

КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ АГРОДІЯЛЬНІСТЮ – «ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО» ТА ЗНАЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОБЛІКУ І КОНТРОЛІ

Дмитро Мінаєв, Юрій Раделицький

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
79008, м. Львів, просп. Свободи 18,*

e-mail: dmytroominaiev@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5001-5241

e-mail: yuriy.radelytskyu@lnu.edu.ua; ORCID ID: 0000-0001-8968-4821

Анотація. Для подолання соціально-економічних, екологічних та військово-політичних бар'єрів подальшого розвитку аграрної сфери економіки необхідна імплементація новітньої концепції управління агродіяльністю – «точне землеробство». Система управління «точне землеробство» припускає наявність неоднорідностей в обробітку земельних угідь, вирощуванні та зборі урожаю, врахування яких передбачає використання геоінформаційних технологій (ГІС технологій).

Обґрунтовано доцільність імплементації системи управління агродіяльністю «точне землеробство» у функціонування аграрних підприємств. Досліджено історичні етапи (первинний, ініціативний, комерційний, активний, інтегрований, інноваційний) становлення концепції «точне землеробство», новітньою стадією розвитку якої є інноваційне використання комплексу ГІС технологій одночасно для діджиталізації обліку, контролю, аналізу та управління агродіяльністю. Ідентифіковано перелік інноваційних ГІС технологій в аграрній сфері економіки, до якого відносяться: глобальна система позиціонування, безпілотні літальні апарати, електронні карти агродіяльності, технологія змінних витрат агро матеріалів, роботизований агрохімічний аналіз ґрунту, паралельно-дотичний рух агротехніки, автопілотування за допомогою цифрових камер тощо. Визначено напрямки використання ГІС технологій в бухгалтерському обліку і контролі, що охоплює: формування інтегрованого інформаційного середовища, збір первинних джерела даних, ідентифікацію виробничих витрат, планування собівартості агропродукції, комунікації з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами, автоматизований перманентний контроль, участь у розробці та прийнятті проєктів управлінських рішень. Виокремлено рівні використання ГІС технологій в управлінні агродіяльністю (геологічний, агрономічний, технічний, ресурсний, часовий, екологічний), що сприяє оптимізації витрат агропідприємств та удосконаленню обліку і контролю. Для повної ідентифікації позитивного впливу застосування ГІС технологій на фінансові результати функціонування агропідприємств необхідне деталізоване дослідження виробничих витрат агродіяльності одночасно з удосконаленням їх бухгалтерського обліку і контролю, що є предметом наступних наукових пошуків.

Ключові слова: точне землеробство, облік, контроль, управління, геоінформаційні технології (ГІС технології).

Постановка проблеми. Екстенсивна діяльність у сфері аграрної сфери економіки, що домінувала в актуальне століття, обмежена на сьогодні унаслідок прояву комплексу взаємопов'язаних чинників. Зокрема, динамічне зростання глобальної кількості населення призвело до максимального рівня розораності ґрунтів, придатних до аграрної діяльності. Значна кількість природніх екосистем знищуються людиною для пристосування до агровиробництва. Перенаселення певних територій стає причиною неналежної уваги до екологічних умов проживання та аграрної діяльності. Значна частка продуктів харчування не відповідає екологічним, санітарним та органолептичним вимогам, що загострює проблему доступу людей до якісної агропродукції.

Активний антропогенний вплив на природні умови став причиною значного потепління клімату. Глобальна зміна температури, в свою чергу, значно зменшила родючість аграрних культур, які є основною харчовою базою для населення більшості країн. Це поставило під загрозу продовольчу безпеку багатьох країн, які тільки розвиваються. Додатковим негативним чинником стала активізація військово-політичних загроз, що унеможливила аграрну діяльність на значних площах родючих угідь. Штучний вплив на логістичні маршрути постачання продуктів харчування унеможлиблюють рівний доступ усіх країн до дешевих продуктів харчування. Країни з недостатньо розвинутою економікою не здатні у повній мірі забезпечити населення харчовою продукцією, що призводить до ще більшого обмеження соціально-економічних процесів.

Для подолання екологічних, економічних, соціальних, військово-політичних та логістичних бар'єрів у продуктивній безпеці країн необхідний перехід від екстенсивної до інтенсивної агродіяльності. Зростання якісних параметрів агровиробництва передбачає отримання кращих кількісних та фінансових результатів від вирощування агрокультур на менших площах земельних угідь з мінімізованими виробничими витратами. Оптимізація аграрної галузі економіки першочергово передбачає удосконалення менеджменту на мікрорівні. Найбільш новітньою та перспективною концепцією управління агродіяльністю сучасних підприємств є «точне землеробство».

Все більша кількість агропідприємств незалежно від розміру агробізнесу імплементує елементи концепції управління «точне землеробство». За прогнозними даними ринок систем для управління агродіяльністю на принципах точного землеробства досягне позначки 34 мільярди доларів США у 2032 році (рис. 1). Станом на 2022 рік цей показник уже становить 11 мільярди доларів США, що свідчить про затребуваність та перспективність інноваційних систем управління агродіяльністю «точне землеробство» [1].

Концептуальною основною управління агродіяльністю «точне землеробство» є уявлення про існування неоднорідностей земельних ділянок. Варіативність кліматичних, природніх та антропогенних умов вирощування агрокультур потребує диференційованої уваги в аграрній діяльності. Наявність неоднорідних властивостей земельних угідь може проявлятися навіть в межах однієї оброблювальної ділянки. Унаслідок впливу природнього рельєфу, хімічного та фізичних властивостей ґрунту, мікроклімату, наявності поверхневих вод можуть значно змінюватися підходи до ведення аграрних робіт. Додатковий внесок у появу змінних компонентів агродіяльності роблять такі

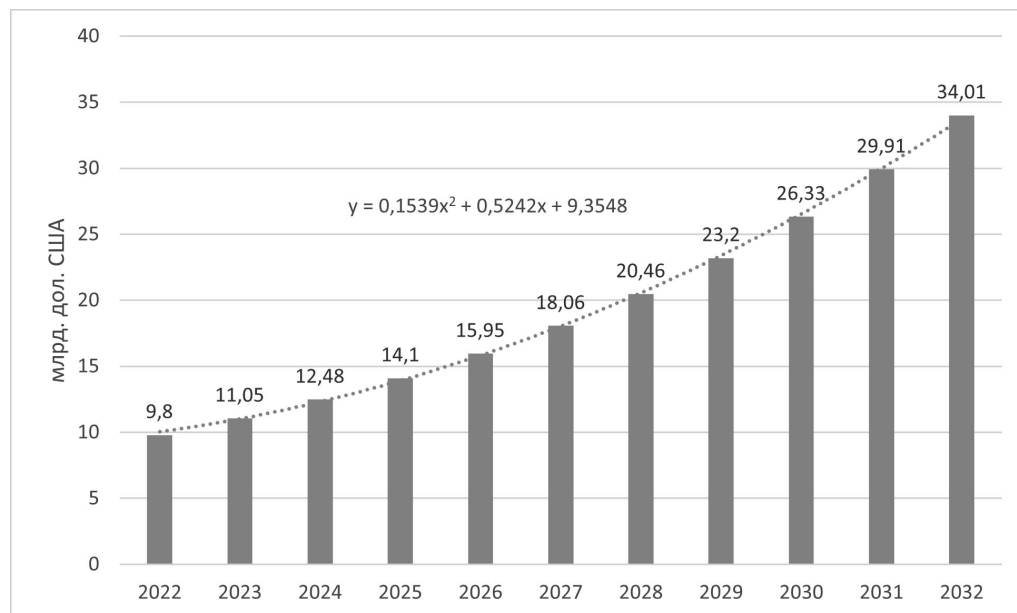


Рис. 1. Прогноз глобальної ринкової капіталізації систем управління агродіяльністю «точне землеробство» та ГІС технологій
Джерело: сформовано на основі [1]

