

УДК 631.58 : 631.51

DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V29(2021)-05

Бурляй А. П., доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ORCID: 0000-0003-4179-8138

e-mail: aburlyay@gmail.com

Охрименко Б. О., здобувач вищої освіти ОКР «Доктор філософії», Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ORCID: 0000-0003-3452-3187

e-mail: borisohrim@gmail.com

Точне землеробство як напрям модернізації аграрного виробництва

Анотація. У статті розглядається значення точного землеробства як напрямку модернізації аграрного виробництва. У результаті дослідження сформульовано власне визначення точного землеробства, а саме: це інтегрована інформаційно-технологічна система управління аграрним виробництвом на основі використання інноваційних цифрових технологій, яка полягає в зборі часових і просторових даних, їх обробці та аналізі з метою оптимального використання ресурсів, поліпшення якості продукції, підвищення ефективності виробництва та охорони навколишнього природного середовища. Досвід застосування технологій точного землеробства підтверджує отримання економічного, технологічно-інноваційного, екологічного та соціального ефекту, що сприяє до зростання рівня ефективності як окремих технологій, так і агровиробництва загалом. Попри значні переваги технологій точного землеробства, в Україні на сьогодні існують значні бар'єри для їх впровадження, які пов'язані з культурним сприйняттям інновацій сільськогосподарськими виробниками та відсутністю компетенцій і знань, з вищими витратами, ризиком початку такої діяльності та невизначеністю щодо інвестицій. Існують також проблеми, пов'язані з державною підтримкою та потребою у спеціальних послугах та освіті. Систематизовано основні напрями поступу точного землеробства на макро- та мікрорівнях.

Ключові слова: аграрне виробництво; ефективність; модернізація; точне землеробство.

Burliai Alina, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economy Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

Okhrymenko Borys, Higher Education "Doctor of Philosophy", Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

Precision Agriculture as a Direction of Modernization of Agricultural Production

Abstract. Introduction. The article considers the importance of precision agriculture as a necessary direction of modernization of agricultural production.

Purpose. The aim of the article is to study the system of precision agriculture in the context of modernization of agricultural production and to develop the main directions of its progress.

Results. It has been established that precision farming is a new concept that has been developing rapidly over the last two decades. It can meet many of the challenges of climate change and the environment. This technology also has a positive effect on the quantity and quality of agricultural production, while using lower costs. Various definitions of authors who represent specific dimensions of this concept are studied. It is determined that the main prerequisites for precision agriculture are: food crisis, population growth; ecological crisis, climate change; innovative development, digitalization of production and search for ways to increase production efficiency. The purpose of precision farming is to optimize costs, economic growth, improve product quality, protect the environment. The economic, technical-innovative, ecological and social efficiency of the introduction of precision agriculture is substantiated. A number of obstacles to the application of precision farming methods have been studied: the need for special skills, investment costs and low profitability, as well as the lack of support and advisory services. The main directions of development of precision agriculture at the macro and micro levels, which contribute to the modernization of the agrar sector of the economy, are systematized.

Conclusions. Precision agriculture is an important area of modernization of agricultural production, which has significant economic, technical and innovative, environmental and social effects.

Keywords: agricultural production; efficiency; modernization; precision agriculture.

JEL Classification: O1; O13; O34; Q 16.

¹Стаття надійшла до редакції: 25.10.2021

Received: 25 October 2021

Постановка проблеми. Одним із визначальних завдань людства на межі ХХ-ХХІ століть стало забезпечення продовольчої безпеки населення планети, що дало поштовх до швидких темпів інтенсифікації сільського господарства. Проте його розвиток спровокував виникнення ряду проблем світового масштабу, серед яких доцільно виокремити питання раціонального використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища. Особливо актуальними дані проблеми розглядаються в контексті сталого розвитку суспільства та кліматичних змін. Для їх розв'язання необхідне розроблення системи інноваційних технологій в агровиробництві, що сприяло появі нових термінів, таких як «точне сільське господарство», «точне землеробство», «точне зрошення», «точний підхід», «цифрове фермерство», «сільське господарство 4.0» тощо.

