

ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОДРОНІВ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

ВАСИЛЬКОВСЬКА К.В. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3524-4027

Центральноукраїнський національний технічний університет

АНДРІЄНКО О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1982-1151

Центральноукраїнський національний технічний університет

ШЕПІЛОВА Т.П. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-1439-0439

Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Система точного землеробства є багатофункціональною системою, в якій поєднано в єдину технологічну лінію операції із обробітку ґрунту, внесення добрив, проведення сівби, застосування пестицидів та збирання врожаю [1].

Дрони та безпілотні літальні апарати сьогодні стали невід'ємною частиною системи точного землеробства. Вони є важливим сегментом світового ринку, який стрімко розвивається і в Україні [2]. Неможливість в військовий час використання сільськогосподарської авіації, дало поштовх до збільшення попиту на сільськогосподарські дрони для внесення добрив та засобів захисту рослин.

Таким чином, в реаліях сьогодення, пошук нових технологій для збільшення врожайності сільськогосподарських культур є першочерговою умовою для переходу на новий рівень господарювання та виживання галузі аграрного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вказаною проблематикою займалися багато відомих українських та закордонних вчених і фахівців, зокрема: Л. Аніскевич [1; 3], Б. Сільвер (B. Silver) [4], В. Лисенко [5], О. Гуйсман (O. Huisman) [6], Дж. Міллер (J. Miller) [7] та багато інших.

Як відомо, однорідних земельних ділянок не буває. Навіть в межах одного поля, вони різняться за складом ґрунту та вологістю, що має вплив на врожайність рослин. Таким чином, запити для виконання для технологічних операцій є диференційованими.

Система точного землеробства, як інноваційний метод ведення сільськогосподарського виробництва, почалась саме із ідеї різного запиту на виконання тих чи інших технологічних операцій, які враховують врожайність конкретних ділянок поля. Отже, точне землеробство – це концепція, яка передбачає спостереження, вимірювання та реагування на польову мінливість сільськогосподарських культур та ґрунтів під ними, із застосуванням інформаційних технологій [4].

Як технологічна система господарства, точне землеробство виникло у 80-х рр. ХХ сторіччя у США. Вчені з університету штату Мінесота займались дослідженнями щодо визначення доз внесення вапна на різних ділянках поля. Виявилось, що відмінності між окремими ділянками досить суттєві, тому для правильного цільового використання ґрунту виникла потреба у побудові спеціальної карти внесення [5].

Отже, геоінформаційні системи мають відношення саме до карт, але вони також стосуються набагато більшого. Географічні інформаційні системи використовуються для організації, аналізу, візуалізації та обміну всіма видами даних та інформації з різних баз даних та історичних періодів для різноманітних аналітичних досліджень [6].

Так, з появою GPS, використанням для обробітку полів супутникового зв'язку та дронів заповнення таких карт стало значно простіше. За допомогою сенсорних решіток, датчиків, супутникових знімків та фото можна отримати величезні масиви даних про: особливості рельєфу ділянок, рівень їх вологозабезпечення, вміст азоту та іншої органічної речовини, рівень рН, врожайність сільськогосподарських культур в кожній конкретній координаті ділянки, тощо [7].

Система точного землеробства в різних країнах світу мала різний розвиток. Такі країни, як США, Канада та Австралія маючи значні території почали використовувати ГІС для системи точного землеробства раніше за інших. А країни Європи (Великобританія та Франція) почали використовувати ГІС лише у 1997–1998 рр.

Таким чином, технологія точного землеробства має розвиток майже в усіх країнах світу. Так, Китай, де сільське господарство історично складалось переважно із дрібних сімейних ферм, яким складніше перейти на масове використання інновацій, зараз займає позицію лідера саме у промисловому виробництві дронів [8].

Саме використання дронів дає змогу збирати та контролювати величезний масив даних, необхідних для впровадження та ведення точного землеробства. Вперше дрони у сільському господарстві було використано наприкінці 70-х ХХ сторіччя.

Зараз дрони можуть робити знімки з висоти, створювати 3D-карти, слідкувати за ростом та розвитком рослин, контролювати тварин на пасовищах. Тобто, якщо раніше дрони використовувались для інспекцій проблемних ділянок поля, то зараз агродрони використовуються для внесення засобів захисту рослин, картографії та геодезії ділянок, обприскування та моніторингу росту вирощуваних культур [9].