антропогенні чинники: хімічне чи радіаційне забруднення землі, заболоченість чи засоленість місцевості, некоректне використання хімічних препаратів, заборона на ведення певних видів господарської діяльності, обмежені чи диференційовані права розпоряджання земельними ділянками тощо. Lekka Christina та інші обґрунтовують наявності варіативного впливу негативних чинників на агродіяльність, що можуть бути ідентифіковані в сучасних умовах розвитку інформаційно-комунікаційних технологій [2]. Виявити неоднорідності в агродіяльності здатні геоінформаційні технології у контексті їх використання для управління аграрними підприємствами, що визначає актуальність досліджень у цій сфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. «Завдання геоінформаційних технологій полягає у: вивченні природних і соціально-економічних геосистем; комп'ютерному моделюванні на основі баз даних і географічних знань; зборі, обробці, відображенні та поширенні просторово координованої інформації; забезпеченні вирішення завдань інвентаризації, оптимізації та управлінні геосистемами; виробництві апаратних засобів і програмних продуктів; створенні баз і банків даних, систем управління, стандартних (комерційних) геоінформаційних систем різного цільового зазначення і проблемної орієнтації [3, с. 124]. Як пояснюють Лазарева О. В., Вакар К. В., Платонова К. А., «геоінформаційні технології мають справу з координатною і смисловою інформацією про об'єкти, які розташовані на тій чи іншій території, що відрізняє їх від інших інформаційно-комунікаційних технологій» [4, с. 49].

Тому, окрім перспективності практичного використання ГІС технологій в управлінні агродіяльністю, актуальності набувають наукові дослідження у сфері точного землеробства. В актуальне десятиріччя збільшується кількість наукових праць, які орієнтуються на використання дронів, штучного інтелекту, визначення індексів вегетації рослин тощо [5]. Наприклад, Polumeni Sofia та інші визначили перелік інноваційних технологій (робототехніка, штучний інтелект, квантове зондування та чотиривимірний зв'язок), які в поєднанні з геоінформаційними системами формують новий етап розвитку «точного землеробства» під назвою «Сільське господарство 5.0» [6]. Ця стадій розвитку агробізнесу характеризується мінімальним втручанням людини у агротехнічні процеси, що зменшує шкоду навколишньому середовищу та максимізує фінансові результати агробізнесу [6]. Доповнюють дослідження Лебідь О.В., Кіпоренко С.С., Вовк В.Ю., які пропонують додатково використовувати технології Інтернету речей в агродіяльності для виявлення хвороб рослин, класифікації та ідентифікації бур'янів, визначення та підрахунку плодів, управління водними ресурсами та ґрунтом, прогнозування погоди (клімату), визначення поведінки тварин тощо [7].

Проте, виникають проблеми з ефективною обробкою даних, наданих різними геоінформаційними технологіями. Zeginis, Dimitris розробили унікальну мета-модель інтегрованого накопичення та використання геоданих з різномірних джерел, включаючи дані сенсорів, відомості про погоду (клімат), статистичну та державну інформацію, зображення з дронів (супутників), відеоматеріали та електронні карти, що забезпечує ефективне управління агродіяльністю на принципах точного землеробства [8]. Nguyen Long та інші серед значної кількості мотивів визначили основні чинники (очікувана продуктивність, зменшення фізичних зусиль, державна підтримка та соціальний вплив), які спонукають агропідприємства впроваджувати систему управління агродіяльністю «точне землеробство» [9]. Також Gawande Vaishnavi та інші звертають увагу на зростання екологічності процесу вирощування та якості готової агропродукції завдяки використанню ГІС технологій в системі точного землеробства [10]. Продовжили наукову думку щодо екологічних перспектив точного землеробства Гончарук І.В., Новицька Л.І. та Мазур Г.М., якими пояснено взаємозв'язок між економічними та екологічними перевагами використання ГІС технологій [11]. Революційними є дослідження групи авторів, очолюваних Романовим В.О., які обґрунтували наявність впливу ступеня розвитку систему управління точного землеробства на здоров'я споживачів аграрної продукції [12]. В умовах використання ГІС технологій значно зростає частка екологічно чистих та органічних продуктів харчування, що позитивно впливає на стан здоров'я населення.

Sharma Shikha у процесі дослідження перспектив розвитку точного землеробства визначає дві пріоритетні сфери використання ГІС технологій (збільшення врожайності, управління ресурсами), у той же час виокремлює чотири проблемні аспекти: значна вартість придбання та володіння, недоступність для невеликих агропідприємств, ускладнене управління великими обсягами даних та необхідність отримання додаткових освітніх компетентностей персоналом [13].

Серед основних бар'єрів імплементації системи управління агродіяльністю Toguzova, M. та інші виділяють: низький рівень розвитку інформаційно-комунікаційної

інфраструктури у сільській місцевості, значну вартість програмно-технічного забезпечення, переважання дрібних агропромислових товаровиробників, недостатньо ефективні інструменти державної підтримки, недостатній вплив регіональних органів державної влади на процеси системного розвитку тощо [14]. Додатково Hundal Gaganpreet Singh та інші вказують на наявність технічних проблем у впровадженні геоінформаційних технологій, серед яких: значні вимоги до потужності та дальності бездротового зв'язку, затримка даних, масштабованість даних, зберігання даних, сумісність даних [15]. Оригінальні дослідження провели Radojčić Vesna та Svetković Aleksandar Sandro, за твердженням яких методика імплементації системи управління агродіяльністю «точне землеробство» може відрізнятись залежно від кліматичних та географічних особливостей території, що накладає обмеження на ефективну діяльність агропідприємств [16]. Водночас, іншої думки Karunathilake, E. M. та інші, які позиціонують систему управління «точне землеробство» як метод мінімізації ризиків аграрної діяльності, а усі недоліки використання ГІС технологій тільки пов'язані з додатковими видатками підприємств, які у майбутньому будуть компенсовані за рахунок зростаючих фінансових результатів [17].

Проте, у наукових працях, присвячених концепції управління агродіяльністю «точне землеробство», приділяється неналежна увага бухгалтерському обліку і контролю. Використання ГІС технологій для обліку та контролю агродіяльності кардинально реформує систему управління агропідприємствами на основі достовірної, повної, своєчасної та надійної облікової інформації, що дає змогу сформулювати мету статті.

Постановка завдання. Мета статті полягає у дослідженні перспектив імплементації концепції управління агродіяльністю – «точне землеробство» у контексті ідентифікації видів, значення та рівнів використання ГІС технологій в бухгалтерському обліку і контролі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Єдина стандартизована методика ведення аграрної діяльності не дозволяє врахувати усієї варіативності змінних виробничих чинників. Господарське використання земельних ділянок без врахування їх індивідуальних властивостей не дає змоги отримати позитивний фінансовий результат від агродіяльності, шкодить екології та зменшує площу земельного фонду країн. Натомість, концепція управління агродіяльністю – «точне землеробство» орієнтована на ідентифікацію неоднорідних параметрів земельних ділянок з адаптацією виробничих та управлінських процесів. Управління точним землеробством засноване на використанні геоінформаційних технологій, а тому нерозривно пов'язане з історичними етапами технологічного розвитку агродіяльності. Етапи еволюційного розвитку системи управління «точне землеробство» на технологічній основі ГІС наведені на рис. 2.

Система управління агродіяльністю «точне землеробство» уже пройшла декілька історичних стадій становлення і сьогодні перебуває на інноваційному етапі розвитку. Інноваційність полягає у інтегрованому використанні геоінформаційних технологій для комплексної діджиталізації обліку, контролю, аналізу та управління агродіяльністю.

На сьогодні все більше аутсорсингових компаній надають послуги з управління «точне землеробство» для агропідприємств різного розміру агробізнесу. ГІС технології



Рис. 2. Еволюційне становлення концепції «точне землеробство» на основі ГІС технологій

Джерело: розроблено авторами

стають доступними для усіх учасників ринку агровиробництва завдяки аутсорсингу. Поступово зростає частка та появляються нові послуги аутсорсингу з використанням ГІС технологій. Деякі компанії навіть віднедавна розпочали надавати послуги автопілотування спецтехніки й дистанційної телеметрії (рис. 3).