Точне землеробство – це не лише удосконалена технологія виробництва, а ціла філософія виробництва, при якій використовувани технології враховують особливі властивості місцевості та відповідні встановлені вимоги. Технологічні операції й матеріальні витрати спрямовані на оптимізацію витрат та використання їх необхідної кількості у потрібний час і тільки в потрібному місці. Тому точне землеробство є вимогою для сучасного сільського господарства, що вимагає поглибленого дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема модернізації аграрного виробництва на сьогодні постала досить гостро і вимагає детального вивчення. За визначенням експертів точного землеробства R. Gebbers та V. Adamchuk (2010), під даною системою землеробства розуміють такий набір технологій, що поєднує використання різноманітних датчиків, сучасних інформаційних технологій та технологій управління для оптимізації виробництва, враховуючи при цьому мінливість та невизначеність сільського господарства [1].

Міжнародне товариство точного землеробства (ISPA) формулює наступну дефініцію точного сільського господарства, а саме: це стратегія управління, яка збирає, обробляє та аналізує часові, просторові та індивідуальні дані й поєднує їх з іншою інформацією для підтримки управлінських рішень відповідно до передбачуваної мінливості з метою покращення ефективності використання ресурсів, підвищення продуктивності виробництва, поліпшення якості продукції, зростання рентабельності та стійкості сільськогосподарського виробництва. Це складне визначення повинно охопити всю широту управління й характеризує бурхливий розвиток науки та техніки в сільськогосподарському виробництві [2].

За даними експертів в США близько 80% сільськогосподарських товаровиробників застосовують різноманітні технології точного землеробства. В Україні окремі технології точного землеробства застосовуються лише на 20 – 30%

оброблюваних площ (що становить близько 8 млн га). Причому вітчизняні агрохолдинги використовують елементи точного землеробства на 50% площ – при внесенні засобів захисту рослин і тільки по 4% площ – при посіві та внесенні мінеральних добрив [3].

На сьогодні точне землеробство стало предметом вивчення багатьох учених, тому можна виокремити основні дефініції даного процесу. Слід зауважити, що суть даного визначення еволюціонує з плином часу, що безпосередньо пов'язано зі зміною технологій та усвідомленням того, чого можна досягти.

Згідно з дослідженнями I. Unal, M. Torakci (2014), точне землеробство визначається як інформаційно-технологічна система сільськогосподарського виробництва, в якій використовується система аналізу, визначення та управління такими факторами поля, як просторові та часові змінні для досягнення максимальної сталості, прибутку та захисту навколишнього середовища [4]. Такої ж думки дотримуються A. Urbahs, I. Jonaite (2013), які зауважують, що точне сільське господарство сприяє створенню ефективних планів боротьби зі шкідниками, збирання врожаю, зрошення, боротьби з хворобами та оптимальне внесення добрив тощо. Це нова технологія, яка пов'язана з розвитком технології отримання та аналізу даних, результатом чого є впровадження адекватних рішень [5].

Група авторів сходяться в думці, що точне землеробство належить до інтегрованої системи управління сільськогосподарськими культурами, яка намагається узгодити вхідні ресурси (вид та кількість) з фактичними потребами, використання вхідних даних для досягнення бажаних результатів [6, 7]. Тобто головною метою точного землеробства є оптимізація ресурсів для сільськогосподарського виробництва відповідно до можливостей землі.

Серед вітчизняних учених заслуговують на увагу дослідження Е. Савицького [8], який зазначає, що «...точне землеробство – принципово нова стратегія менеджменту в агробізнесі, що ґрунтується на використанні цифрових технологій, нових технічних засобів і передбачає здійснення технологічних заходів з вирощування рослин з урахуванням просторової неоднорідності поля»; Л. Марчук [9], яка під точним землеробством розуміє «систему технологій вирощування сільськогосподарських культур, адаптовану до місцевих умов і орієнтовану на отримання запрограмованого врожаю з найменшими витратами»; О. Федірець [10], який доводить, що «...точне землеробство засноване на існуванні неоднорідностей в межах одного поля» тощо. Узагальнюючи вищевикладене, можна запропонувати власне визначення поняття «точне землеробство» – це інтегрована інформаційно-технологічна система управління аграрним виробництвом на основі використання інноваційних цифрових технологій, яка полягає в зборі часових і просторових даних, їх обробці та аналізі з метою оптимального

використання ресурсів, поліпшення якості продукції, підвищення ефективності виробництва та охорони навколишнього природного середовища.