Як відомо, Україна щорічно втрачає до 50 тис. сільськогосподарських угідь від ерозії ґрунту та деградації земель. Якщо перевести в грошовий еквівалент, то це приблизно 10 млрд. долл. збитків щороку. В умовах війни, коли частина території України є тимчасово оку-

пованою, а частина деокупована, але не розмінована, саме інновації можуть допомогти аграрній галузі якщо не збільшити, то принаймні зберегти свій потенціал за рахунок більш ефективного використання доступних для сільськогосподарського використання територій. В кількарічній перспективі (до повної деокупації та розмінування територій) збільшення врожайності сільськогосподарських культур та ефективності їх вирощування є критично необхідною умовою для виживання країни, а використання новітніх технологій в сільському господарстві є актуальною проблемою.

Метою написання статті є аналіз можливостей використання дронів в рослинництві та порівняльний аналіз ефективності впровадження даної технології для механізованого обприскування посівів.

Матеріали та методика досліджень. В якості матеріалів досліджень було використано наукові праці з питань історії розвитку безпілотних летальних апаратів для використання їх в сільському господарстві.

Проведено порівняльний аналіз функціональних можливостей агродронів для сільськогосподарського виробництва з метою моніторингу посівів та внесення технологічних матеріалів.

Проведено порівняльний аналіз технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів, виявлено переваги і недоліки використання даних засобів механізації технологічного процесу обприскування посівів.

Для обчислення питомих енерговитрат та побудови графіків використано статистично-математичні моделі та комп'ютерна програма Excel від Microsoft Office [10].

Результати досліджень. Дрони можуть бути корисними сільськогосподарським підприємствам, які вирощують сою, пшеницю, соняшник, кукурудзу, ріпак, цукрові буряки, тощо. Використання агродронів для обміру полів за один проліт, прискорює роботу з організації виробничих процесів у полі в десятки разів.

На сьогоднішній день, дрони використовуються для оцінки якості механізованого обробітку ґрунту, якості отриманих сходів та стану вегетативної маси культури впродовж вирощування.

При використанні агродронів основними їх функціями є:

1. Збір інформації та аналітика. За допомогою агродронів на стадії планування складаються карти рельєфу та виконується замір полів. Під час вегетації культури агродрони дозволяють слідкувати за станом посівів. Визначається густина рослин вирощуваної культури, аналізується інформація про її розвиток, забур'яненість посівів та забезпеченість вологою. На основі цих даних розробляються карти індексів вегетації (NDVI), внесення добрив, гербіцидів та десикантів, тощо.

2. Внесення технологічних матеріалів. Традиційно, якщо так можна сказати про цей новий вид техніки, вважається, що агродрони використовуються для внесення добрив та хімічних засобів захисту рослин (інсектициди та гербіциди в т.ч. десиканти), однак вони цілком справляються і з елементом біологічного захисту посівів – внесенням трихограми з метою боротьби із шкідливими організмами. При цьому у них є суттєва перевага порів-

няно із класичним авіаційним внесенням – їх робоча висота значно менша, що сприяє здійсненню максимально точного обробітку посівів з оптимальною точністю та практично виключає знесення хімікатів (рис. 1).

При порівнянні технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів зазначимо, що серед недоліків використання наземних обприскувачів слід відмітити наступні:

1. Витоптування посівів. Середній показник рослин, що гинуть в результаті взаємодії з наземною технікою складає 3–5%. У сучасній наземній техніці були введені певні технологічні зміни форми колеса та шин для мінімізації цього негативного явища. Однак, при роботі самохідного обприскувача все одно є втрати врожаю, які спричинені витоптуванням. Застосування агродронів знімає дану проблему [8; 13].

2. Пошкодження рослин робочими органами обприскувачів. Оскільки, максимальний кліренс у самохідного обприскувача сягає 2 м, то його штанги можуть пошкоджувати верхівки рослин.

3. Ущільнення ґрунту. Протягом вегетаційного сезону обприскувач проходить по полю від 2 до 10 разів в одному і тому ж місці, утворюючи колії, які, переущільнюються. Як відомо, технологічну операцію із глибокого рихлення рекомендується проводити раз на 4 роки. Таким чином, ущільнення ґрунту, утворене в один вегетаційний період, негативно впливатиме на розвиток рослин щонайменше наступного року.



