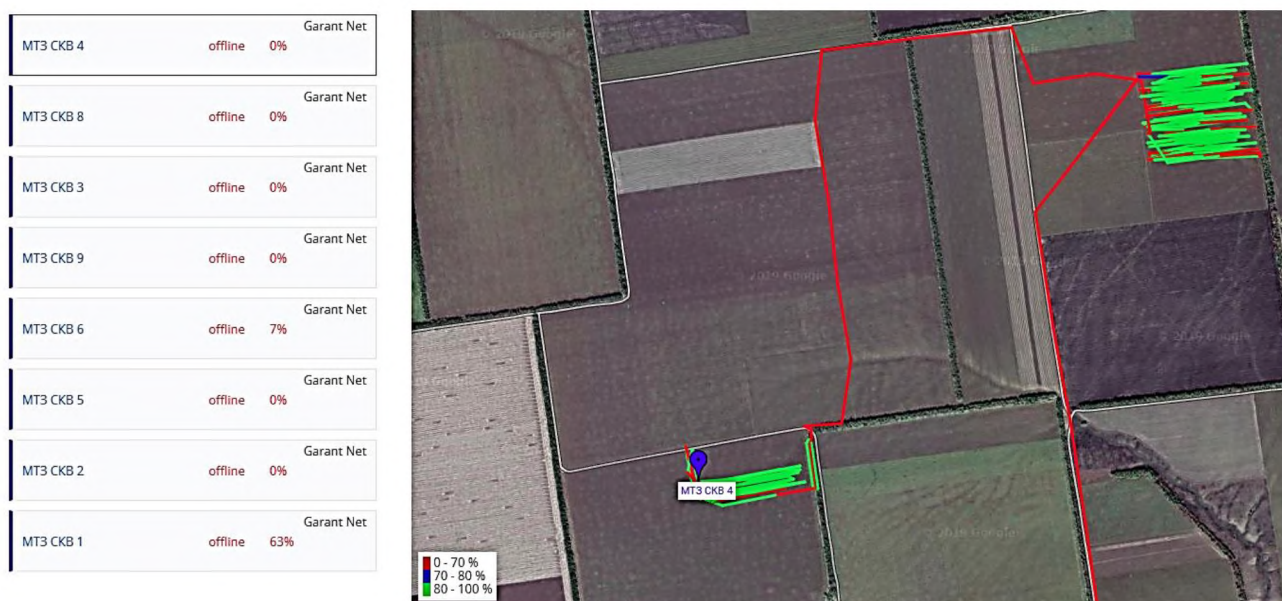


Рисунок 3.13 – Фрагмент контролю руху трактору в процесі посіву зернових

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: про якість робіт (додаток К, рис. К.1), акти списання (додаток К, рис. К.2).

Важливим аспектом планування й управління 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 доходу від вирощування відповідної культури на вибраній ділянці у заданий період. При цьому застосовуються прогнози

(ймовірні) ціни у вибраний часовий період вирощування культури. У результаті автоматизованої обробки попередньо уведених даних (площі ділянок, урожайність) та ціни продукції буде розрахована дохідна частина (рис. 3.14).

GPS МОНИТОРИНГКАДАСТР

РОСЛИННИЦТВО

20

ОЛЕНА КОПІШ

Відділення

Усі

Рік

2024

Експорт до

культури	Ціна, грн	Усього				Глухове		
		Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т	Дохід, грн	Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т
		405	9.85	5 858	6 282 000.00	100	1.9	190
рудзи	3 500.00	80	11	880	3 080 000.00	0	0	0
а	5 800.00	100	1.9	190	1 102 000.00	100	1.9	190
юго	4 000.00	75	7	525	2 100 000.00	0	0	0
ної	см. наст. рік	150	28.42	4 263		0	0	0
	см. наст. рік		0	0			0	0
		70	2.7	189	434 700.00		0	0
	2 300.00	70	2.7	189	434 700.00	0	0	0