Формулювання цілей статті. Метою статті є аналіз системи точного землеробства в контексті модернізації аграрного виробництва та розробка основних напрямів її поступу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Термін «точне землеробство» був запроваджений у новій системі землеробства, яка дозволяє адаптувати виробничі операції, що виконуються при вирощуванні польових культур, залежно від просторової мінливості. Це призводить до зміни традиційних методів ведення сільського господарства та до використання найсучасніших технологій у сільськогосподарській практиці.

Головні цілі точного землеробства пов'язані з оптимізацією витрат, економічним зростанням господарства та охороною довкілля та забезпечуються через:

- підвищення ефективності використання засобів виробництва;
- зростання продуктивності праці працівників;
- підвищення продуктивності та ефективності використання сільськогосподарської техніки;
- удосконалення системи управління та покращення умов праці;
- удосконалення тайм-менеджменту, поліпшення планування сільськогосподарських операцій;
- скорочення витрат на виробництво;
- покращення якості сільськогосподарської продукції;
- зменшення забруднення навколишнього середовища, раціональне природокористування;
- удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур, тобто підбір дози засобів виробництва до просторово диференційованої потреби на неї;
- підвищення рівня економічної ефективності агровиробництва та зростання його конкурентоспроможності.

Досвід застосування технологій точного землеробства засвідчує про отримання економічного, технологічно-інноваційного, екологічного та соціального ефекту, сприяє зростанню рівня ефективності як окремих технологій, так і агровиробництва загалом.

Економічна ефективність. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що точне землеробство може стати основою підвищення ефективності агровиробництва шляхом суттєвої економії сільськогосподарських ресурсів. Так, група американських дослідників (Т. Rider, J. Vogel, J. Dille, K. Dhuyvetter & T. Kastens, 2006) встановила, що використання інструментів точного землеробства призводить до економії агрохімікатів (пестицидів) близько 60% та майже до 30% економії добрив [11]. Одночасно спостерігається зменшення ризику

надмірного або недостатнього застосування їх використання, що загалом мінімізує витрати матеріальних ресурсів та сприяє підвищенню рівня прибутковості.

Аналогічні дані наводяться у дослідженнях Л. Марчук:

- скорочення витрат насіння у 1,5 – 2 рази шляхом точної сівби;
- зменшення обсягів внесення засобів захисту рослин (пестицидів) приблизно у 2 рази внаслідок ультрамалооб'ємного обприскування;
- скорочення витрат мінеральних добрив на 20-25 % шляхом точного дозування;
- зниження витрат нафтопродуктів у 2,5 рази в розрахунку на одиницю площі через оптимізацію траєкторії руху сільськогосподарської техніки;
- збільшення прибутковості через зростання врожайності [9, с. 7].

Окрім цього, методи точного сільського господарства підвищують продуктивність праці через збільшення обсягу виробництва на одиницю праці.

На значну економію матеріальних ресурсів шляхом використання інструментів точного землеробства вказує також М. Руденко – економія засобів захисту рослин на рівні близько 20 – 30% [12].

Група авторів Уманського НУС (А. Бурляй, Ю. Нестерчук, О. Непочатенко та ін.) виділяють зростання економічної ефективності використання окремих технологій системи точного землеробства [13]. Так, застосування технології паралельного водіння сприяє економії витрат палива, насіння, добрив та засобів захисту рослин на 15%; управління нормами забезпечує економію витрат ресурсів на 1 % та зростання прибутку шляхом підвищення врожайності сільськогосподарських культур; аналіз ґрунту дозволяє оптимізувати обсяги внесення добрив та сприяти зростанню врожайності й підвищенню економічної ефективності на 10-30 відсотків.