а



б

Рис. 1. Загальний вигляд агродронів для внесення технологічних матеріалів: а – LOVOL LJ16L-606; б – DJI Agras T30

Джерело: розроблено авторами із використанням [11; 12]

4. Не здатність працювати одразу після дощу. Для наземної техніки опція працювати одразу після дощу не доступна. Однак для агродронів підвищена вологість ґрунту та збільшення тургору рослин, а відтак їх ламкості, навпаки, не є перешкодою. Відповідно, для того

щоб обробити ділянку поля, не треба чекати день-два, щоб не загрузнути.

5. Локальний обробіток. Нерідко під час вирощування польових культур виникає необхідність у локальному внесенні хімічних препаратів. Так, необхідність стимуляції ділянки рослин, що відстають у рості та розвитку, вимагає локального внесення добрив та стимуляторів росту; осередкове поширення бур'янів, шкідників чи хвороб вимагатиме внесення пестицидів у осередках шкідливих організмів. Такий обробіток частини поля, особливо невеликої його ділянки з нелінійними контурами, є складною задачею для самохідного обприскувача [9; 13].

Слід зауважити, що на противагу недолікам при-тамним самохідним обприскувачів, вони існують і у агродронів:

1. Навчання персоналу. Так, окрім покупки самого дрона, треба ще витратитись на навчання операторів (пілотів), яких для повноцінної роботи повинно бути два (одна бригада – 2 дрони і 2 людини відповідно);

2. Додаткове обладнання. Для забезпечення роботи виїзної бригади крім агродрона, потрібні змінні акумуляторні батареї, зарядна станція, генератор та автотранспорт для перевезення їх та ємностей із водою.

Також слід додати, що зміну батарей для поновлення роботи дрона, слід поєднувати із наповненням ємності для обприскування для скорочення пауз між робочими фазами технологічного процесу.

Агродрони більш ефективні на полях з нелінійними контурами, зі складним рельєфом (нерівності, перешкоди), занаявності ліній електропередач, дерев та кущів.

Фермерські господарства вирощують різні сільськогосподарські культури. Так, окрім пшениці, ячменю, кукурудзи та соняшнику, вирощують ріпак, сою, тощо.

Для оцінки ефективності використання агродронів проведемо порівняльний аналіз. Для аналізу ефективності нами обрано два наземні самохідні обприскувачі та два агродрони із ємністю для обприскування (табл. 1).

Для порівняльного аналізу нами обрано найбільш популярні в Україні моделі, як самохідних обприскувачів, так і агродронів.

При порівнянні обох самохідних обприскувачів, бачимо, що обидва агрегати мають майже однакову продуктивність – 18–20 га/год. Таким чином, при роботі самохідних обприскувачів із однаковою продуктивністю

матиме значення об'єм ємності з робочою рідиною. Тут більш ефективним є самохідний обприскувач New Holland, який має більший бак об'ємом 5300 л. Однак, слід зауважити, що самохідний обприскувач Теснома за тієї ж продуктивності, виконує значно менше проходів по полю, маючи значно більшу ширину захвату – 24 м. Також, при використанні самохідних обприскувачів слід звернути увагу на робочій кліренс, який є обмежуючим фактором при роботі. Саме технологічний зазор між робочими органами та рослинами дасть можливість проводити обприскування під час всієї вегетації. Так у обприскувача New Holland GUARDIAN 275F робочій кліренс дорівнює 183 см, а обприскувача Теснома LASER4240 – 135 см. Таким чином, обприскувач із меншим робочим кліренсом має менше можливостей для обробітку високорослих рослин, таких як соняшник, кукурудза та ріпак у другій половині їх вегетації.

Питомі витрати пального у обох обприскувачів також відрізняються незначно – 0,44 л/га у обприскувача New Holland та 0,5 л/га у обприскувача Теснома.

При порівнянні технічних характеристик агродронів маємо ширину обробітку у DJI AGRAS T30 – 9 м, а у LOVOL LJ16L-606 – 6 м. Таким чином, обприскувач DJI AGRAS T30 має перевагу за цим показником в 1,5 рази.

