

М. В. Руденко

РЕАЛІЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СТАДІЯХ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті досліджено передумови та можливості реалізації цифрових технологій на стадіях виробництва сільськогосподарської продукції. Виокремлено ключові стадії аграрного виробництва та покроково проаналізовано вплив цифрових технологій на кожну виробничу стадію з поглибленою деталізацією передумов та можливостей їх реалізації. Розроблено схему використання цифрових помічників у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур, яка є передумовою побудови стратегії поступової реалізації технологій точного землеробства в практичну діяльність підприємств.

Виділено найбільш перспективні та затребувані цифрові технології точного землеробства, які найчастіше впроваджують сільськогосподарські підприємства на теренах нашої держави. Деталізовано технології точного землеробства, які, окрім теоретичного обґрунтування ефективності впровадження, потребують розробки та відповідних розрахунків ціни реалізації конкретних інвестиційних проектів з придбання відповідних цифрових інструментів, визначення черговості впровадження технологій і термінів окупності вкладених сільськогосподарськими підприємствами коштів.

Зазначено, що поетапна реалізація інструментів цифрового точного землеробства на стадіях виробництва сільськогосподарської продукції дасть можливість позбутися окремих «болячок» вирощування сільськогосподарських культур, таких як перевитрати посівного матеріалу, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів, добрив тощо.

***Ключові слова:** цифрові технології, стадії виробництва, сільськогосподарські підприємства, точне землеробство, ефективність, рослинництво.*

Актуальність проблеми (постановка проблеми). Виробництво сільськогосподарської продукції є складним процесом вирощування сільськогосподарських культур. Актуальною була і залишається проблема створення оптимальних умов для розвитку посівів (високоякісний обробіток ґрунту, внесення необхідних доз добрив, забезпечення оптимальної вологості ґрунту тощо), за яких значно підвищується виробництво сільськогосподарської продукції відповідної якості з найменшими витратами матеріальних, трудових, інформаційних, природних та інших ресурсів. Вищезазначеного можна досягти, застосовуючи сучасні методи управління, механізації та автоматизації виробничих процесів з використанням інноваційних цифрових технологій.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Проблематику дослідження впливу сучасних технологій на функціонування та розвиток сільськогосподарських підприємств в умовах цифровізації аграрного виробництва вивчали: Ю. Волощук [1], І. Вороненко, В. Клочан [2], М. Кропивко [3], М. Лобас, В. Россоха, А. Соловйов [4], В. Ляшенко, О. Вишневський [5] та ін. Серед зарубіжних науковців слід виділити праці М. Бакко, П. Барсоччі, А. Волтера, А. Готта, М. Руджері, Е. Ферро, Р. Хьюбера [6, 7] та багатьох інших. Віддаючи належне зазначеним науковцям, підкреслимо, що динамізм розвитку цифрових технологій та їх вплив на стадії виробництва сільськогосподарської продукції зумовлюють необхідність у поглибленні досліджень в окресленому напрямі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – виявити вплив цифровізації виробничих процесів на функціонування сільськогосподарських підприємств шляхом глибинного аналізу механізмів реалізації цифрових технологій на кожній окремій стадії виробництва сільськогосподарської продукції. Для вирішення поставленої мети необхідно виокремити ключові стадії аграрного виробництва та покроково проаналізувати вплив цифрових технологій на кожну виробничу стадію з поглибленою деталізацією передумов та можливостей їх реалізації.

Викладення основного матеріалу дослідження. У циклі розширеного відтворення розрізнять три основні стадії, які характерні будь-якому виробництву, включаючи сільськогосподарське:

– заготівля (постачання) – початковий процес кругообігу, на якому здійснюється придбання у постачальників предметів праці та інших необхідних засобів виробництва продукції;

– виробництво – здійснюється відповідно до технологічного процесу та створюється продукція для подальшої обробки та реалізації;

– збут (реалізація) – процес передачі готової продукції покупцям та замовникам.

Цифровізація робить суттєвий вплив на кожну окрему стадію виробництва продукції сільськогосподарської продукції. На стадії заготівлі (постачання) застосування сучасних цифрових Інтернет-технологій не потребує значних фінансових затрат, оскільки використання різних онлайн сервісів, мобільних платформ, спеціальних аграрних цифрових майданчиків для пошуку постачальників (сировини, посівного матеріалу, засобів захисту рослин, товарно-матеріальних цінностей і т. д.), як правило, здійснюється на безкоштовній основі або з мінімальними витратами на підписку за різні додаткові послуги та сервіси. Тому ефективність використання цифрових технологій та можлива економія ресурсів підприємства на стадії заготівлі залежать лише від обізнаності та активності відповідальних за процес постачання осіб.

Заготівля продукції для потреб виробництва може здійснюватися за допомогою сучасних онлайн сервісів та майданчиків для пошуку оптимальних цінових пропозицій щодо посівного матеріалу, засобів захисту рослин, запасних частин для сільськогосподарської техніки тощо, наприклад, майданчик zakurki.prom.ua, який дає змогу ефективно здійснювати ціновий моніторинг та закупівлю продукції різного спрямування, в тому числі для потреб сільськогосподарських підприємств, що дозволяє суттєво економити на придбанні предметів праці за рахунок виявлення найкращих цінових пропозицій та умов поставки продукції від конкретних постачальників.