Таким чином, основними видами ГІС технологій, що комплексно використовуються в управлінні агродіяльністю «точне землеробство» є: глобальна система позиціонування, безпілотні літальні апарати, електронні мапи агродіяльності, технологія змінних витрат агро матеріалів, роботизований агрохімічний аналіз ґрунту, паралельно-дотичний рух агротехніки, автопілотування за допомогою цифрових камер та інші.

Глобальна система позиціонування. Першочергово концепція управління агродіяльністю «точне землеробство» заснована не повселюдному використанні системи глобального позиціонування. Методика глобального визначення місця перебування об'єкта поміщена в основі комплексу геоінформаційних технологій. Недаремно Fakhar MI та Khalid Muhammad позиціонують технологію супутникового зондування полів як історично первинну ланку організації точного землеробства [19]. Завдяки GPS-навігації геопросторове розташування об'єкта набуває ознак точності, достовірності та оперативності. Використання системи глобального позиціонування в агродіяльності

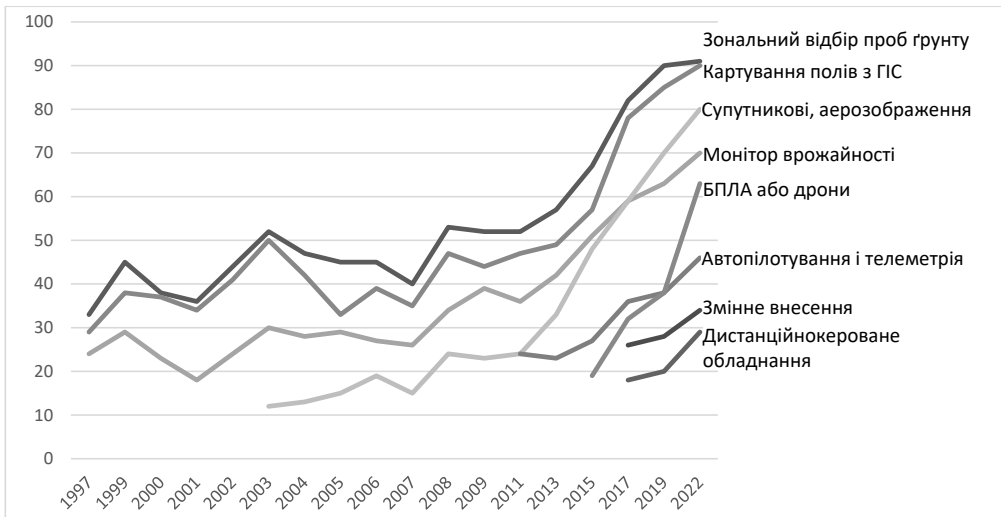


Рис. 3. Частка аутсорсингових послуг з використанням різних ГІС технологій серед глобальних компаній, які спеціалізуються на управлінні точним землеробством, за роками
Джерело: сформовано на основі [18]

формує масив відомостей про місце перебування, маршрут пересування, виконання функціональних завдань спецтехнікою. Методика GPS-навігації поєднує усі види діяльності аграрних підприємств (виробничу, транспортну, збутову, логістичну) в єдину управлінську систему задля досягнення позитивного фінансового результату на основі точної інформації про виробничо-транспортні процеси. На визначальній важливості дослідження транспортних потоків в агропромисловості наполягають Novog Vegmat та інші [20]. Будь-який транспортний засіб чи технічний об'єкт, що використовується в агродіяльності, на їх думку, стає елементом складної системи управління діяльністю спеціалізованої техніки, вантажних й легкових автомобілів та літальних апаратів. Кожний з цих елементів направлений на досягнення спільної мети щодо мінімізації витрат та максимізації доходів аграрних підприємств. Зокрема, важливим елементом управління агродіяльністю є аеровізуальний моніторинг з використанням безпілотних літальних апаратів.

Безпілотні літальні апарати. Розвиток безпілотних технологій в цивільній авіації уможливив повселюдне їх аграрне використання. Як доречно зауважують Das Pritam та інші, розвиток дронів вніс кардинальні позитивні трансформації у систему управління «точне землеробство», коли дані про агродіяльність можна отримувати щоденно та миттєво [21]. Незалежно від розміру агробізнесу підприємства все частіше використовують дрони для обприскування полів. Це найбільш ефективний спосіб обробітку земельних угідь, коли агро матеріали застосовуються відповідно до цільового призначення та інструктивних рекомендацій. Наземні способи внесення рідких добрив, засобів захисту рослин чи інших хімічних препаратів не забезпечують

рівномірність покриття земельних ділянок. Натомість, застосування дронів є економічно обґрунтованим та зручним методом обприскування рослин на кінцевих стадіях вегетативного дозрівання.

Проте, безпілотні літальні апарати доцільно використовувати не тільки для проведення агрономічних процедур, але й – аеровізуального моніторингу за агродіяльністю. Як пояснюють Vaheed Mohammad та інші застосування дронів має набагато більше функціональних можливостей не тільки для агротехнічної діяльності, але й для інформаційних процесів в управлінні агропідприємствами [22]. На основі спектрального аналізу та розпізнавання зображень можливо візуально оцінювати стан і склад ґрунту, рівень вологи, сходження насіння, підмерзання чи засихання паростків рослин, наявність шкідників чи бур'янів, завдання шкоди врожаю, орієнтовану врожайність тощо. Окрім того, дрони здатні супроводжувати агротехніку у процесі виконання функціональних обов'язків. Менеджмент агропідприємств також може використовувати дрони для контролю за інтенсивністю та коректністю застосування спецтехніки, використання персоналом робочого часу, присутністю сторонніх осіб на земельних угіддях тощо. Таке використання безпілотних літальних апаратів мінімізує витрати підприємства на облік і контроль агродіяльності завдяки своєчасному та повному інформуванню управлінського персоналу агропідприємства. Усі аеровізуальні дані, зібрані дронами, накладаються на електронні карти для оптимізації управлінських процесів агропідприємств.

Електронні мапи агродіяльності. За результатами використання систем глобального позиціонування та аеровізуального моніторингу формується масив відомостей щодо агродіяльності з інформаційною асоціацією до просторово-географічних параметрів. Для кращого візуального сприйняття та прикладного використання управлінським персоналом такі відомості доцільно накладати на електронні геокадастрові мапи. Уже зараз активно розвиваються численні сервіси електронного картографування. Картографічне позначення кожної земельної ділянки стає своєрідним накопичувачем різносторонньої інформації, яка є корисною для управління аграрною галуззю.

Первинно інформація про земельні угіддя отримуються зі супутникових знімків, які агропідприємствами самостійно доповнюються аналітичними відомостями. В подальшому, уся спецтехніка до моменту та після виконання агрономічних процедур вносить актуальні відомості до електронних геокарт. Прикладом таких карт можуть бути інвентаризаційні карти землі та карти врожайності. Перший тип карт призначений для обліку та контролю збереження та використання земельних ресурсів агропідприємства, другий – моніторингу виробничого процесу з обробітку землі та збирання врожаю. Для обох ситуацій важливим є врахування індивідуальних відмінностей земельних ділянок як щодо фізичних розмірів, агрохімічних властивостей землі, так і процесу вирощування агрокультур. Наприклад, Guliyeva Sona запропонувала механізм прогнозування впливу зміни кліматичних та погодних умов на врожайність з використанням електронних карт, які доцільно використовувати для миттєвої адаптації агродіяльності [23].

Електронні мапи використовуються для оперативної оцінки результатів агродіяльності та є інформаційним підґрунтям для прийняття управлінських рішень.

Рувовар Р.В. та інші розробили методику відслідковування часових змін на електронних картах для управління агродіяльністю [24]. Ідентифіковані факти змін є інформаційною основою для управління аграрними підприємствами. В одних випадках менеджмент визнає такі зміни позитивними, в інших – приймає рішення щодо необхідності їх коригування. Використання системи електронного картографування забезпечує зменшення перш за все загальновиробничих та адміністративних витрат, пов'язаних з організацією та управлінням виробничою діяльністю.