Продуктивність DJI AGRAS T30 дорівнює 16,2 га/год, а у LOVOL LJ16L-606 – лише 10 га/год.

При порівнянні ємності для робочого розчину в обох агродронів, перевагу має DJI AGRAS T30 – 30 л, тоді як у LOVOL LJ16L-606 – 16 л.

Енерговитрати обох агродронів обмежуються ємністю їх елементів живлення – батарей. Так у DJI AGRAS T30 батарея має ємність 29000 мА, тоді як у LOVOL LJ16L-606 батарея ємністю 22000 мА. Для безперебійної роботи разом із дроном купують змінні батареї та зарядну станцію для них. Час зарядки для батетарей DJI AGRAS T30 складає близько 12 хвилин, тоді як для агродрона LOVOL LJ16L-606 – до 40 хв., що вимагає більшої кількості змінних елементів живлення.

При порівнянні питомих енерговитрат у обох агродронів отримано такі результати – 0,41 кВт/га у LOVOL LJ16L-606 та 0,31 кВт/га у DJI AGRAS T30.

При порівнянні питомих енерговитрат самохідних та безпілотних агрегатів єдиним можливим спільним знаменником для їх аналізу є гривневий еквівалент цих витрат. Так, у самохідного обприскувача New Holland

Таблиця 1

Характеристики обприскувачів

Назва	Робоча швидкість, м/с	Ширина захоплення обприскування, м	Продуктивність, га/год.	Об'єм бака для робочого розчину, л	Питомі енерговитрати	Питомі енерговитрати, грн./га
Самохідний обприскувач New Holland GUARDIAN 275F	13,3	4,05	20	5300	0,50 л/га	25,0
Самохідний обприскувач Теснома LASER4240	6,1	24	18	4200	0,44 л/га	22,0
Безпілотний обприскувач LOVOL LJ16L-606	4-8	6	10	16	0,41 кВт/га	7,6
Сільськогосподарський мультикоптер DJI AGRAS T30	7	9	16,2	30	0,31 кВт/га	5,7

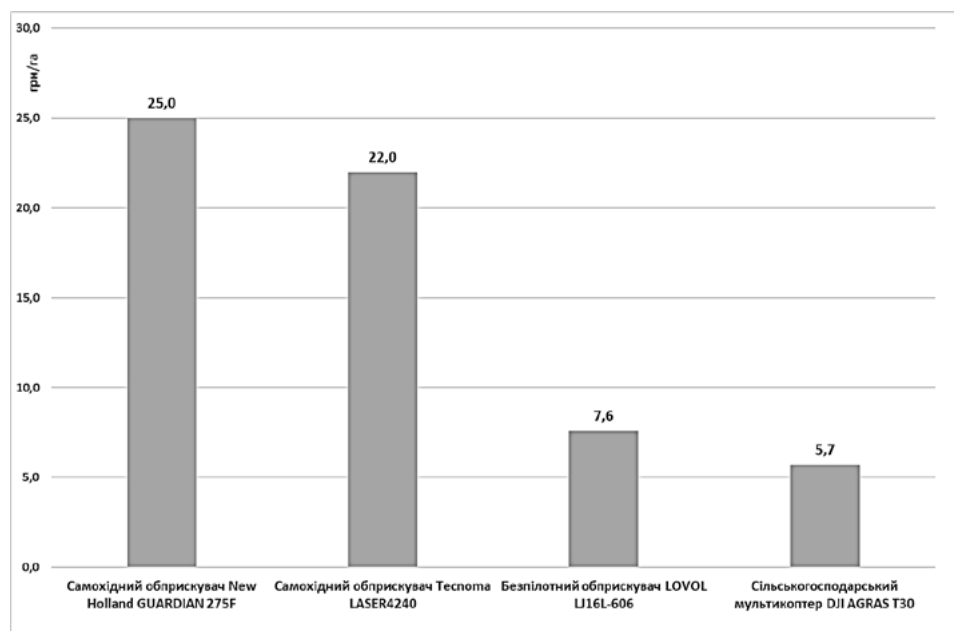


Рис. 2. Питомі енерговитрати досліджуваних обприскувачів

GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Тесмота LASER4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно (рис. 2).