Сучасні цифрові технології значним чином (в окремих випадках кардинально) впливають на процес виробництва сільськогосподарської продукції. Перейдемо до аналізу впливу цифровізації на процес виробництва, адже плацдарм для використання сучасних технологій надзвичайно великий та існує значна кількість напрямів реалізації технологічного оновлення як виробничих, так і управлінських процесів.

Проаналізуємо, в яких напрямках робиться вплив сучасних цифрових технологій на окремі стадії виробництва продукції рослинництва, та виявимо загальний синергетичний ефект (рисунок 1).

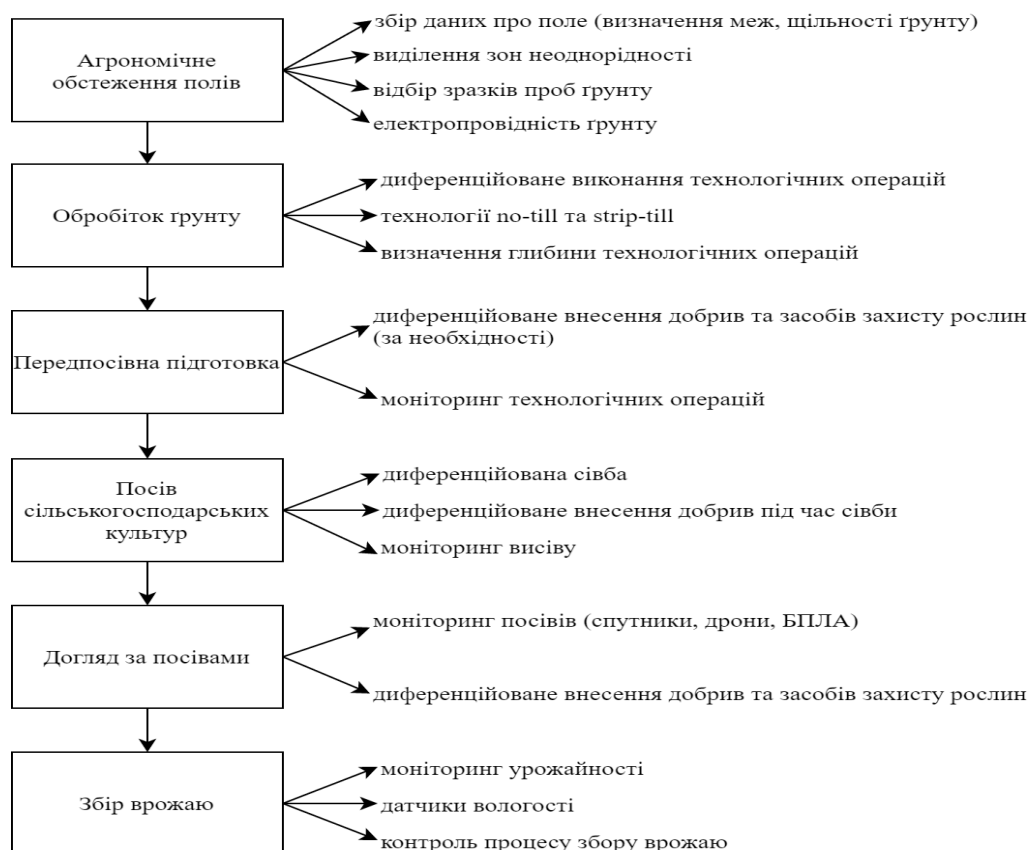


Рисунок 1 – Вплив цифрових технологій на стадії виробництва продукції рослинництва

Джерело: складено автором

Вплив цифрових технологій на процес виробництва продукції рослинництва здійснюється через можливості впровадження сучасних цифрових інструментів в окремі технологічні та управлінські процеси. Технологічний процес у рослинництві є сукупністю агрозаходів, які виконуються у визначеній (оптимальній) послідовності в необхідні агрономічні терміни з метою забезпечення найсприятливіших умов для росту сільськогосподарських культур, формування високої продуктивності рослин, з урахуванням економічних, технологічних, природних та екологічних вимог. Сучасні «інтенсивні» технології, що забезпечують високу врожайність сільськогосподарських культур, ґрунтуються на використанні досягнень аграрної науки (селекції та насінництва), техніки (матеріально-технічних засобів) та високоефективної системи управління аграрним виробництвом.

Для виявлення впливу цифрових технологій на процес виробництва продукції рослинництва проаналізуємо основні етапи (складові частини) сучасного землеробства: агротехнічна організація виробництва та формування системи сівозмін, від якої залежать всі інші елементи технології конкретної культури – обробіток, удобрення, система захисту тощо; система обробітку ґрунту (основного, допосівного, післяпосівного); система застосування добрив (органічних, мінеральних тощо); система заходів щодо боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур; заходи щодо захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії; система насінництва і використання високопродуктивних сортів, гібридів і культур відповідно до природних умов.

Пріоритетними напрямками впровадження цифрових технологій в процеси виробництва продукції рослинництва виступають ті напрями розвитку, – наголошує А. М. Карпенко, – які можуть у найближчій перспективі підвищити обсяги виробництва продукції, покращити її якість, знизити виробничі витрати, пришвидшити окупність капіталовкладень тощо. Проведені дослідження показують, що в рослинництві цифровий розвиток агровиробництва передбачає освоєння сільськогосподарськими підприємствами ресурсозберігаючих технологій і технологій точного землеробства (precision agriculture), які позиціонуються як ґрунтозахисні, інноваційні та конкурентоспроможні технології, що сприяють структурно-технологічній перебудові виробників та нарощуванню економічного потенціалу аграрного сектору економіки України [8, с. 17].