Технологія змінних витрат агро матеріалів. На основі сформованих геопросторових карт можливо планувати агродіяльність у частині управління витратами матеріалів аграрного призначення. Сучасна агротехніка здатна дозувати подачу та внесення агро матеріалів при проведенні польових робіт. Відповідно до даних з електронних мап земельних ділянок може прийматися рішення про додаткові витрати посівних матеріалів, добрив, засобів захисту рослин тощо. Але, як доводять Lechqar Khadija та Errais Mohammed, різні агрокультури диференційовано піддаються технології змінного внесення [25]. Тому, перед початком агротехнічних робіт необхідно моделювати поведінку різних агрокультур в умовах диференційованого витрачання агро матеріалів.

Спецтехніка у процесі руху відповідними земельними ділянками може вносити матеріали аграрного призначення у місцях їхньої потреби. Подача таких витрат може змінюватися залежно від ступня загребуваності. Наприклад, при виявленні незадовільної сходженості агрокультур у певних ділянках земельних угідь доцільно відправляти спецтехніку для додатково внесення посівного матеріалу. Аналогічна ситуація і при виявленні незадовільного стану рослин унаслідок враження полів бур'янами чи шкідниками. Обсяг витрачання засобів захисту рослин, пестицидів, отрутохімікатів чи інших біопрепаратів автоматично визначається залежно від їх необхідності на різних ділянках земельних угідь. Дозування та мінімально необхідне використання хімічних речовин в агродіяльності, як пояснює Hossain Md Al Amin, є запорукою реалізації стратегії «зелених» інформаційно-комунікаційних технологій для сталого розвитку бізнесу [26]. Агропродукція завдяки технології змінного внесення отримує мінімум хімічних речовин, що забезпечує її екологічну безпеку.

Роботизований агрохімічний аналіз ґрунту. Додатковою позитивною здатністю інноваційної агротехніки є можливість проведення оцінки агрохімічного стану ґрунту. Мобільні комплекси можуть автоматизовано відбирати проби ґрунту для проведення лабораторного аналізу. Fedchenko O.P. та інші пропонують інтегрувати мобільні лабораторії агрохімічного аналізу ґрунтів в систему управління агродіяльністю «точне землеробство» для складання агрохімічних карт [27]. За результатами такого аналізу необхідно застосовувати технологію змінних витрат агро матеріалів у частині внесення добрив. У місцях незадовільного хімічного стану земельних угідь, важливого для розвитку рослин, доцільно диференційовано застосовувати добрива. Розмір подачі добрив доцільно регулювати відповідно до різної потреби в них для нормалізації агрохімічних властивостей ґрунту. У цій технології у рамках системи управління агродіяльністю «точне землеробство» Najuzadeh Mortaza та Egi Yunus вбачають ефективний засіб

контролю за збереженням ґрунтів агропромислового виробництва для сталого розвитку агробізнесу. Впровадження технології змінного внесення агро матеріалів забезпечує значну економію матеріальних витрат [28]. Витрати матеріалів аграрного призначення максимально відповідають потребі, що у загальному максимізує фінансовий результат від агро діяльності.

Паралельно-дотичний рух агротехніки. Функціонування агротехніки у процесі виконання прямих функціональних обов'язків потребує виконання систематичних повторювальних маршрутів пересування. Послідовність руху спеціалізованої техніки зумовлена необхідністю повного покриття площі обробітку землі чи збору урожаю. Агротехніка при реалізації операційного завдання повинна рухатися земельними угіддями без пропусків та накладання маршрутів.

Проте, незалежно від кваліфікації персоналу та виду спецтехніки допускаються неточності в агро діяльності. Пропущені земельні ділянки не зазнають необхідних процедур агротехнологічної обробки землі, що унеможливує або ускладнює отримання урожаю. І навпаки, повторно оброблювальні ділянки можуть отримувати надмірну кількість добрив чи засобів захисту рослин, що пригнічує ріст рослин та мінімізує урожайність агрокультур.

Тому, важливою здатністю агротехніки, яка функціонує на принципах «точного землеробства» є паралельних рух, коли оброблювальні ділянки є максимально дотичними без пропусків та дублювань. Окрім того зменшується загальний фонд робочого часу за рахунок оптимізації маршрутів руху агротехніки.

Перманентне функціонування агротехніки з паралельно-дотичним рухом мінімізує витрати агропідприємств. Зокрема, зменшуються витрати на: паливо-мастильні матеріали за рахунок оптимізації маршрутів пересування; оплату праці сезонного персоналу; посівний матеріал, засоби захисту рослин і добрива через уникнення їх непродуктивного використання.

Автопілотування за допомогою цифрових камер. Сучасна спецтехніка обладнана цифровими камерами (трьохвимірної та інфрачервоної візуалізації), що демонструють процес виконання функціональних обов'язків водієві та іншим зацікавленим особам. Водії можуть покладатися на автопілот, який спрямовує спецтехніку за найбільш оптимальним маршрутом з максимально можливою швидкістю руху. Завдяки системі автопілотування уможливується цілодобове функціонування спецтехніки. Також менш важливими є погодні умови, оскільки діяльністю аграрної техніки можлива при поганій видимості. Усі аграрні процедури можуть виконуватися на безперервній основі, що гарантує максимальну родючість землі, своєчасний і повний збір урожаю. Зважаючи на переваги технології автопілотування аграрної техніки, Ghalamzan Amir та інші передбачають масове застосування роботизованих пристроїв як частини концепції точного землеробства на усіх етапах вирощування та зору урожаю [29].

Системи автопілотування агротехніки також базуються на системах візуального водіння з допомогою цифрових камер, що також можна використовувати для оптимізації управління агро діяльністю. За допомогою візуального моніторингу робочого простору агротехніка може рухатися по коліях, рядах, земляних гребнях,

борознах тощо. Максимально точне позиціонування агротехніки мінімізує пошкодження аграрних культур. Значно збільшується кількість збережених рослин, мінімізуються втрати урожаю під час його збору, ґрунт не втрачає позитивні властивості, що сприяє максимізації фінансових результатів агропідприємств.

На основі використання наведених геоінформаційних технологій у системі управління агродіяльністю «точне землеробство» формується масив даних, які в подальшому використовуються агротехнічними та виробничими службами. Але такі відомості мають значну цінність для бухгалтерського обліку і контролю в контексті інформаційної підтримки управління агродіяльністю. Бухгалтерський облік і контроль зазнає трансформацій під впливом використання ГІС технологій. Напрямки застосування таких технологій в обліково-контрольній системі наведено у інформаційній схемі управління агродіяльністю «точне землеробство» (рис. 4).

ГІС технології виконують роль інтегратора технічної та облікової інформації про агродіяльність у єдиних базах даних. Накопичення спільних для різних цілей масивів даних є основою для формування інтегрованого інформаційного середовища агродіяльності. Важливим елементом такого інформаційного поля є бухгалтерський облік як генератор економічної інформації. Через механізми облікової оцінки надається економічний вимір усім процесам, що мають місце в агродіяльності.

Відомості з інтегрованих сховищ є первинними даними для формування облікових документів. У бухгалтерському обліку доцільно формувати первинні електронні документи, які засвідчують факти витрат агродіяльності. В подальшому, електронна документація є підставою для облікового відображення відповідних виробничих витрат. Дані, зібрані з використанням ГІС технологій, про витрачання виробничих ресурсів доцільно використовувати для автоматизованого калькулювання собівартості агропродукції. Бухгалтерський облік в такому випадку є інструментом повного та достовірного врахування усіх витрат, що виникають у результаті агродіяльності.

Додатковою можливістю ГІС технологій є надання інформації для планування агродіяльності. Бухгалтерський облік у системі планування витрат є накопичувачем ретроспективної інформації. Дані про витрати попередніх періодів з врахуванням планових показників врожайності є підставою для прогнозування собівартості агропродукції ще до моменту її збору. У менеджменту агропідприємств з використанням ретроспективної облікової інформації з'являється ефективний інструмент моделювання впливу зміни виробничих чинників на кінцевий фінансовий результат агродіяльності.