Для безперебійної роботи однієї години треба для LOVOL LJ16L-606 5 елементів живлення, а для DJI AGRAS T30 – 4 батареї. Крім того для зарядки елементів живлення обидва агродрона потребують використання зарядної станції та генератора.

Також слід зазначити, що дрони, які виготовляються у нашій державі, за технічними характеристиками не поступаються іноземним. Україна регулярно представляє свої безпілотники на виставках в Німеччині, Туреччині, Польщі, країнах Балтії, і вони там отримують позитивну оцінку. Також вітчизняні дрони до війни, експортувались у низку країн. Тому розвиток вітчизняного виробництва агродронів є перспективним напрямом для України, як потужної аграрної країни з високотехнологічним сільськогосподарським виробництвом.

Висновки. Як бачимо, використання агродронів в сільськогосподарському виробництві є не тільки сучасною технологією, яка надає можливість вносити технологічні матеріали під час всієї вегетації рослин, економлячи при цьому самі технологічні матеріали та даючи можливість для внесення не обмеженого висотою рослин та вологістю ґрунту.

Також агродрони є екологічними та мобільнішими за самохідні обприскувачі. Обприскування агродронами дозволяє заощаджувати на препаратах, воді, людських та технічних ресурсах.

Аналіз самохідних та безпілотних агрегатів дав можливість порівняти питомі енерговитрати в гривневому еквіваленті. Так, у самохідного обприскувача New Holland GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Тесмота LASER 4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно.

Слід зауважити, що використання агродронів в сільськогосподарському виробництві досить затратне, але безумовно перспективне технологічне рішення для системи точного землеробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аніскевич Л.В., Адамчук В.І. Технології точного землеробства. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. К. : НАУ. 2006. Вип. 101. С. 8–27.
2. Бугай М. Точне землеробство: кожен колосок – як на долоні. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/14321-tochne-zemlerobstvo-kozhen-kolosok-iaak-na-doloni.html> 25.01.2023
3. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г. Управління режимами роботи збиральних машин в системі точного землеробства. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кіровоград : КНТУ. 2010. Вип. 40(2). С. 3–11.
4. Silver B., Mazur M., Wiśniewski A. and Babicz A. (2017). Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators : *Communications Review*. PwC. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf> 28.01.2023
5. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., Voytiuk V. Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control in Agricultural Production. In *Control Systems: Theory and Applications*. River Publishers: Gistrup, Denmark, 2018. pp. 271–289.
6. Huisman O., Rolf A. (2009). Principles of Geographic Information Systems (GIS): an Introductory Textbook. Publisher: ITC Educational Textbook Series, The Netherlands. 540.
7. Miller J. O., Adkins J. Types of drones for field crop production. University of Delaware : Fact sheets and publications. 2018. URL: <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-crop-production> 15.01.2023

8. Смірнов Я. Дрони в агробізнесі. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/agriculture-business-drones/>
9. Смірнов Я. Про дрони сільськогосподарського призначення. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/agricultural-drones/30.01.2023>
10. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2016. 204 с.
11. Техноторг. Безпілотний обприскувач LOVOL LJ16L-606. URL: <https://technotorg.com/catalogue/view/bespilotnyj-opryskivatel-lovol-lj16l606.html> 12.02.2023
12. Кротеер. Комплект DJI AGRAS T30. URL: https://cropter.ua/dron_dji?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=prodazh-agrodroniv&gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHK4mHymCSGyOCep1XQ0oG8f2X1Zh4VamseFR3lfjZYZI6D0tQrY7RoCeXUQAvD_BwE 12.02.2023
13. Дрони у сільському господарстві, або Як починалося точне землеробство. *Agravery*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo> 14.02.2023
8. Smirnov Ya. Drony v ahrobiznesi [Drones in agribusiness]. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/agriculture-business-drones/> 5.02.2023 [in Ukrainian]
9. Smirnov Ya. Pro drony silskohospodarskoho pryznachennia [About agricultural drones]. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: <http://www.50northspatial.org/ua/agricultural-drones/> (дата звернення: 30.01.2023) [in Ukrainian]
10. Vasytkovskiy O., Leshchenko S., Vasytkovska K., Petrenko D. (2016) Pidruchnyk doslidnyka: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv ahrotekhnichnykh spetsialnostei [Researcher's textbook: Study guide for students of agrotechnical specialties]. Kharkiv : Machulin. 204. [in Ukrainian]
11. Tekhnotorh. Bezpilotnyi obpryskuvach LOVOL LJ16L-606 [Unmanned sprayer LOVOL LJ16L-606] URL: <https://technotorg.com/catalogue/view/bespilotnyj-opryskivatel-lovol-lj16l606.html> 12.02.2023 [in Ukrainian]
12. Kropter. Komplekt DJI AGRAS T30 [Complete set DJI AGRAS T30]. URL: https://cropter.ua/dron_dji?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=prodazh-agrodroniv&gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHK4mHymCSGyOCep1XQ0oG8f2X1Zh4VamseFR3lfjZYZI6D0tQrY7RoCeXUQAvD_BwE 14.02.2023 [in Ukrainian]
13. Drony u silskomu hospodarstvi, abo yak pochynalosia toczne zemlerobstvo [Drones in agriculture, or how precision farming began]. *Agravery*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo> 14.02.2023 [in Ukrainian]