Розуміючи значні фінансові обмеження сільськогосподарських товаровиробників і досить високі ставки за користування залученими коштами, освоєння галузевих цифрових інновацій потребує вибору найбільш ефективних «точок зростання» виробництва продукції рослинництва, що вимагає наукового обґрунтування пріоритетних напрямів цифровізації та оцінювання економічної ефективності їх реалізації в практичну діяльність аграріїв.

Технології точного землеробства, на думку В. В. Россохи, передбачають чітке визначення агрохімічних і агрофізичних характеристик полів, складання електронних карт відповідних показників і внесення агрохімікатів з урахуванням різних потреб культур на окремих ділянках поля. Необхідна умова його застосування – точна орієнтація агрегатів за системою GPS. На основі розвитку цього напрямку вже знині можлива механізація обробітку ґрунту, удобрення, посівів, захисту рослин без участі оператора, що працює на тракторі або комбайні [9, с. 430].

Впровадження технологій точного землеробства в практичну діяльність сільськогосподарських підприємств є відправною точкою процесу цифровізації. Точне землеробство передбачає розділення полів на зони управління (management zones), які мають однорідні специфічні характеристики, причому найважливішим критерієм, який значною мірою визначає економічний потенціал окремого поля, є тип ґрунту. Практики з компанії Smart farming [10] стверджують, що точне землеробство стає доступним і ефективним при земельному банку від 500 га, та зазначають, що сьогодні близько 30 % сільськогосподарських підприємств поступово впроваджують технології точного землеробства, проте зазвичай вони обмежуються лише одним нововведенням – автопілотом або курсовказівником для запобігання перекриттям і пропускам на полях. *Автоматичне і паралельне водіння дає змогу системі самій підрулювати трактором і не витоптувати рослини.*

Програма впровадження технологій точного землеробства передбачає покрокове виконання наступних дій: по-перше, розписати чіткий план заходів, що передбачає опис процесів, які необхідно оптимізувати, хто чим буде займатися і хто буде відповідати за результат; по-друге, розписати алгоритм вимірювання результатів. Практики наголошують, що перший крок точного землеробства – паралельне водіння, яке потребує придбання автопілоту та курсовказівника, з RTK-сигналом (Real Time Kinematic (RTK) в перекладі з англ. – «кінематика реального часу») або без нього (сервіс або власна RTK-станція – це другорядне питання). Базова RTK-станція – це пристрій, що посиляє через

GPRS-з'єднання коригуючий сигнал (поправки), що дозволяє підвищити точність звичайного GPS-позиціонування (визначення координат) до 2,5 см. Зазначені опції дають можливість уникнути конкретних проблем, таких як пропуски та перекриття. Однак першочерговим завданням точного землеробства є паралельне водіння, адже з відпрацьованим паралельним водінням описані вище проблеми усуваються практично повністю, що знижує витрати і потребу в техніці та прискорює виконання польових робіт.

Розрахунки показують, якщо RTK-сигнал потрібен більше п'яти сільськогосподарським машинам одночасно, вигідніше встановити власну станцію (радіус її сигналу – орієнтовно 30 км), якщо менше – доцільніше скористатися відповідним сервісом спеціалізованих компаній. Використання паралельного водіння при стандартній обробці ґрунту може здійснюватися навіть на безкоштовному сигналі, завдяки чому усуваються перекриття і пропуски, що вже дає змогу істотно заощадити кошти на зносі сільськогосподарської техніки, часі проведення відповідних операцій, паливно-мастильних матеріалах тощо.

Найпростіша опція цифрового землеробства, яку можна використовувати при наступній стадії виробництва продукції рослинництва (посіви сільськогосподарських культур) – це можливість відключення секцій сівалки на перекриттях. Правильне застосування цієї технології дає змогу заощаджувати не менше ніж 2-3 % насіння (якщо поля неправильної форми, то ця опція забезпечить економію до 5 % насіння), що трансформується в економію 2-3 євро на 1 га, тому технологія має досить незначний термін окупності та прямо пропорційно залежить від земельного банку підприємства [11].

І справа – не лише в економії насіння, але і в можливості отримати більш рівномірні дружні сходи, підвищити продуктивність роботи, посіявши в оптимальні агротехнічні строки, а також заощадити добрива, що вносять під сівбу, та отримати точні дані для списання товарно-матеріальних цінностей не за шаблонною нормою, а за фактичними даними. Крім того, в ході переобладнання можна встановити поліпшені висівні апарати, які підвищують якість та швидкість посіву. І це без урахування збільшення врожайності за рахунок поліпшеного розподілу зерен у ґрунті.

Наступним етапом, в якому існує доцільність застосування технологій точного землеробства, є система заходів щодо боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур. Основне завдання застосування цифрових технологій в окресленому аспекті – переобладнання обприскувачів задля відключення секцій на перекриттях. Зазначене дасть можливість не лише економити на витратах засобів захисту рослин (ЗЗР), але й зменшує шкоду рослинам від подвійного обробітку, що, в кінцевому рахунку, впливає на врожайність. Автоматичне відключення секцій обприскувача економить від 10 % до 20 % ЗЗР залежно від геометрії і рельєфу полів, а також у полі обприскувач без автопілоту і без їзди по міжряддю витоптує до 3 % врожаю сільськогосподарських культур.