Необхідно підкреслити, що точне землеробство – це не лише сукупність різноманітних нововведень, а й поєднання техніки та умінь людини із сучасними інноваційними технологіями та рішеннями в галузі сільського господарства з метою коректного спрямування потрібної (оптимальної) кількості ресурсів в необхідні напрями сільськогосподарського виробництва для отримання максимальної економічної вигоди.

Власні дослідження та аналіз особистого досвіду застосування технологій точного землеробства на прикладі ПП «Явір Агросервіс» Бершадського району Вінницької області дозволяє виділити такі основні напрями точного землеробства, що дають значний позитивний економічний ефект від їх впровадження:

- паралельне водіння та автоматичне керування транспортом;
- створення та аналіз зон продуктивності на полі;
- диференційований посів;

- точний моніторинг та обстеження посівів (агроскаутинг);
- налагоджування автоматизованого обліку руху цінностей для ведення виробництва;
- точне внесення засобів захисту рослин (диференційне та зі змінною нормою);
- налагоджування систем для точного обробітку ґрунту;
- інтеграція всіх наявних систем для отримання максимальної продуктивності та рентабельності в виробництві агропродукції.

Можна зазначити, що в практичному застосуванні найпростішим в реалізації та найшвидшим в отриманні економічної вигоди є ефект від впровадження систем паралельного водіння та автоматичного керування транспортом. Дані системи встановлюються на підготовлену (з наявністю елементів гідравлічного підрулювання) та непідготовлену (без будь-яких систем для підрулювання) техніку.

У першому варіанті необхідно заплатити заводу-виробнику за додаткові опції в середньому 7000 євро за одну одиницю сільськогосподарської техніки. У результаті доукомплектування системами паралельного водіння власник має ідеальні результати на полі та зможе отримати більшу вартість при продажі, ніж аналогічна техніка без таких систем. Доукомплектація антеною, проводкою, екраном (при необхідності) та додатковими активаціями системи (при необхідності) буде коштувати близько 10000 євро. Тобто сума необхідних інвестицій складає близько 17000 євро на одиницю техніки.

У другому варіанті вартість доукомплектації непідготовленого трактора рулем (з підрулювачем), антеною, проводкою, екраном (при необхідності) та додатковими активаціями системи (при необхідності) буде коштувати близько 13000 євро.

Залежно від розмірів оброблювальних земель, власник може обрати для себе один із варіантів та відразу після впровадження отримувати економічний ефект. Автопілот сприяє роботі оператора та полегшує її: зменшує кількість пропусків та перекриття на полі; сприяє контролю трафіку техніки та зменшенню ущільнення ґрунту через відсутність зайвих проїздів по полю; є невіддільною складовою при технології обробітку ґрунту «Strip Till»; сприяє зменшенню втоми механізатора, оскільки система сама допомагає «тримати» лінію задану в навігації й немає потреби постійного керування.

Діяльність ПП «Явір Агросервіс» підтверджує, що обробіток ґрунту без паралельного керування призводить в середньому до перекриття (переробітку по уже обробленій площі) в межах 7-9% залежно від ширини агрегату. Тобто розрахунки вказують на те, що в результаті економії 8% операцій шляхом перекриття, обробіток площі обсягом 3000 га фактично збільшує оброблену площу до 3240 га. Вартість використання 3-х проходів

сільськогосподарської техніки додаткового обробітку площі 240 га з урахуванням амортизації техніки, витрат пального та заробітної плат механізатора складатиме за 1 рік:

- чизелювання ($\$55\$/га$) = $\$13200$;
- боронування ($\$20/га$) = $\$4800$;
- культивация ($\$32/га$) = $\$7680$.

Тобто лише за рахунок усунення перекриття на площі 3000 га можна зробити економію в обсязі 25680 дол. додаткових витрат на обробіток ґрунту.