Результати такого моделювання в подальшому використовуються менеджерами для підготовки проєктів управлінських рішень. Бухгалтерський облік з використання ГІС технологій є частиною системи підтримки прийняття рішень. Ще до завершення виробничого циклу чи звітного періоду на основі облікової інформації розглядаються комбіновані варіанти агродіяльності. З актуального переліку обирається найбільш оптимальний варіант, що максимізує фінансові результати агропідприємств, і пропонується до практичного втілення. У такий спосіб формується стратегія агродіяльності за участі бухгалтерського обліку і контролю. Автоматизовано сформовані

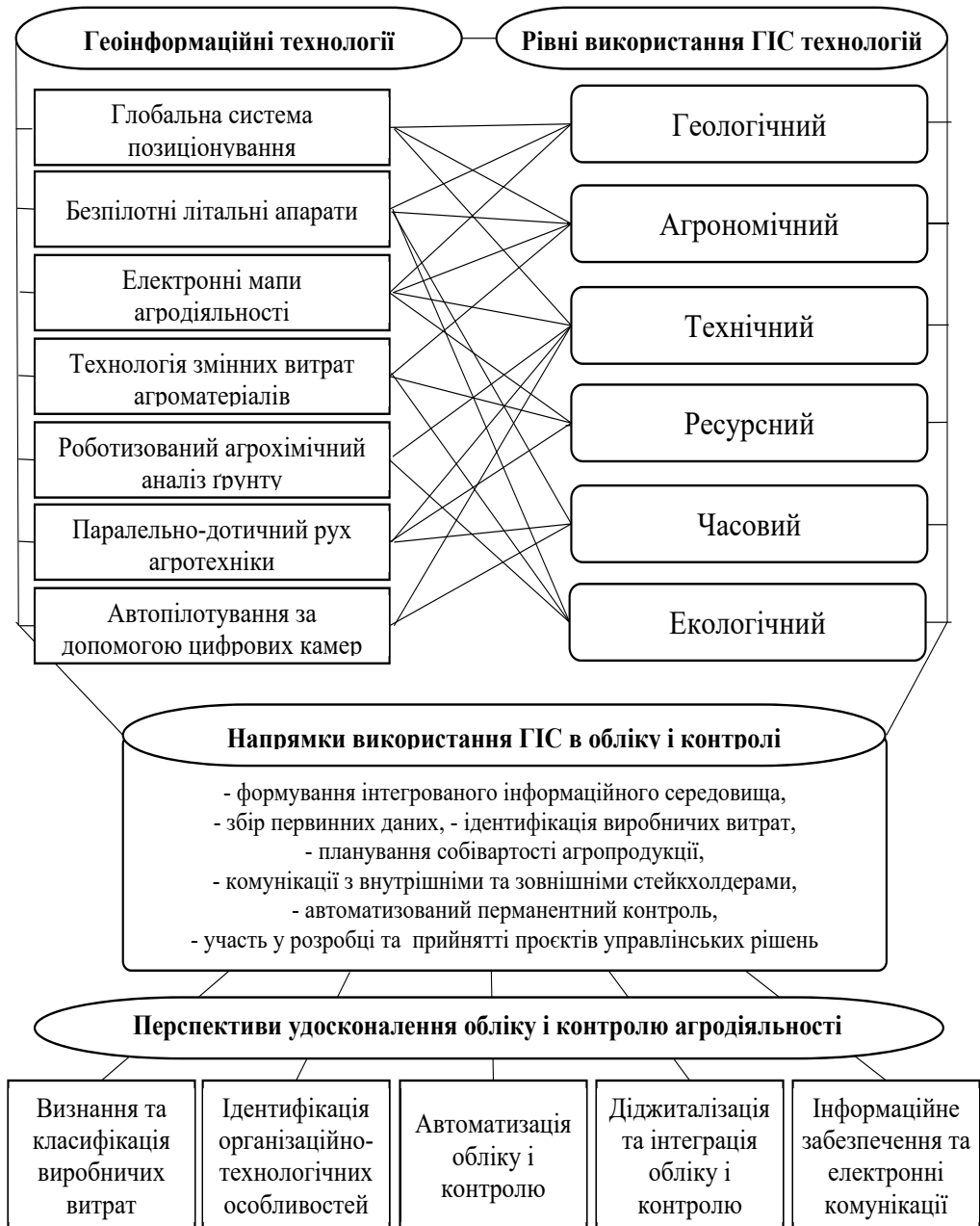


Рис. 4. Інформаційна схема управління агродіяльністю «точне землеробство» на основі ГІС технологій

Джерело: розроблено авторами

проекти управлінських дій надсилаються менеджерам, за якими залишається право остаточного визначення комплексу найкращих управлінських рішень.

Через електронні комунікаційні зв'язки, що поєднують інтегроване інформаційне середовище з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами, реалізуються комунікаційні властивості ГІС технологій. Система обліку і контролю стає комунікатором, через які надходять первинні дані за допомогою ГІС технологій та передаються до кінцевих споживачів. Сучасна агротехніка здатна передавати оперативні дані про агродіяльність до місць їх обробки через електронні комунікації. Комунікаційна оперативність визначає своєчасність обліку і контролю агродіяльності.

Моніторинг в режимі реального часу з використанням ГІС технологій створює сприятливі умови для перманентного та повного контролю усіх операцій агродіяльності. Сучасна агротехніка під час виконання функціональних обов'язків виробничого характеру здатна здійснювати автоматизовані контрольні процедури. Контроль за агродіяльністю забезпечує впевненість менеджменту підприємств у ефективності та коректності використання усіх виробничих ресурсів. Автоматизований контроль у системі управління агродіяльністю «точне землеробство» створює безумовну довіру до облікових даних. Збір, обробка та накопичення облікових відомостей відбувається без прямої участі працівників агропідприємств з використанням ГІС технологій, що мінімізує помилки та маніпуляції в агросфері. Внутрішній контроль доповнюється зовнішнім моніторингом агродіяльності, що інтегрується в суцільний контрольний процес у системі управління «точне землеробство». Внутрішні та зовнішні контролюючі інституції зацікавлені у підтвердженні достовірності облікових даних через систему електронних комунікацій. Система контролю позиціонується як нерозривне доповнення бухгалтерського обліку у ефективному управлінні аграрними підприємствами на принципах точного землеробства. Як наслідок, використання ГІС технологій в бухгалтерському обліку і контролі відбувається у таких напрямках, як: формування інтегрованого інформаційного середовища, збір первинних даних, ідентифікація виробничих витрат, планування собівартості агропродукції, комунікації з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами, автоматизований перманентний контроль, підтримка прийняття управлінських рішень.

Найкращим показником ефективності є фінансові результати від аграрної діяльності. Імплементация ГІС технологій безумовно позитивно впливає на фінансові результати діяльності аграрних підприємств. Також методика обліку та контролю витрат і доходів зазнає значних трансформацій у системі управління агродіяльністю, що відображено у табл. 1.

Імплементация ГІС технологій чинить позитивний вплив на фінансові результати аграрних підприємств на геологічному, агрономічному, технічному, ресурсному, часовому та екологічному рівні. Кожний з рівневих аспектів використання ГІС технологій відображає переваги системи управління «точне землеробство» в діяльності аграрних підприємств. Позитивні наслідки від впровадження концепції управління агродіяльністю – «точне землеробство» пов'язані зі значним зменшенням усіх видів виробничих витрат, відповідно, з максимізацією фінансових результатів. Для оцінки економічного впливу ГІС технологій на діяльність агропідприємства необхідною є ідентифікація та деталізована класифікація витрат аграрних підприємств.