Найскладнішим елементом практичної реалізації технологій точного землеробства є внесення добрив, оскільки цей елемент виробничого процесу вирощування сільськогосподарських культур потребує суттєвої витрати ресурсів. Переобладнати існуючу на підприємстві техніку під диференційоване внесення добрив надзвичайно складно, ефективніше придбати нові машини, але це є досить накладним для виробників. Ефективність внесення добрив залежить від багатьох факторів, не лише пов'язаних із використанням цифрових технологій, це, насамперед, технологія та час внесення, тип добрив, прийнята на підприємстві технологія вирощування культур тощо.

Проведені дослідження [12] показують, що розраховувати норму внесення добрив потрібно за даними агрохімічного аналізу, оскільки норми мінеральних добрив під окремі культури залежать як від їх біологічних особливостей, так і від агрохімічних властивостей ґрунту. Після аналізу агрохімічних властивостей ґрунту створюється карта (сітка) вмісту мікро- і макроелементів, яка може суттєво різнитися в межах одного поля, що зумовлює різну норму внесення добрив у рамках зон з різною структурою ґрунту. Зважаючи на вищесказане, внесення добрив за технологіями точного землеробства потребує не лише наявності відповідного обладнання та техніки, але й чіткого розуміння необхідності створення карти полів на основі агрохімічних властивостей ґрунту, що в сукупності дасть змогу поєднати цифрові технології з фактичними даними окремого поля задля ефективного використання наявних ресурсів підприємства.

Визначальною складовою побудови дійсно «точного землеробства», в межах конкретного підприємства, є наявність відповідного парку сільськогосподарської техніки, оскільки допоміжні

інструменти та придбані цифрові «гаджети» не принесуть бажаного результату по переобладнанню виробництва без сучасних носіїв цих пристроїв. Першочергова задача сільськогосподарських підприємств на шляху до цифрового «точного землеробства» – чітко визначити, яких технологій і для вирішення яких цілей потребує підприємство найбільше, та почати закупати відповідне обладнання з урахуванням наявної техніки та фінансових можливостей. Переконані, що лише комплексний підхід до впровадження цифрових технологій забезпечить очікуваний економічний результат.

Сучасною проблемою реалізації цифрового «точного землеробства» є відсутність певних стандартів, настанов, окремих приписів щодо систематизації елементів точного землеробства та черговості їх впровадження в межах окремих суб'єктів господарювання, що провокує виробників застосовувати окремі елементи точного землеробства без базового розуміння послідовності, доцільності та ефективності використання тієї чи іншої технологічної операції за допомогою цифрових помічників. Доволі часто на практиці досвід впровадження елементів точного землеробства ґрунтується на порадах менеджерів дилерських компаній, які реалізують окремі технології та «пропагують» придбання тих чи інших цифрових помічників. Проте зрозумілим є бажання такого менеджера в збільшенні продажу окремих елементів точного землеробства без системного розуміння кінцевої необхідності та доцільності придбання певних цифрових інструментів, що породжує проблему «точкового підходу» та неефективності застосування елементів цифрових технологій.

Підсумовуючи вищесказане автором, розроблено схему використання цифрових помічників у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур (рисунок 2).

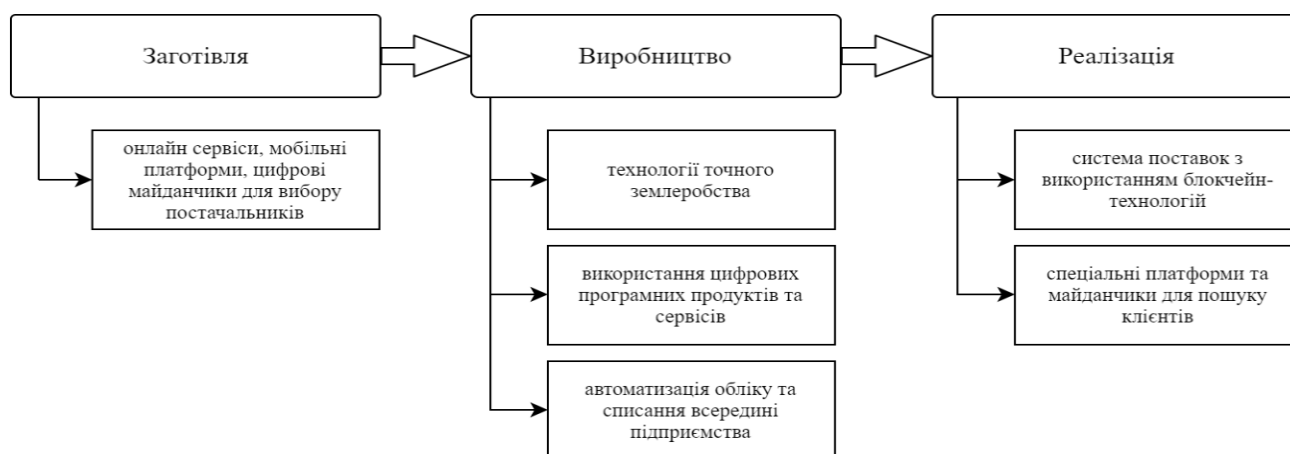


Рисунок 2 – Цифрові помічники у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур

Джерело: складено автором

Деталізація складових окремих технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур дає розуміння необхідності використання цифрових технологій на кожному з етапів технологічного ланцюга. Запропонована деталізація елементів технологічного процесу (в яких доцільне використання цифрових технологій) вирощування сільськогосподарських культур має на меті вибудувати справжню стратегію поступової реалізації технологій точного землеробства в практичну діяльність підприємств. Зважаючи на галопуючий розвиток агротехнологій, наведена схема є неповною, оскільки з кожним днем перелік нових технологій і можливостей їх використання в технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур зростає. Тому з часом складові технологічного процесу можливо доповнити окремими елементами цифрових технологій.