Слід зазначити, що точні технології в аграрній сфері економіки можуть використовуватися не лише в рослинництві, а й в інших сферах, наприклад, тваринництві, складських приміщеннях, елеваторах тощо.

Таким чином, підсумувавши вищевикладене, можна зробити висновок про значний економічний ефект від застосування технологій точного землеробства.

Технологічно-інноваційна ефективність. Застосування інструментів точного землеробства шляхом нововведень впливає на удосконалення та зміну технологій виробництва. Так, за матеріалами досліджень А. Dobermann & R. Nelson, методи точного землеробства підвищують ефективність використання поживних речовин та води, що призводить до збільшення продуктивності сільськогосподарських культур [14]. Точна кількість добрив вноситься в потрібне місце і на правильній стадії росту врожаю.

Змінюються також технології обробітку ґрунту, серед яких доцільно виділити Mini-till, Strip-Till, No-Till, горизонтальний та вертикальний обробіток тощо.

Крім того, застосування технологій точного землеробства є ощадливими й покращують саму структуру ґрунту. Тобто зменшення обробітку ґрунту дозволяє дощовій поливній воді краще проникати у ґрунт, тим самим насичувати його органічними речовинами та покращувати біорізноманіття. Ефективна та своєчасна боротьба з бур'янами підвищує вологість ґрунту та насиченість поживними речовинами, що позитивно впливає на формування врожаю. Загалом спостерігається оптимізація та підвищення ефективності споживання вхідних ресурсів та зростання прибутковості виробництва сільськогосподарської продукції.

Екологічна ефективність. Точне землеробство є фундаментальним для збереження навколишнього середовища. Аналіз літературних джерел вказує на покращення властивостей ґрунту через зменшення його ущільнення (шляхом зменшення повторних проходів) та зниження річної деградації ґрунтів через ерозію з 17 т/га до 1 т/га. Зменшення кількості проходів сільськогосподарської техніки, крім зазначеного, сприяє скороченню обсягу використання палива, та – зменшенню викидів в атмосферу забруднювальних речовин.

Результатом точного землеробства є застосування чітко визначених на підставі аналізу доз добрив,

гербіцидів та пестицидів. Унаслідок цього спостерігається зниження рівня забруднення ґрунтових та поверхневих водних ресурсів агрохімікатами. Тобто практика точного землеробства відіграє важливу роль у зменшенні зловживання хімічними речовинами, які є шкідливими для навколишнього середовища.

Ураховуючи той факт, що процес вирощування сільськогосподарських культур може бути інтенсифікований на одиниці площі, то це зменшує необхідність залучення у виробництво нових земель.

Соціальна ефективність. Точне землеробство містить деякі переваги для соціальної та трудової сфер. Наприклад, автоматичні системи управління сільськогосподарськими машинами робить працю менш виснажливою та більш ефективною. Разом з тим, вона вимагає спеціалістів високої кваліфікації, що також позитивно впливає на розвиток людини та її дохід. Праця в сільському господарстві стає більш привабливою та сприяє зменшенню плинності кадрів, міграції людей із села до міста.

Важливим наслідком застосування технологій точного землеробства є покращення якості сільськогосподарської продукції в напрямі її екологічності, що має вагомий вплив на здоров'я споживачів, тривалість їхнього життя тощо.

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновок про те, що точне землеробство є незворотним процесом модернізації аграрної сфери економіки та чинить значний позитивний ефект в економічній, техніко-інноваційній, екологічній та соціальній сферах.

Разом з тим, попри значні переваги технологій точного землеробства, в Україні на сьогодні існують значні бар'єри для їх впровадження. Деякі з них пов'язані з культурним сприйняттям інновацій сільськогосподарськими виробниками та відсутністю компетенцій і знань, а інші пов'язані з більш високими витратами та ризиком початку такої діяльності та невизначеністю щодо інвестицій. Існують також проблеми, пов'язані з державною підтримкою та потребою у спеціальних послугах та освіті. Тому сприяння точному землеробству є дійсно важливим кроком на шляху до екологічного та сталого сільського господарства.