Таблиця 1

**Вплив системи управління «точне землеробство»
на фінансові результати, облік і контроль агродіяльності**

№ з/п	Рівень імплементації ГІС технологій	Вплив на фінансові результати	Вплив на облік і контроль
1	Геологічний	Точне вимірювання, інвентаризація та параметризація земельних угідь забезпечує планування врожайності та агродіяльності, що максимізує фінансові результати	Облік і контроль агродіяльності в розрізі різних земельних ділянок, що характеризуються варіативними властивостями
2	Агрономічний	Оптимізація агротехнічних процесів вирощування рослинних культур зменшує виробничі витрати підприємства за рахунок мінімізації важливості або ліквідації певних виробничих етапів	Перегляд послідовності калькулювання собівартості агропродукції, а також порядок формування центрів відповідальності (центрів витрат)
3	Технічний	Більш ефективне, цілодобове та всепогодне використання спецтехніки мінімізує витрати паливо-мастильних матеріалів та інших експлуатаційних витрат	Застосування прогресивних методів нарахування амортизації, достовірний облік паливо-мастильних матеріалів, планування поточного та капітального ремонту спецтехніки
4	Ресурсний	Достовірне визначення потреби у матеріальних ресурсах агропризначення мінімізує їх витрачання	Впровадження автоматизованого ідентифікованого обліку і контролю матеріалів аграрного призначення
5	Часовий	Автоматизація агродіяльності забезпечує мінімізацію праці персоналу (особливо сезонного)	Контроль відпрацьованого персоналом часу, нарахування заробітної плати за фактично відпрацьований час
6	Екологічний	Мінімізація недоцільного витрачання хімічних препаратів, добрив позитивно впливає на екологічну ситуацію, що мінімізує екологічні податки	Актуалізація екологічного контролю, облік екологічних податків та страхових резервів

Джерело: розроблено авторами

Водночас змін зазнає методика та організація обліку і контролю агродіяльності в умовах реалізації позитивних функціональних можливостей ГІС технологій. Трансформаційні процеси відбуваються у документуванні, інвентаризації, оцінці, відображенні у системі рахунків бухгалтерського обліку та звітності агропідприємств. Практична реалізація концепції управління точного землеробства створює умови для діджиталізації контрольних процедур, інтеграції внутрішнього та зовнішнього контролю задля досягнення спільної мети зростання ефективності агродіяльності та забезпечення достовірності облікової інформації. Тому, важливим є дослідження впливу організаційно-технологічних особливостей аграрної діяльності на діджиталізацію бухгалтерського обліку і контролю, що є предметом наступних наукових пошуків.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Сучасні соціально-економічні, екологічні та військово-політичні умови обмежують розвиток аграрної діяльності, яка вкрай важлива для харчового забезпечення зростаючої кількості глобального населення. Інтенсифікація агродіяльності потребує впровадження новітніх концепцій управління, заснованих на використанні інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій. Розвиток геоінформаційних технологій (ГІС технологій) спричинив формування новітньої системи управління агродіяльністю – «точне землеробство», яка заснована на визнанні наявності неоднорідностей в обробці земельних угідь та зборі урожаю.

Варіативні особливості аграрної діяльності піддаються врахуванню такими ГІС технологіями, як: глобальна система позиціонування, безпілотні літальні апарати, електронні мапи агродіяльності, технологія змінних витрат агро матеріалів, роботизований агрохімічний аналіз ґрунту, паралельно-дотичний рух агротехніки, автопілотування за допомогою цифрових камер тощо. Окрім позитивної трансформації агротехнічних процесів використання ГІС технологій має функціональне значення для удосконалення бухгалтерського обліку і контролю. Зокрема, застосування ГІС технологій в бухгалтерському обліку і контролі забезпечує: формування інтегрованого інформаційного середовища, збір первинних джерела даних, ідентифікацію виробничих витрат, планування собівартості агропродукції, комунікації з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами, автоматизований перманентний контроль, участь у розробці та прийнятті проєктів управлінських рішень.

Імплементация системи управління агродіяльністю «точне землеробство» мінімізує усі виробничі витрати аграрних підприємств на геологічному (точне вимірювання, параметризація земельних угідь забезпечує планування врожайності та агродіяльності), агрономічному (оптимізація агротехнічних процесів вирощування агропродукції), технічному (більш ефективно, цілодобове та всепогодне використання спецтехніки), ресурсному (прогнозування та дозоване використання агроресурсів), часовому (мінімізація витрат часу на агродіяльність) та екологічному (зменшений вплив на навколишнє середовище та екологічність агропродукції) рівні.

Проте, позитивний вплив застосування ГІС технологій на фінансові результати агродіяльності потребує ідентифікації та класифікації виробничих витрат, одночасно з удосконаленням їх бухгалтерського обліку і контролю, що є предметом наступних наукових пошуків.

Список використаних джерел

1. Precision Farming Market Size 2023 to 2032 (USD billion). URL: <https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market>.
2. Lekka Christina, Petropoulos George, Triantakostas Dimitrios, Detsikas Spyridon, Chalkias Christos. Exploring the spatial patterns of soil salinity and organic carbon in agricultural areas of Lesvos Island, Greece, using geoinformation technologies. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2023. № 195. DOI: 10.1007/s10661-023-10923-5.
3. Пітак І.В., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології: Навчальний посібник. Суми: СумДУ, 2012, 273 с.

4. Лазарева О. В., Вакар К. В., Платонова К. А. Об'єктивна необхідність впровадження ГІС технологій у системі управління земельними ресурсами. *Агросвіт*. 2019. № 22. С. 48–53. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.22.48.
5. Misara Rajshree, Verma Divyanshu, Mishra Neha, Rai Shashi, Mishra Saurabh. Twenty-two years of precision agriculture: a bibliometric review. *Precision Agriculture*. 2022. № 23. P. 1-24. DOI: 10.1007/s11119-022-09969-1.
6. Polymeni Sofia, Plastras Stefanos, Skoutas Dimitrios, Kormentza Georgios, Skianis Charalabos. The Impact of 6G-IoT Technologies on the Development of Agriculture 5.0: A Review. *Electronics*. 2023. № 12. P. 26–51. DOI: 10.3390/electronics12122651.
7. Лебідь О.В., Кіпоренко С.С., Вовк В.Ю. Використання технологій штучного інтелекту в сільському господарстві: європейський досвід та застосування в Україні. *Електронне моделювання*. 2023. Том 45. № 3. С. 57-71. DOI: 10.15407/emodel.45.03.057.
8. Zeginis Dimitris, Kalampokis Evangelos, Palma Raul, Atkinson Rob, Tarabanis Konstantinos. A semantic meta-model for data integration and exploitation in precision agriculture and livestock farming. *Semantic Web*. 2023. P. 1–29. DOI: 10.3233/SW-233156.
9. Nguyen Long, Khuu Duong, Halibas Alrence, Nguyen Trung. Factors That Influence the Intention of Smallholder Rice Farmers to Adopt Cleaner Production Practices: An Empirical Study of Precision Agriculture Adoption. *Evaluation Review*. 2023. DOI: 10.1177/0193841X231200775.
10. Gawande Vaishnavi, Saikanth D R, Sumithra B., Aravind S, Ashokh Swamy G., Chowdhury Manojit, Singh Bal. Potential of Precision Farming Technologies for Eco-Friendly Agriculture. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2023. № 35. P. 101–112. DOI: 10.9734/IJPSS/2023/v35i193528.
11. Гончарук І.В., Новицька Л.І., Мазур Г.М. Впровадження технологій точного землеробства як чинник впливу на еколого економічну складову сільського господарства. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*, 2022. № 3. С. 106-123. DOI: 10.37128/2411-4413-2022-3-7.
12. Романов В.О., Галелюка І.Б., Груша В.М., Антонова Г.В., Вороненко О.В., Кедич А.В., Ковирьова О.В. Смарт-системи для прецизійного землеробства, захисту довкілля та охорони здоров'я. *Cybernetics and Computer Technologies*. 2023. 2. С. 69–90. DOI: 10.34229/2707-451X.23.2.7.
13. Sharma Shikha. Precision Agriculture: Reviewing the Advancements, Technologies, and Applications in Precision Agriculture for Improved Crop Productivity and Resource Management. 2023. № 4. P. 41–45. DOI: 10.26480/rfna.02.2023.41.45.
14. Toguzova M., Shaimardanova Botagoz, Shaimardanov Z., Assylkhanova Zhanna, Rakhymberdina Marzhan. Analysis of the introduction of precision farming elements in east Kazakhstan: problems and prospects of development. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2023. XLVIII-5/W2-2023. P. 125–130. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W2-2023-125-2023.
15. Hundal Gaganpreet Singh, Laux Chad, Buckmaster Dennis, Sutton Mathias, Langemeier Michael. Exploring Barriers to the Adoption of Internet of Things-Based Precision Agriculture Practices. *Agriculture*. 2023. № 13. P. 163. DOI: 10.3390/agriculture13010163.
16. Radojčić Vesna, Cvetković Aleksandar Sandro. Application of the precision agriculture system in different climatic conditions. 6th International Scientific Conference "Village and Agriculture". Univerzitet Bijeljina. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/374373635_APPLICATION_OF_THE_PRECISION_AGRICULTURE_SYSTEM_IN_DIFFERENT_CLIMATIC_CONDITIONS.
17. Karunathilake E. M., Le Anh Tuan, Heo Seong, Chung Yong Suk, Mansoor Sheikh. The

- Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture. *Agriculture*. 2023. № 13. 1593. DOI: 10.3390/agriculture13081593.
18. The Value of Data/Information and the Payoff of Precision Farming. URL: <https://ag.purdue.edu/commercialag/home/resource/2021/02/the-value-of-data-information-and-the-payoff-of-precision-farming/>
 19. Fakhar MI, Khalid Muhammad. Satellites to Agricultural Fields: The Role of Remote Sensing in Precision Agriculture. *Biological and Agricultural Sciences Research Journal*. 2023. № 14. DOI: 10.54112/basrj.v2023i1.14.
 20. Norov Begmat, Babajanov Laziz, Inamov Aziz, Kholmatova Khusnora. Geoinformation systems and technologies in agriculture logistics and transport. *E3S Web of Conferences*. 2023. № 390. 03028. DOI: 10.1051/e3sconf/202339003028.
 21. Das Pritam, Kumar Abhinav, Nath Nirmalya, Mishra Leena, Gautam Phd Vinay. Application of drone technology in precision agriculture: enhancing efficiency and sustainability. *Advances in Land and Water Resources Management Concept and Application*. 2023. P. 113–124.
 22. Vaheed Mohammad, Verma Ashish, Maurya Sanjana, Qidwai Sidra, Javed Mohammad. Drone Technology-For Smart Agriculture. *Emerging Trends in Biosciences*. InfoCapsule LLP, 2/91, Vivek Khand, Gomti Nagar, Lucknow, Uttar Pradesh (India). 2023. P. 103–128.
 23. Guliyeva, Sona. Assessment of the Climate Change Effects on Crop Yields Using Geoinformation Technologies. *The International Astronautical Congress 2022*. Paris, France. URL: <https://iafastro.directory/iac/paper/id/71396/summary>.
 24. Pyvovar P.V., Topolnytsky P.P., Skydan O.V., Yanchevskii S.L. GIS-based land-use/land cover change analysis: a case study of Zhytomyr region, Ukraine. *Kosmična nauka i tehnologija*. 2023. № 29. P. 24–42. DOI: 10.15407/knit2023.04.024.
 25. Lechqar Khadija, Errais Mohammed. Crop Recommendation in the Context of Precision Agriculture. *Advances on Intelligent Computing and Data Science*. 2023. P. 523–532. DOI: 10.1007/978-3-031-36258-3_46.
 26. Hossain Md Al Amin. Green Information and Communication Technologies Strategies for Sustainable Agriculture. *Eurasian Journal of Agricultural Economics* 2023. № 3 (1). P. 16–33.
 27. Fedchenko O.P., Kuharuk A.E., Lytvynenko N.I. The soil quality monitoring with using of the geoinformation analysis. *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*. 2021. P. 89–95. DOI: 10.17721/2519-481X/2021/70-09.
 28. Hajyzadeh Mortaza, Egi Yunus. Innovative and groundbreaking technologies for sustainable agriculture. 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8292204.
 29. Ghalamzan Amir, Das Gautham, Gould Iain, Zarafshan Payam, Rajendran Vishnu, Heselden James, Badiie Amir, Wright Isobel, Pearson Simon. Autonomous robots and solar energy for precision agriculture and smart farming. 2023. DOI: 10.1016/C2020-0-03304-9.

References

1. Precision Farming Market Size 2023 to 2032 (USD billion). URL: <https://www.precedenceresearch.com/precision-farming-market> [in English].
2. Lekka, Christina, Petropoulos, George, Triantakostas, Dimitrios, Detsikas, Spyridon, Chalkias, Christos. (2023). Exploring the spatial patterns of soil salinity and organic carbon in agricultural areas of Lesvos Island, Greece, using geoinformation technologies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195. DOI: 10.1007/s10661-023-10923-5 [in English].
3. Pitak, I.V., Masikevych, Yu.H., Pliatsuk, L.D., Shaporev, V.P., Moiseiev, V.F. (2012). *Heoinformatsiini tehnolohii v ekolohii* [Geoinformation technologies in ecology]. Sumy: SumDU, 273 p. [in Ukrainian].

4. Lazarieva, O. V., Vakar, K. V., Platonova, K. A. (2019). Obiektivna neobkhdnist vprovadzhennia HIS tekhnolohii u systemi upravlinnia zemelnymy resursamy [Objective necessity of implementing GIS technologies in the land resources management system]. *Ahrosvit – Agroworld*, 22, 48–53. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.22.48 [in Ukrainian].
5. Misara, Rajshree, Verma, Divyanshu, Mishra, Neha, Rai, Shashi, Mishra, Saurabh. (2022). Twenty-two years of precision agriculture: a bibliometric review. *Precision Agriculture*, 23, 1-24. DOI: 10.1007/s11119-022-09969-1 [in English].
6. Polymeni, Sofia, Plastras, Stefanos, Skoutas, Dimitrios, Kormentzas, Georgios, Skianis, Charalabos. (2023). The Impact of 6G-IoT Technologies on the Development of Agriculture 5.0: A Review. *Electronics*, 12, 2651. DOI: 10.3390/electronics12122651 [in English].
7. Lebid, O.V., Kiporenko, S.S., Vovk, V.Yu. (2023). Vykorystannia tekhnolohii shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi: yevropeyskyi dosvid ta zastosuvannia v Ukraini [Use of artificial intelligence technologies in agriculture: European experience and application in Ukraine]. *Elektronne modeliuvannia – Electronic modeling*. 45, 3, 57–71. DOI: 10.15407/emodel.45.03.057 [in Ukrainian].
8. Zeginis, Dimitris, Kalampokis, Evangelos, Palma, Raul, Atkinson, Rob, Tarabanis, Konstantinos. (2023). A semantic meta-model for data integration and exploitation in precision agriculture and livestock farming. *Semantic Web*, 1–29. DOI: 10.3233/SW-233156 [in English].
9. Nguyen, Long, Khuu, Duong, Halibas, Alrence, Nguyen, Trung. (2023). Factors That Influence the Intention of Smallholder Rice Farmers to Adopt Cleaner Production Practices: An Empirical Study of Precision Agriculture Adoption. *Evaluation Review*. DOI: 10.1177/0193841X231200775 [in English].
10. Gawande, Vaishnavi, Saikanth, D R , Sumithra, B., Aravind S, Ashokh, Swamy, G., Chowdhury, Manojit, Singh, Bal. (2023). Potential of Precision Farming Technologies for Eco-Friendly Agriculture. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35, 101–112. DOI: 10.9734/IJPSS/2023/v35i193528 [in English].
11. Honcharuk, I.V., Novytska, L.I., Mazur, H.M. (2022). Vprovadzhennia tekhnolohii tochnoho zemlerobstva yak chynnyk vplyvu na ekoloho ekonomichnu skladovu silskoho hospodarstva [Implementation of precision farming technologies as a factor influencing the ecological and economic component of agriculture]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economics, finance, management: topical issues of science and practice*, 3, 106-123. DOI: 10.37128/2411-4413-2022-3-7 [in Ukrainian].
12. Romanov, V.O., Haleliuka, I.B., Hrusha, V.M., Antonova, H.V., Voronenko, O.V., Kedych, A.V., Kovyrova, O.V. (2023). Smart-systemy dlia pretsyziinoho zemlerobstva, zakhystu dovkillia ta okhorony zdorovia [Smart systems for precision agriculture, environmental protection and health care]. *Cybernetics and Computer Technologies*, 2, 69–90. DOI: 10.34229/2707-451X.23.2.7 [in Ukrainian].
13. Sharma Shikha (2023). Precision Agriculture: Reviewing the Advancements, Technologies, and Applications in Precision Agriculture for Improved Crop Productivity and Resource Management, 4, 41–45. DOI: 10.26480/rfna.02.2023.41.45 [in English].
14. Toguzova, M., Shaimardanova, Botagoz, Shaimardanov, Z., Assylkhanova, Zhanna, Rakhymberdina, Marzhan. (2023). Analysis of the introduction of precision farming elements in east Kazakhstan: problems and prospects of development. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XLVIII-5/W2-2023, 125-130. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W2-2023-125-2023 [in English].
15. Hundal, Gaganpreet Singh, Laux, Chad, Buckmaster, Dennis, Sutton, Mathias , Langemeier, Michael (2023). Exploring Barriers to the Adoption of Internet of Things-Based Precision Agriculture Practices. *Agriculture*, 13, 163. DOI: 10.3390/agriculture13010163 [in English].