Опитування керівників сільськогосподарських підприємств, які використовують технології точного землеробства, менеджерів, дистриб'юторів аграрних ІТ компаній та спеціалістів-практиків у сфері застосування цифрових технологій в аграрному секторі дало нам можливість виділити найбільш перспективні та затребувані цифрові технології точного землеробства, які найчастіше впроваджують сільськогосподарські підприємства на теренах нашої держави (таблиця 1).

Таблиця 1 – Найбільш перспективні та затребувані технології точного землеробства

Завдання технології	Механізм реалізації	Цифровий інструмент (пристрій або система, яку необхідно придбати)
паралельне водіння, автоматичне підрулювання	придбання автопілоту та курсовказівника для техніки (уникнення проблем пропусків та перекриттів на полях)	автопілот та курсовказівник (з RTK-сигналом чи без нього)
відключення секцій при внесенні добрив та засобів захисту рослин, відпрацювання їзди по міжряддю	переобладнання обприскувачів для відключення секцій на перекриттях (наявність системи автоматичного підрулювання)	система відключення секцій обприскувача (за умови наявності більш-менш нової техніки переобладнувати старі обприскувачі низькоєфективно)
відключення секцій сівалки при посіві сільськогосподарських культур	переобладнання сівалки для автоматичного відключення секцій	система автоматичного відключення секцій сівалки та обладнання її датчиками моніторингу висіву (електропривід сошників сівалок)
диференційоване внесення добрив, посівного матеріалу, засобів захисту рослин	переобладнання наявної в господарстві техніки для диференційованого внесення добрив, посівного матеріалу, засобів захисту рослин	обладнання для диференційованого внесення добрив, посівного матеріалу, засобів захисту рослин
альтернативне внесення добрив, ЗЗР та моніторинг стану полів	придбання дронів, БПЛА, підписки на супутниковий моніторинг полів	дрони, БПЛА, оплата супутникового моніторингу

Джерело: складено автором

Описані в таблиці 1 технології точного землеробства, окрім теоретичного обґрунтування ефективності впровадження, потребують розробки та відповідних розрахунків ціни реалізації конкретних інвестиційних проектів з придбання відповідних цифрових інструментів, визначення черговості впровадження технологій, а також термінів окупності вкладених сільськогосподарськими підприємствами коштів.

Суттєвий вплив на виробництво продукції рослинництва робить використання сільськогосподарськими підприємствами цифрових програмних продуктів та сервісів (рисунок 3).



Рисунок 3 – Ключові цифрові програмні продукти та сервіси, які доцільно використовувати в процесі виробництва продукції рослинництва

Джерело: складено автором

Використання описаних вище програмних продуктів та сервісів дасть можливість сільськогосподарським підприємствам – виробникам продукції рослинництва здійснювати технологічні операції та управлінські процеси більш поінформовано, своєчасно та виважено,

зважаючи на наявний (доступний) обсяг інформації з супутникового моніторингу, метеосервісів, систем фарм-менеджменту тощо. Програмне забезпечення виробничої та управлінської діяльності посилює інформаційну складову управління та підвищує ефективність загальної системи менеджменту підприємства. Забезпечення підприємства якісною аналітикою не лише підвищує прибутковість, але й дає змогу приймати оптимальні управлінські рішення на операційному та стратегічному рівнях.

Супутниковий моніторинг передбачає онлайн спостереження за змінами стану посівів у процесі вегетації. Дані отримують за допомогою зйомки супутників на окремих полях, що дозволяє відстежувати позитивні та негативні зміни розвитку рослин. Для проведення супутникового моніторингу необхідні чіткі координати поля, які сільськогосподарське підприємство (клієнт) може передати виконавцю (спеціалізованій компанії) за допомогою програми в телефоні, планшеті, GPS (вимірювання площі полів) або Google Earth Pro, слід виділити поле, підписати його, зберегти та надіслати дані повідомленням на Viber чи електронну пошту. Вартість послуги з супутникового моніторингу в середньому становить 5 грн/га з відповідною аналітикою стану посівів.

Моніторинг полів – це трудомісткий процес, який потребує багато часу та відповідних знань. Суть супутникового моніторингу – аналіз стану посівів за результатами знімків супутника. Пролітаючи над певною територією і роблячи знімки високої якості, супутник фіксує потрібні ділянки поля. При обстеженні сільськогосподарських посівів «ногами», агроному важко побачити повну картину всього поля. А відсутність інформації – це потенційні збитки для підприємства, саме тому все частіше сільськогосподарські товаровиробники користуються сервісом супутникового моніторингу, який довів свою ефективність, особливо на віддалених полях та ділянках. Позитивним моментом є можливість замовити супутниковий моніторинг лише проблемних полів, що значно здешевшує використання цього цифрового інструменту в практичній діяльності сільськогосподарських підприємств.

Сучасні метеосервіси дають змогу аналізувати агропогоду в тій місцевості, де розташовані поля окремого сільськогосподарського підприємства. Детальний прогноз та історія показників поля дають можливість оперувати великим масивом професійних значень, які розподілені віджетами (за тематикою та наданням повного спектру потрібних показників), переглядати історію на конкретних ділянках, максимальний період історії – 10 років.