Поступ точного землеробства в Україні потребує розробки основних напрямів на макро- та мікрорівнях, що сприятимуть даному процесу:

на макrorівні:

- дослідження наукових аспектів точного землеробства;
- фінансування науково-дослідних розробок та проєктів;
- розробка та впровадження національних та регіональних програм розвитку сталого сільського господарства;

- розробка та впровадження стратегії інноваційного розвитку сільського господарства, активізація інноваційної діяльності;

- освітня діяльність – забезпечення підготовки необхідних фахівців, організація курсів підвищення кваліфікації;

- удосконалення цінової, податково-кредитної та амортизаційної політики держави;

- проведення різноманітних заходів сільськогосподарським товаровиробникам щодо доцільності використання технологій точного землеробства;

- державні програми пільгового кредитування та дотування точного землеробства;

- сприяння розвитку підприємств із виробництва вітчизняної сільськогосподарської техніки;

- розвиток міжнародного співробітництва у сфері точного землеробства;

- вдосконалення інституційного забезпечення; на мікрорівні:

- інноваційний розвиток сільськогосподарських підприємств на засадах сталого розвитку;

- удосконалення старих та розробка нових ресурсощадних та екологічнобезпечних технологій виробництва сільськогосподарської продукції;

- створення підприємств різних форм власності у сфері інноваційного машинобудування;

- організація сільськогосподарськими товаровиробниками кооперативних структур з метою спільного використання техніки;

- формування мережі ремонтно-сервісного обслуговування технічних засобів;

- створення дилерської мережі для реалізації вітчизняної та закордонної техніки;

- підвищення рівня кваліфікації працівників підприємства тощо.

Висновки. На основі досліджень можна зробити наступні висновки:

• точне землеробство – це нова концепція, яка стрімко розвивається протягом останніх двох десятиліть. Існують різні визначення авторів, які представляють конкретні виміри цього поняття;

• точне землеробство може відповісти на багато викликів, пов'язаних зі зміною клімату та охороною навколишнього середовища. Також дана технологія позитивно впливає на кількість та якість сільськогосподарського виробництва, використовуючи при цьому менші витрати;

• основними передумовами точного землеробства є: продовольча криза, зростання чисельності населення; екологічна криза, кліматичні зміни; інноваційний розвиток, диджиталізація виробництва та пошук шляхів підвищення ефективності виробництва;

• метою точного землеробства є оптимізація витрат, економічне зростання, покращення якості продукції, охорона довкілля;

- існує ряд перешкод щодо застосування методів точного землеробства. Це потреба у спеціальних навичках, інвестиційних витратах та низької рентабельності, а також відсутність підтримки та консультативних послуг;
- систематизовані основні напрями розвитку точного землеробства на макро- та мікрорівнях, які сприяють модернізації аграрної сфери економіки..

Література:

1. Gebbers, R. & Adamchuk, V. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327, 5967, 828 – 831. DOI: 10.1126/science.1183899 History of ISPA. URL : <https://www.ispag.org/about/History> (дата звернення: 22.08.2021).
2. Глотова І. Прямо в ціль : як працює та що дає аграріям точне землеробство : офіційний сайт Agravery. URL : <https://agravery.com/uk/posts/show/pramo-v-cil-ak-pracue-ta-so-dae-agrariam-tocne-zemlerobstvo> (дата звернення : 03.10.2021).
3. McBratne A., Whelan B., Ancev T. & Bouma J. (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 6 (1), 7–23.
4. Unal, I. & Topakci, M. A review on using drones for precision farming applications (2014). In Proceedings of the 12th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy, Nevsehir, Turkey, 3- 6 September 2014; 276 -283.
5. Urbahs, A. & Jonaite, I. Features of the use of unmanned aerial vehicles for agriculture applications (2013), 17, 170-175.
6. Davis G., Casady, W. W. & Massey, R. E. (1998). Precision agriculture : An introduction. Columbia : Extension publications.
7. Bongiovanni, R. & Lowenberg-DeBoer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*, 5(4), 359-387.
8. Савицький Е. Е. Точне землеробство як результат інформатизації систем управління в агробізнесі. Економіка та підприємництво : *Збірник наукових праць КНЕУ*. 2017. Вип. 38. С. 174-181.
9. Марчук Л. П. Економічні пріоритети поширення точного землеробства в Україні. *Економіка АПК*. 2012. №8. С. 21-25.
10. Федірець О. В. Управління інноваціями при впровадженні технологій точного землеробства в Україні. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. Полтава : ПДАА, 2013. № 2 (7). Т. 3. С. 302-308.
11. Rider, T. W., Vogel, J. W., Dille, J. A., Dhuyvetter, K. C. & Kastens T. L. (2006). An economic evaluation of site-specific herbicide application. *Precision Agriculture*, 7(6), 379-392.
12. Руденко М. В. Реалізація цифрових технологій на стадіях виробництва сільськогосподарської продукції. *Збірник наукових праць ЧДТУ*. 2020. Випуск 56. С. 212-131.
13. Burliai A., Nesterchuk Yu., Nepochatenko O. & Naherniuk D. Ecological Consequences of the Digitization of Agriculture. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020, 29 (8 Special Issue), С. 2329-2336.
14. Dobermann A. & Nelson R. (2013). Opportunities and solutions for sustainable food production. *Sustainable Development Solutions Network* : Paris, France. 24 p.

References:

1. Gebbers, R. & Adamchuk, V. (2010) : Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 2010, 327, 5967, 828-831. DOI: 10.1126/science.1183899 History of ISPA. Retrieved from : <https://www.ispag.org/about/History> [in English].
2. Glotova, I. Directly to the goal : how it works and what gives farmers accurate farming. Agravery official site. Retrieved from : <https://agravery.com/uk/posts/show/pramo-v-cil-ak-pracue-ta-so-dae-agrariam-tocne-zemlerobstvo> [in Ukrainian].
3. McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T., & Bouma, J. (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 6 (1), 7-23 [in English].
4. Unal, I., Topakci, M. A. (2014). Review on using drones for precision farming applications. 12th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy, Nevsehir, Turkey, 3-6 September 2014; 276-283[in English].
5. Urbahs, A. & Jonaite, I. (2013). Features of the use of unmanned aerial vehicles for agriculture applications. *Aviation*, 17, 170-175 [in English].
6. Davis, G., Casady, W. W., & Massey, R. E. (1998). Precision agriculture : An introduction. Columbia: Extension publications, (MU) [in English].
7. Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeBoer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*, 5(4), 359-387[in English].
8. Savitsky, E. E. (2017). Precise agriculture as a result of informatization of management systems in agribusiness. *Ekonomika ta pidpriemnytstvo*, 38, 174 -181. [in Ukrainian].
9. Marchuk, L. P. (2012). Economic priorities for the spread of precision farming in Ukraine. *Ekonomika APK*, 8, 21-25 [in Ukrainian].
10. Fedirets O. V. (2013). Innovation management in the implementation of precision farming technologies in Ukraine. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 2 (7). Т. 3. 302-308 [in Ukrainian].
11. Rider, T. W., Vogel, J. W., Dille, J. A., Dhuyvetter, K. C. & Kastens, T. L. (2006). An economic evaluation of site-specific herbicide application. *Precision Agriculture*, 7(6), 379-392 [in English].
12. Rudenko, M. V. (2020). Implementation of digital technologies at the stages of agricultural production. *Zbirnyk naukovykh prats' CHDTU*, 56, 212 - 131 [in Ukrainian].
13. Burliai, A, Nesterchuk, Yu., Nepochatenko, O. & Naherniuk, D. (2020). Ecological Consequences of the Digitization of Agriculture. *Mizhnarodnyy zhurnal peredovykh nauk i tekhnolohiy*, 29 (8 Special Issue), 2329-2336 [in Ukrainian].
14. Dobermann, A., & Nelson, R. (2013). Opportunities and solutions for sustainable food production. *Sustainable Development Solutions. Network* : Paris, France. 24 [in English].