16. Radojčić, Vesna, Cvetković, Aleksandar Sandro. (2023). Application of the precision agriculture system in different climatic conditions. 6th International Scientific Conference "Village and Agriculture". Univerzitet Bijeljina. URL: https://www.researchgate.net/publication/374373635_APPLICATION_OF_THE_PRECISION_AGRICULTURE_SYSTEM_IN_DIFFERENT_CLIMATIC_CONDITIONS [in English].
17. Karunathilake, E. M., Le, Anh Tuan, Heo, Seong, Chung, Yong Suk, Mansoor, Sheikh. (2023). The Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture. *Agriculture*, 13, 1593. DOI: 10.3390/agriculture13081593 [in English].
18. The Value of Data/Information and the Payoff of Precision Farming. URL: <https://ag.purdue.edu/commercialag/home/resource/2021/02/the-value-of-data-information-and-the-payoff-of-precision-farming>. [in English]
19. Fakhra, MI, Khalid, Muhammad. (2023). Satellites to Agricultural Fields: The Role of Remote Sensing in Precision Agriculture. *Biological and Agricultural Sciences Research Journal*, 14. DOI: 10.54112/basrj.v2023i1.14 [in English].
20. Norov, Begmat, Babajanov, Laziz, Inamov, Aziz, Kholmatova, Khusnora. (2023). Geoinformation systems and technologies in agriculture logistics and transport. *E3S Web of Conferences*, 390, 03028. DOI: 10.1051/e3sconf/202339003028 [in English].
21. Das, Pritam, Kumar, Abhinav, Nath, Nirmalya, Mishra, Leena, Gautam Phd, Vinay. (2023). Application of drone technology in precision agriculture: enhancing efficiency and sustainability. *Advances in Land and Water Resources Management Concept and Application*. pp. 113–124 [in English].
22. Vaheed, Mohammad, Verma, Ashish, Maurya, Sanjana, Qidwai, Sidra, Javed, Mohammad. (2023). Drone Technology-For Smart Agriculture. *Emerging Trends in Biosciences. InfoCapsule LLP*, 2/91, Vivek Khand, Gomti Nagar, Lucknow, Uttar Pradesh (India). pp. 103–128 [in English].
23. Guliyeva, Sona. (2022). Assessment of the Climate Change Effects on Crop Yields Using Geoinformation Technologies. *The International Astronautical Congress 2022*. Paris, France. URL: <https://iafastro.directory/iaac/paper/id/71396/summary> [in English].
24. Pyvovar, P.V., Topolnytsky, P.P., Skydan, O.V., Yanchevskii, S.L.. (2023). GIS-based land-use/land cover change analysis: a case study of Zhytomyr region, Ukraine. *Kosmična nauka i tehnologija*, 29, 24–42. DOI: 10.15407/knit2023.04.024 [in English].
25. Lechqar, Khadija, Errais, Mohammed. (2023). Crop Recommendation in the Context of Precision Agriculture. *Advances on Intelligent Computing and Data Science*. pp. 523–532. DOI: 10.1007/978-3-031-36258-3_46 [in English].
26. Hossain, Md Al Amin. (2023). Green Information and Communication Technologies Strategies for Sustainable Agriculture. *Eurasian Journal of Agricultural Economics*, 3 (1), 16–33 [in English].
27. Fedchenko, O.P., Kuharuk, A.E., Lytvynenko, N.I.. (2021). The soil quality monitoring with using of the geoinformation analysis. *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*, 89–95. DOI: 10.17721/2519-481X/2021/70-09 [in English].
28. Hajyzadeh, Mortaza, Egi, Yunus (2023). Innovative and groundbreaking technologies for sustainable agriculture. DOI: 10.5281/zenodo.8292204 [in English].
29. Ghalamzan, Amir, Das, Gautham, Gould, Iain, Zarafshan, Payam, Rajendran, Vishnu, Heselden, James, Badiiee, Amir, Wright, Isobel, Pearson, Simon. (2023). Autonomous robots and solar energy for precision agriculture and smart farming. DOI: 10.1016/C2020-0-03304-9 [in English].

THE CONCEPT OF MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ACTIVITIES – «PRECISION AGRICULTURE» AND THE SIGNIFICANCE OF GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES IN ACCOUNTING AND CONTROL

Dmytro Minaiev, Yuriy Radelytskyy

*Ivan Franko Lviv National University,
18 Svobody Ave., Lviv, Ukraine, 79008,
e-mail: dmytroominaiev@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5001-5241
e-mail: yuriy.radelytskyy@lnu.edu.ua; ORCID ID: 0000-0001-8968-4821*

Abstract. To overcome social, economic, ecological, and military-political barriers to further agricultural economic development, the implementation of the innovative management concept of precision farming is necessary. The precision farming management system assumes the presence of heterogeneity in land cultivation, crop cultivation, and harvest collection, the consideration of which involves the use of geographic information technologies (GIS technologies).

The feasibility of implementing the precision farming management system in the functioning of agricultural enterprises is substantiated. The historical stages (primary, initiative, commercial, active, integrated, innovative) of the development of the precision farming concept have been studied, with the innovative use of a complex of GIS technologies simultaneously for the digitization of accounting, control, analysis, and management of agricultural efficiency being the latest stage of its development. A list of innovative GIS technologies in the agricultural sector has been identified, including global positioning systems, unmanned aerial vehicles, electronic maps of agricultural efficiency, variable input technology, robotic soil analysis, parallel-touch movement of agricultural machinery, autopilot using digital cameras, and more.

Directions for the use of GIS technologies in accounting and control have been determined, including the formation of an integrated information environment, primary data collection, identification of production costs, planning the cost of agricultural products, communication with internal and external stakeholders, automated continuous control, participation in the development and acceptance of management decision projects. Levels of GIS technology utilization in agricultural efficiency management (geological, agronomic, technical, resource, time, environmental) have been highlighted, contributing to the optimization of agricultural enterprise costs and the improvement of accounting and control. For a comprehensive identification of the positive impact of GIS technology application on the financial results of agricultural enterprises, detailed research of agricultural efficiency production costs simultaneously with the improvement of their accounting and control is necessary, which is the subject of further scientific research.

Keywords: precision farming, accounting, control, management, geo-information technologies (GIS technologies).

Стаття надійшла до редакції 09.10.2023

Прийнята до друку 23.11.2023