Уніфікований сервіс прогнозування погоди та ймовірності розвитку хвороб і появи шкідників є ефективним помічником для аграрія, незалежно від розміру та типу господарства. Сучасний вітчизняний сервіс meteo.farm має найбільшу мережу метеостанцій в Україні і пропонує аграріям наступні сервіси [13]: відстеження погодних умов поля (можливість додавання власного поля у профілі (будь-яка точка в країні), високоточний онлайн моніторинг метеоумов на вашому полі, прогнозування погодних умов на найближчу добу, 3, 5 та 7 днів наперед, вікно обприскування та радар опадів для прогнозу обробки поля, онлайн відстеження фактичних показників метеостанцій поруч з вашим полем); історія погодних показників (історія показників поля – до 10 років погодних даних у будь-якій точці в країні, історія показників метеостанцій у власній мережі (понад 200 метеостанцій в Україні), аналіз фактичних показників онлайн та історія показників залежно від комплектації метеостанції); аналіз поля (сума активних та сума ефективних температур з розбивкою по культурах, сума опадів по полю та розрахунок ГТК, побудова рози вітрів за період та розбивка сили вітрів за напрямками по 8 румбах, експорт історії поля та метеостанції у форматах XLS та CSV, доступ до аналітики наших експертів та прогнозування погодних умов по Україні); сповіщення про стан поля (можливість налаштування сповіщень про поточний стан поля або найближчої метеостанції, створення правил для повідомлення про досягнення критичних значень погодних показників, отримання повідомлень через E-mail, SMS, Telegram, Viber тощо).

Витрати сільськогосподарського підприємства на метеосервіси залежать від пакета замовлених послуг, наприклад, у компанії meteo.farm пропонують місяць безкоштовного використання сервісу перед обранням платного тарифу. Використання в практичній діяльності метеосервісів дозволить виробникам оптимізувати терміни визначення початку польових робіт завдяки даним вимірюваним опадів і температур, отримати завчасне попередження про заморозки, що зберігає урожай, визначити точну температуру, вологість ґрунту, ймовірність опадів, відносну вологість повітря, швидкість вітру і т. д., а також дає можливість економії ресурсів завдяки меншій кількості виїздів на поле. Проте остаточний розрахунок ефективності застосування описаного інструменту необхідно розраховувати в

межах конкретного сільськогосподарського підприємства з урахуванням фактичної необхідності в зборі відповідних даних.

Наступною, не менш важливою складовою, яка безпосередньо впливає на ефективність виробництва продукції рослинництва, є наявність на підприємстві системи автоматизації обліку та списання товарно-матеріальних цінностей (рисунок 4).

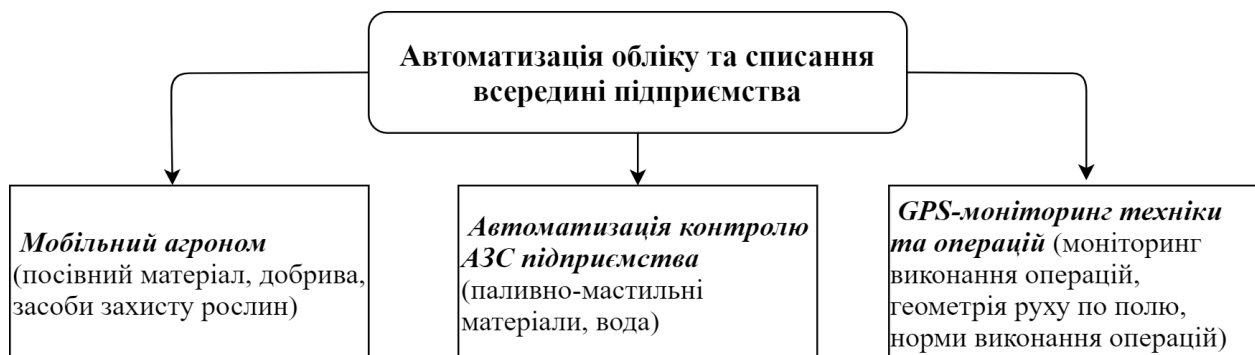


Рисунок 4 – Складові системи автоматизації обліку та списання всередині підприємства

Джерело: складено автором

Розуміючи важливість врахування фактичних витрат товарно-матеріальних цінностей при формуванні собівартості виробництва продукції, зростає необхідність забезпечення підприємства дієвою та ефективною системою обліку та списання ТМЦ. Деталізовані на рисунку 4 системи автоматизації обліку та списання товарно-матеріальних цінностей дають можливість менеджменту сільськогосподарського підприємства чітко визначати перелік ТМЦ, які утримуються на підприємстві, та здійснювати контроль відповідності їх облікових і фактичних залишків за місцями зберігання, контролювати обґрунтованість списання та використання ТМЦ, забезпечувати керівника повною, своєчасною та достовірною інформацією щодо руху товарно-матеріальних цінностей всередині підприємстві.

Остання стадія виробництва продукції рослинництва – її реалізація – може значно прискоритися та бути більш прозорою за допомогою використання системи поставок на основі блокчейн-технологій. Деталізовано порівняння традиційних поставок із можливостями використання блокчейн-систем досліджено у роботі [14]. Лише зауважимо, що сучасна система поставок сільськогосподарської продукції з використанням блокчейн-технологій здатна створити систему інформаційного обміну та підвищити ефективність операцій за рахунок поліпшення системи поставок, полегшення пошуку інформації про походження товарів і скорочення витрат на ділову документацію. Використання блокчейн-систем допоможе скоротити час розрахунків із сільськогосподарськими підприємствами, не виключаючи невизначені платежі.