REFERENCES:

1. Aniskevych L.V., Adamchuk V.I. (2006). Tekhnologii tochnoho zemlerobstva [Technologies of precision agriculture]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrramoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 101. pp. 8–27. [in Ukrainian]
2. Buhai M. Točne zemlerobstvo: kozhen kolosok – yak na doloni [Precision farming: every spike is like in the palm of your hand]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/14321-točne-zemlerobstvo-kozhen-kolosok-iaak-na-doloni.html> [in Ukrainian]
3. Aniskevych L.V., Voitiuk D.H. (2010). Upravlinnia rezhytamy roboty zbyralnykh mashyn v systemi tochnoho zemlerobstva [Management of the modes of operation of harvesting machines in the system of precision agriculture]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn – Design, production and operation of agricultural machines*. 40(2). pp. 3–11. [in Ukrainian]
4. Silver B., Mazur M., Wiśniewski A. and Babicz A. (2017) Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators: *Communications Review*. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf> 28.01.2023
5. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., Voytiuk V. (2018) Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control in Agricultural Production. In *Control Systems: Theory and Applications*. pp. 271–289.
6. Huisman O., Rolf A. Principles of Geographic Information Systems (GIS): an Introductory Textbook. Publisher: ITC Educational Textbook Series, The Netherlands. 2009. 540.
7. Miller J. O., Adkins J. (2018). Types of drones for field crop production. University of Delaware: Fact sheets and publications. URL: <https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-crop-production> 15.01.2023
13. Drony u silskomu hospodarstvi, abo yak pochynalosia toczne zemlerobstvo [Drones in agriculture, or how precision farming began]. *Agravery*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo> 14.02.2023 [in Ukrainian]

Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства

Система точного землеробства є багатофункціональною системою, в якій поєднано в єдину технологічну лінію операції із обробітку ґрунту, внесення добрив, проведення сівби, застосування пестицидів та збирання врожаю.

Дрони та безпілотні літальні апарати сьогодні стали невід'ємною частиною системи точного землеробства. Вони є важливим сегментом світового ринку, який стрімко розвивається і в Україні.

Таким чином, в реаліях сьогодні, пошук нових технологій для збільшення врожайності сільськогосподарських культур є першочерговою умовою для переходу на новий рівень господарювання та виживання галузі аграрного виробництва.

Метою написання статті є аналіз можливостей використання дронів в рослинництві та порівняльний аналіз ефективності впровадження даної технології для механізованого обприскування посівів в сучасних умовах.

Методи. В якості матеріалів досліджень було наукові праці з питань історії розвитку безпілотних летальних апаратів для використання їх в сільському господарстві. Проведено порівняльний аналіз технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів, виявлено переваги і недоліки використання даних засобів механізації технологічного процесу обприскування посівів.

Результати. Зроблено аналіз функціональних можливостей агродронів та їх технологічних можливостей. При порівнянні технологічного процесу обприскування

за допомогою наземних обприскувачів та агродронів виявлено ряд переваг безпілотних літальних апаратів над самохідними обприскувачами. Крім того, проаналізовано і недоліки агродронів, серед яких слід відмітити додаткове вартісне обладнання.

Для порівняльного аналізу обрано найбільш популярні в Україні моделі, як самохідних обприскувачів, так і агродронів.