Рисунок 3.14 – Виробничий план на обраний рік по запланованим культурам

Для архівації документів та за необхідності подальшого використання результатів обрахунку для виробничого плану передбачений експорт у табличний процесор Excel (рис. 3.15) кнопкою «Експорт в Excel» безкоштовно. Всі дані будуть експортовані, можуть зберігатися в спеціальних папках, використовуватися для здійснення аналітики.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				Усього				Глухове			Бошкове		
2	Культура	Продукція культури	Ціна, грн	Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т	Дохід, грн	Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т	Площа, га	Врожайність, т/га	Валовий збір, т
3	Зернові			405	9,85	5 858	6 282 000	190	5 668				
4	Кукурудза	Зерно кукурудзи	3500	80	11	880	3 080 000	0	0	0	80	11	880
5	Овес	Зерно вівса	5800	100	1,9	190	1 102 000	100	1,9	190	0	0	0
6	Ячмінь озимий	Зерно озимого ячменю	4000	75	7	525	2 100 000	0	0	0	75	7	525
7	Пшениця озима (врожай 2025 року)	Зерно озимої пшениці		150	28,42	4 263	0	0	0	0	150	28,42	4 263
8		Солома			0	0	0		0	0		0	0
9	Зерно-бобові			70	2,7	189	434 700	0	189				
10	Горох	Горох	2300	70	2,7	189	434 700	0	0	0	70	2,7	189
11	Усього			475	8,8	6 047	6 716 700	100	1,9	190	375	10,64	5 857
12													

Рисунок 3.15– Дані виробничого плану вирощування культур після експорту таблиці за обраний рік (рис. 3.14) в Excel із системи Soft.Farm

За допомогою наведених прикладів було показано, що IC Soft.Farm, яка має модульну побудову, 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. Розроблення додатку Кадастр. UA, інтегрованого із платформою Soft.Farm додало можливості використання геоданих для обліку кадастрових даних про земельні ділянки.

3.3 Обґрунтування ефективності впровадження систем автоматизації виробничих процесів в аграрних підприємствах 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 [53].

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

Ефективність використання інформаційних технологій та ефективність функціонування інформаційної системи управління виробничими процесами агропідприємства в цілому визначається за відповідністю критерію (3.1):

$$f(r, t) \rightarrow \min, \quad (3.1)$$

де r – загальна кількість ресурсів, що витрачаються на автоматизацію управління (матеріальні, інтелектуальні, трудові);

t – час стабілізації функціонування підприємства.

При цьому при плануванні мінімізується в основному r , а при оперативному управлінні – t . Оцінювання економії ресурсів за різними методиками (наприклад [20]) показали значну економію пального, робочого часу, посівного матеріалу, гербіцидів і добрив, ЗЗР за рахунок застосування GPS-контролю техніки, а також застосування технологій паралельного водіння, які дозволяють зменшити зони перекриття або пропуски при технологічних операціях. За даними, оприлюдненими компанією ТОВ «Кварт Софт», яка є офіційним розробником і постачальником IC 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). Для розрахунків використано усереднені ціни на дизельне паливо за перше півріччя 2023 р., вартість 1 т мінеральних добрив, які відповідно складають: 55 грн/л дизельного пального [54], 18500 грн/т азотних добрив (селітра) [55]. Наведені цифри носять інформаційний характер та не є предметом конкретних угод.

Таблиця 3.1 – Підрахунок підвищення прибутковості окремих робіт при використанні модулів IC 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	15 %	30 т	18500	555000
Паливо при виконанні польових робіт (паралельне водіння)	10 %	800 л	55,0	44000
Сумарний показник	-	-	-	935000

Отже, лише завдяки застосуванню 4-х модулів системи і отриманому точному вимірюванню земельних угідь, контролю внесення добрив (1 виду), застосуванню контролю витрат палива при виконання окремих операцій складе не менше 935 грн (25567,4 \$ за фіксованим курсом курсом НБУ 36,57 грн/\$). Додаткові прибутки (зменшення витрат) відбуваються за рахунок прорахованих управлінських рішень при застосуванні інших модулів системи.

Наступним етапом оцінки ефективності впровадження ІТ управління підприємством [56] 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.

Перший крок. Оцінка витрат по проекту передбачає визначення усіх капітальних і поточних витрат пов'язаних із впровадженням та використанням інформаційної технології.

Даний крок передбачає визначення втрат від простоїв пов'язаних з плановою або неплановою зупинкою роботи інформаційної технології та інших можливих втрат.

Визначення величини можливих витрат здійснюється на основі статистичних даних щодо впровадження подібних інформаційних технологій або за даними, накопиченими на підприємстві.

Досвід компаній, що впроваджують ІС дозволяє зробити припущення, що загальна величина витрат по проєкту може бути розрахована за формулою:

$$Z_{заг}^{IT} = Z_n + Z_{н} + Z_{ум} + P, \quad (3.2)$$

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

Z_n – прямі витрати на впровадження ІТ;

$Z_{н}$ – оцінка непрямих витрат на проєкт 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. Склад і вартість платних пакетів ІС Soft.Farm залежать від набору модулів («На вибір» або «Безліміт») і залежать від індивідуальних потреб підприємства (додаток Л).