Сучасними помічниками в пошуку клієнтів для виробленої продукції рослинництва виступають цифрові платформи та майданчики. Сьогодні є досить популярними нові інструменти Інтернет-торгівлі, такі як Tradomatic (сайт в Інтернеті <https://www.tradomatic.io>), який вже працює в агробізнесі. Tradomatic є професійним інструментом для безпечного, ефективного і швидкого трейдингу агропродукцією з національними та міжнародними компаніями. В рамках єдиної концепції онлайн-торгівлі агропродукцією платформа об'єднує провідних виробників і покупців, транснаціональних і локальних трейдерів, агрохолдинги та великі господарства. Прозорість і клієнтоорієнтованість, націленість на міжнародні стандарти ведення аграрного бізнесу є запорукою успіху цієї платформи.

Виробнику аграрної продукції необхідно зареєструватися та за допомогою онлайн-підказок чи оператора створити свою пропозицію продукції, також є можливості обговорення та зміни умов угоди в режимі онлайн, а також безпосереднього укладання контрактів на поставку. Використання описаного інструменту значно розширює можливості сільськогосподарських підприємств щодо пошуку нових клієнтів та партнерів. Також цікавою та змістовною є платформа розвитку агробізнесу AgroTalks, яка присвячена технологічним інноваціям та в якій також є інструменти пошуку нових клієнтів та партнерів.

Висновки. Таким чином, виокремлення ключових виробничих стадій з подальшим покроковим аналізом впливу цифрових технологій на кожну окрему стадію виробництва сільськогосподарської продукції дозволило:

– по-перше, зробити процес виробництва сільськогосподарської продукції більш прозорим, зрозумілим, керованим та безпечним на основі удосконалення системи організації виробництва (використання цифрових інструментів), що полегшує та прискорює взаємодію між усіма учасниками виробничих процесів і ланками управління;

– по-друге, підвищити ефективність та можливості контролю витрат виробництва (використанням основних матеріальних ресурсів, техніки, обладнання, робочого часу тощо);

– по-третє, здійснювати ціновий моніторинг та закупівлю продукції різного спрямування для виробничих потреб сільськогосподарських підприємств, що дає змогу суттєво економити на придбанні предметів праці за рахунок виявлення найкращих цінових пропозицій та умов поставки продукції від конкретних постачальників;

– по-четверте, при поетапній реалізації інструментів цифрового «точного землеробства» позбутися окремих «болячок» вирощування сільськогосподарських культур, таких як перевитрати посівного матеріалу, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів, добрив і т. д., а також значно підвищити точність і зменшити час виконання усіх без винятку польових робіт, що є джерелом додаткової економії ресурсів сільськогосподарського підприємства при формуванні собівартості виробленої продукції;

– по-п'яте, оптимізувати терміни виконання польових робіт завдяки даним сучасних метеосервісів та інших цифрових помічників, що є запорукою своєчасності виконання польових робіт і, як наслідок, вдалих врожаїв у майбутньому;

– по-шосте, здійснювати контроль відповідності залишків товарно-матеріальних цінностей за місцями зберігання, обґрунтовувати списання та використання ТМЦ, забезпечувати керівника та менеджмент підприємства повною, своєчасною та достовірною інформацією щодо руху товарно-матеріальних цінностей;

– по-сьоме, полегшити пошук клієнтів на вироблену сільськогосподарську продукцію за рахунок використання сучасних Інтернет-помічників та інструментів онлайн-торгівлі агропродукцією для безпечного, ефективного і швидкого трейдингу з національними та міжнародними компаніями.

Список використаної літератури

1. Волощук Ю. О. Напрями цифровізації аграрних підприємств. *Ефективна економіка*. 2019. № 2. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/2_2019/68.pdf.
2. Клочан В. В. Система інформаційно-консультаційного забезпечення аграрної сфери. Миколаїв: МДАУ, 2012. 371 с.
3. Кропивко М. Ф. Стратегічні напрями реформування управління комплексним розвитком агропромислового виробництва і сільських територій. Київ: ННЦ ІАЕ, 2012. 82 с.
4. Лобас М. Г., Россоха В. В., Соколов Д. О. Управління інноваційно-технологічним розвитком агросфери: монографія. Київ: ННЦ ІАЕ, 2016. 416 с.
5. Ляшенко В. І., Вишневський О. С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: монографія. Київ: НАН України, Ін-т економіки промисловості, 2018. 252 с.
6. Vasso M., Barsocchi P., Ferro E., Gotta A., Ruggeri M. The digitisation of agriculture: a survey of research activities on smart farming. *Array*. 2019. Vol. 3-4. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005619300098>.
7. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Opinion: smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2017. Vol. 114 (24). P. 6148–6150.
8. Карпенко А. М. Пріоритетні напрями інноваційного розвитку рослинництва. *Економіка та управління АПК*. 2012. № 9. С. 16–20.
9. Россоха В. В., Соколов Д. О. Технологічні трансформації в агропромисловому виробництві: тенденції та результати. Інноваційний розвиток економіки: процеси та явища: монографія. Дніпропетровськ: ВНЗ «Нац. гірничий ун-т», 2013. С. 429–473.
10. Как внедрять точное земледелие на предприятии. URL: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyatii>.
11. Точна сівба за технологією KUHN. URL: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/14580-tochna-sivba-za-tekhnologiiieiu-kuhn.html>.