Питомі витрати пального у обох обприскувачів відрізняються незначно – 0,44 л/га у обприскувача New Holland та 0,5 л/га у обприскувача Tecnomat. При порівнянні питомі енерговитрати у обох агродронів отримано такі результати – 0,41 кВт/га у LOVOL LJ16L-606 та 0,31 кВт/га у DJI AGRAS T30.

При порівнянні питомих енерговитрат самохідних та безпілотних агрегатів єдиним можливим знаменником для їх аналізу є гривневий еквівалент цих витрат. Так, у самохідного обприскувача New Holland GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Tecnomat LASER4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно.

Висновки. Використання агродронів в сільськогосподарському виробництві є не тільки сучасною технологією, яка надає можливість внесенню технологічних матеріалів під час всієї вегетації рослин, економлячи при цьому самі технологічні матеріали та даючи можливість для внесення не обмежуючись ростом рослин та вологістю ґрунту.

Агродрони є екологічними та мобільнішими за самохідні обприскувачі. Обприскування агродронами дозволяє заощаджувати на препаратах, воді, людських та технічних ресурсах. Отже, їх використання в сільськогосподарському виробництві досить затратне, але безумовно перспективне технологічне рішення для системи точного землеробства.

Ключові слова: точне землеробство, географічна інформаційна система, агродрони, обприскування посівів, ефективність.

Vasylovskaya K.V., Andriienko O.O., Shepilova T.P.
The effectiveness of agricultural drones in the system of precision agriculture

The system of precision agriculture is a multifunctional system in which the operations of soil cultivation, fertilization, sowing, pesticide application and harvesting are combined into a single technological line.

Drones and unmanned aerial vehicles have become an integral part of the precision agriculture system today. They are an important segment of the world market, which is rapidly developing in Ukraine as well.

Thus, in today's realities, the search for new technologies to increase the yield of agricultural crops is a primary condition for the transition to a new level of management and survival of the agricultural production industry.

The purpose of writing the article is to analyze the possibilities of using drones in crop production and a comparative analysis of the effectiveness of the implementation of this technology for mechanized spraying of crops in modern conditions.

Methods. As research materials, there were scientific works on the history of the development of unmanned aerial vehicles for their use in agriculture. A comparative analysis of the technological process of spraying with the help of ground sprayers and agricultural drones was carried out, the advantages and disadvantages of using these means of mechanization of the technological process of crop spraying were revealed.

The results. An analysis of the functional capabilities of agricultural drones and their technological capabilities was made. When comparing the technological process of spraying with the help of ground sprayers and agricultural drones, a number of advantages of unmanned aerial vehicles over self-propelled sprayers were revealed. In addition, the shortcomings of agricultural drones were analyzed, among which additional expensive equipment should be noted.

For comparative analysis, the most popular models in Ukraine, both self-propelled sprayers and agricultural drones, were selected.

The specific fuel consumption of both sprayers differs slightly – 0.44 l/ha for the New Holland sprayer and 0.5 l/ha for the Tecnomat sprayer. When comparing the specific energy consumption of both agricultural drones, the following results were obtained – 0.41 kW/ha in LOVOL LJ16L-606 and 0.31 kW/ha in DJI AGRAS T30.

When comparing the specific energy consumption of self-propelled and unmanned units, the only possible denominator for their analysis is the hryvnia equivalent of these costs. So, for the New Holland GUARDIAN 275F self-propelled sprayer, this indicator is UAH 25.0/ha, for the Tecnomat LASER4240 self-propelled sprayer – UAH 22.0/ha, and for agricultural drones – UAH 7.6/ha and UAH 5.7/ha for LOVOL LJ16L-606 and DJI AGRAS T30 respectively.

Conclusions. The use of agrodrones in agricultural production is not only a modern technology that provides the opportunity to apply technological materials during the entire growing season of plants, while saving the technological materials themselves and providing an opportunity for application not limited by the height of plants and soil moisture.

Angrodrones are environmentally friendly and more mobile than self-propelled sprayers. Spraying with agricultural drones allows you to save on drugs, water, human and technical resources. Therefore, their use in agricultural production is quite expensive, but definitely a promising technological solution for the precision farming system.

Key words: precision farming, geographic information system, agricultural drones, crop spraying, efficiency.