Попередні розрахунки статей прямих витрат, обчислені за формулою (3.2) на базі усереднених даних за 2022 р. та на основі середніх показників при впровадженні аналогічних проєктів у сільськогосподарських підприємствах, виконаних за посередництва компанії «Кварт-Софт», наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.2 – Основні статті прогнозних витрат на реалізацію проєкту з впровадження корпоративної ІС Soft.Farm [57]

№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	12000
4	Виконання робіт із встановлення ПЗ та створення АРМів	7200
5	Поточне обслуговування робочих місць та каналів комунікацій протягом року	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)	210700

Як бачимо, сумарні витрати (див. табл. 3.2) складатимуть близько 210,7 тис. грн. (еквівалент 7 525 \$). Узагальнюючи результати обрахунків (див. табл. 3.1-3.2), впровадження багатомодульної ІС не лише позитивно впливає на якість виробничих процесів, але й має значний економічний ефект. Зниження сукупних матеріальних виробничих витрат навіть на 5-15 % дозволяє отримати близько 597,2 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

Приклади практичного застосування різноманітного інструментарію ІС Soft.Farm демонструють високий рівень відповідності потребам фахівців галузі рослинництва у зборі, розміщенні та використанні оперативної та архівованої інформації в ході виконання всіх технологічних операцій. Дані, що вносяться і обробляються кожним модулем тісно пов'язані між собою і утворюють єдиний інформаційний кластер на спільній платформі.

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.

Ефективність використання новітніх інформаційних технологій та ефективність функціонування інформаційної системи управління виробничими процесами агропідприємства в цілому оцінюється за загальним критерієм досягнення мінімізації всіх ресурсів, що витрачаються на впровадження і часом стабілізації (окупності) функціонування підприємства.

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

ВИСНОВКИ

Застосування інформаційних технологій в агросекторі сьогодні не випадково називають «блакитним океаном» для досягнення управлінських результатів нового рівня, а також збільшення рентабельності виробництва, досягнення вищої конкурентності. Впровадження інновацій забезпечує точність вимірювань, швидкість збору даних та їх опрацювання, ефективність прийняття оперативних і стратегічних рішень, контроль за якістю та складом продукції, розширення ринків збуту.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено дослідження сучасних трендів цифрових перетворень регулярних даних в агровиробництві, стану використання спеціалізованих інформаційних систем управління виробничими процесами в галузі сільського господарства, обґрунтовано оптимальний склад і функціонал таких систем. На основі роботи можна сформулювати наступні висновки.

1. Сільське господарство завдяки об'єктивним природним, світовим технічним та економічним процесам 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. Відтак 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. 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, яка базується на хмарних обчисленнях.

3. На ринку програмного забезпечення України представлені сучасні рішення, які призначені для використання в управлінні виробничими процесами в галузі рослинництва. Кожна з таких систем має сильні й слабкі сторони, але не є абсолютно досконалою через багатоплановість та особливості предметної області. Найбільш популярними є системи Cropio, MASTER: Agro, Soft.Farm, які задовольняють потреби агровиробників у контролі більшості технологічних операцій, підтримують збір великих обсягів даних завдяки застосуванню датчиків, контролерів, супутникових знімків та їхню обробку на віддалених серверах, інтегруються з іншими системами.

4. Аналіз багатьох ІС показав, що найбільш ефективні системи для агрокомплексу мають спільні риси і типові модулі, а саме: 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.

5. Відома вітчизняна хмарна ІС Soft.Farm від моменту виходу на ринок щороку збільшує кількість користувачів, забезпечує кожне підприємство набором високотехнологічних рішень і може бути рекомендована для впровадження в ролі інтегруючої інформаційної управляючої системи.

6. Приклади практичного застосування інструментарію ІС Soft.Farm демонструють високий рівень його відповідності потребам фахівців галузі рослинництва у зборі, розміщенні та використанні фахової інформації в ході виконання всіх технологічних операцій. Дані, що вносяться і обробляються кожним модулем, тісно пов'язані між собою і утворюють єдиний інформаційний кластер на спільній платформі. Система забезпечує генерацію й обмін електронними документами у всіх традиційних форматах та затверджених законодавством формах.

7. Оцінювання ефективності впровадження і використання інформаційних систем в агропідприємствах показало, що основним джерелом досягнення

економічного ефекту є підвищення точності обліку використання ресурсів (земельних, добрив, ЗЗР, насіння, робочого часу, ПММ та ін.), прийняття оптимальних рішень в управлінні всіма процесами. 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, можуть бути рекомендовані для ознайомлення спеціалістам в галузі сільського господарства при виборі і впровадженні спеціалізованих інформаційних управляючих систем. Подальші дослідження можуть доповнити та розширити основні аспекти роботи за подібною тематикою.

На прикладі IC Soft.Farm завдяки відкритості доступу та низки безкоштовних модулів зручно проводити навчання фахівців-агрономів з метою підвищення рівня їхньої кваліфікації та подальшого застосування в галузі.