12. Досягти балансу: застосування добрив залежно від агрохімії ґрунтів. URL: <https://www.growhow.in.ua/dosyagty-balansu-zastosuvannya-dobryv-zalezno-vid-agrohimiyi-gruntiv>.
13. Агро погода, компанія meteo.farm. URL: <https://www.meteo.farm>.
14. Руденко М. В. Проблеми та перспективи використання Інтернет-технологій у сільськогосподарських підприємствах. *Економіка АПК*. 2019. № 10. С. 79–86.

References

1. Voloshchuk, Yu. O. (2019). Areas of digitization of agrarian enterprises. *Efektivna ekonomika*, no. 2. Available at: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/2_2019/68.pdf.
2. Klochan, V. V. (2012). System of information and consulting support of agrarian sphere. Mykolaiv: MDAU, 371 p. [in Ukrainian].
3. Kropyvko, M. F. (2012). Strategic directions of reforming management of complex development of agro-industrial production and rural territories. Kyiv: NNTs IAE, 82 p. [in Ukrainian].
4. Lobas M. G., Rossokha V. V., Sokolov D. O. (2016). Management of innovation and technological development of the agrosphere. Kyiv: NNTs IAE, 416 p. [in Ukrainian].
5. Lyashenko, V. I., Vyshnevs'kyi, O. S. (2018). Digital modernization of the Ukrainian economy as a breakthrough. Kyiv: NAN Ukrainy, In-t ekonomiky promyslovosti, 252 p. [in Ukrainian].
6. Bacco, M., Barsocchi, P., Ferro, E., Gotta, A., Ruggeri, M. (2019). The digitisation of agriculture: a survey of research activities on smart farming. *Array*, vol. 3-4. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005619300098>.
7. Walter, A., Finger, R., Huber, R., Buchmann, N. (2017). Opinion: smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 114 (24), pp. 6148–6150.
8. Karpenko, A. M. (2012). Priority directions of innovative plant development. *Ekonomika ta upravlinnya APK*, no. 9, pp. 16–20 [in Ukrainian].
9. Rossokha, V. V., Sokolov, D. O. (2013). Technological transformations in agro-industrial production: trends and results. Innovative economic development: processes and phenomena. Dnipropetrovsk: VNZ «Nats. hirnychy un-t», pp. 429–473 [in Ukrainian].
10. How to introduce precision farming in the enterprise. Available at: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyati>.
11. Accurate sowing according to KUHN technology. Available at: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/14580-tochna-sivba-za-tekhnohiiu-kuhn.html>.
12. To achieve balance: application of fertilizers depending on the agrochemistry of the soil. Available at: <https://www.growhow.in.ua/dosyagty-balansu-zastosuvannya-dobryv-zalezno-vid-agrohimiyi-gruntiv>.
13. Agro weather, meteo.farm company. Available at: <https://www.meteo.farm>.
14. Rudenko, M. V. (2019). Problems and prospects of using Internet technologies in agricultural enterprises. *Ekonomika APK*, no. 10, pp. 79–86 [in Ukrainian].

M. V. Rudenko

IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES AT THE STAGES OF AGRICULTURAL PRODUCTION

The preconditions and possibilities of digital technologies implementation at the stages of agricultural production have been researched in the article. The key stages of agrarian production have been identified and the impact of digital technologies on each production stage has been analyzed in detail, with in-depth detailing of preconditions and possibilities for their realization. The scheme of the use of digital assistants in the technological process of growing crops, which is a prerequisite for building a strategy of gradual implementation of precision farming technologies in the practical activities of enterprises, has been developed.

The most promising and popular digital technologies of precision farming that are most often introduced by agricultural enterprises in the territory of our country have been highlighted. Precision farming technologies, which, in addition to the theoretical substantiation of the efficiency of implementation, require the development and appropriate calculations of the cost of implementation of specific investment projects for the acquisition of appropriate digital instruments, determining the sequence of implementation of technologies and payback periods of funds invested by agricultural enterprises are worked out in detail.

It has been stated that the use of specialized software products and services will allow agricultural enterprises to carry out technological operations and management processes in a more informed, timely and balanced manner, taking into account the available amount of information on satellite monitoring, meteorological services and farm-management systems. It has been emphasized on the necessity to build a system of accounting automation at the enterprise and write-off of inventory, which will make it easier to control the compliance of the accounting and actual residues of the TMC at the storage sites and to provide the manager with complete, timely and reliable information on their movement within the enterprise.

The step-by-step implementation of digital precision farming tools at agricultural production stages will help to get rid of certain "diseases" of crop cultivation, such as overspending of crops, plant protection products, fuel and lubricants, fertilizers, etc.

Keywords: *digital technologies, stages of production, agricultural enterprises, precision agriculture, efficiency, crop production.*

Стаття надійшла до редакції 26.03.2020

DOI 10.24025/2306-4420.0.56.2020.202019

Руденко М. В., к.е.н., доцент, докторант, Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки» НААН

mykola_rudenko@ukr.net

ORCID 0000-0002-1966-7695

Rudenko M. V., Ph. D., associate professor, competitor for doctor's degree, National Scientific Centre «Institute of Agrarian Economics» NAAS