

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
КАФЕДРА ОРГАНІЗАЦІЇ АВІАЦІЙНИХ РОБІТ ТА ПОСЛУГ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

_____ /Разумова К.М./

“ _____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
«МАГІСТР»
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 275 «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (НА ПОВІТРЯНОМУ
ТРАНСПОРТІ)»

Тема: «Ефективність застосування безпілотних літальних апаратів при
виконанні сільськогосподарських робіт»

Виконавець: _____ студент групи ОР-204М Петулько Дмитро Євгенович
(підпис)

Керівник: _____ к.т.н., доцент Український Євген Олександрович
(підпис)

Нормоконтролер: _____ к.т.н., доцент Осьмак Віктор Євгенійович
(підпис)

Київ 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Факультет транспорту, менеджменту та логістики

Кафедра організації авіаційних робіт і послуг

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Спеціалізація 275.04 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Освітньо-професійна програма «Організація авіаційних робіт і послуг»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / Разумова К.М. /

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Петулька Дмитра Євгеновича

1. Тема дипломної роботи (проекту) «Ефективність застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні сільськогосподарських робіт» затверджена наказом ректора від «27» серпня 2024р. № 1510/ст

2. Термін виконання роботи (проекту): з 01 вересня 2024 року по 4 грудня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи (проекту): звітні матеріали та статистичні дані ПП «Секрет-Сервіс», електронні ресурси.

4. Зміст пояснювальної записки: Загальна характеристика, застосування БПЛА та їх можливості, виконання ультрамалооб'ємного обприскування із застосуванням безпілотної авіації, аналіз виробничої та фінансової діяльності ПП «Секрет-Сервіс», перспективи розвитку приватного підприємства в сфері авіаційних робіт, перспективи розширення сфери безнечного застосування БПЛА у сільському господарстві.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстрованого) матеріалу: таблиці, показники фінансової та виробничої діяльності ПП «Секрет-Сервіс»; пропозиції щодо застосування БПЛА в розмінуванні для агро сфери та методи здійснення; результати собіварстості проектної пропозиції щодо застосування DJI Agras T30 та АН-2СХ для АХР.

6. Календарний план графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Збір статистичних даних	01.09.2024-10.09.2024	Виконано
3.	Написання теоретичної частини	11.09.2024-30.09.2024	Виконано
4.	Написання аналітичної частини	01.10.2024-15.10.2024	Виконано
5.	Написання проектної частини	16.10.2024-31.10.2024	Виконано
6.	Написання вступу та висновків	01.11.2024-17.11.2024	Виконано
7.	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	18.11.2024-01.12.2024	Виконано

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Теоретична частина	Кандидат технічних наук, доцент Український Є.О	30.09.2024	
Аналітична частина	Кандидат технічних наук, доцент Український Є.О	13.10.2024	
Проектна частина	Кандидат технічних наук, доцент Український Є.О	31.10.2024	

8. Дата видачі завдання: 01 вересня 2024 р.

Керівник дипломної роботи _____/Український Є.О

Завдання прийняв до виконання _____/Петулько Д.Є

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Ефективність застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні сільськогосподарських робіт»

83 сторінок, 23 рисунків, 7 таблиць, 43 використаних джерела.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ РОБОТИ, АВІАЦІЙНІ РОБОТИ, БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ, ОБРОБКА ПОЛІВ, ПЕРЕВАГИ, ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОБІВАРТІСТЬ ЛЬОТНОЇ ГОДИНИ.

Об'єктом дослідження є процес виконання сільськогосподарських робіт разом із застосуванням БПЛА.

Мета дипломної роботи: Забезпечити та довести ефективність застосування БПЛА в сільськогосподарській галузі.

Методи дослідження: SWOT аналіз, фінансово-економічний аналіз, аналіз перспективності БПЛА, а також метод розрахунку собівартості льотної години та прогнозування.

В ході виконання дипломної роботи було розглянуто використання безпілотних систем у сільськогосподарській галузі та їх можливості у порівнянні з фізично застарілими ПС, ультрамалооб'ємне обприскування як метод оброки, вимоги по використанню дронів та перспективи застосування безпілотних літальних апаратів з розмінування сільськогосподарських територій.

Приведені переваги дронів по виконанню авіаційних робіт. Розгляд приватного підприємства «Секрет-Сервіс» та його роль у сільському господарстві, сумісні проекти по безпілотним літальним апаратам з іншими компаніями. Детальний аналіз продемонстрував значний потенціал використання безпілотних літальних апаратів БПЛА для агрохімічних робіт. Результати свідчать про високу ефективність впровадження дронів у сільськогосподарську галузь. Також проведений розрахунок ефективності та собівартості льотної години від застосування Agricultural Multicopter DJI Agras T30.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати в практичній діяльності підприємств, які виконують авіаційні роботи у сільському господарстві.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1.ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТАХ.....	12
1.1 Особливості використання безпілотних авіаційних систем в Україні та в світі в сфері сільськогосподарства.....	12
1.2 Переваги застосування авіаційної техніки разом з БПЛА при виконанні сільськогосподарських робіт.....	21
1.3 Застосування БПЛА та їх можливості у сільськогосподарських роботах.....	26
1.4 Особливості виконання ультрамалооб’ємного обприскування із застосуванням безпілотної авіації.....	32
1.5 Вимоги до БПЛА по використанню у сільському господарстві та їх конструктивні властивості.....	34
1.6 SWOT аналіз по ефективності застосуванню БПЛА в Україні.....	36
1.7 Порядок використання повітряного простору цивільними повітряними дронами.....	38
Висновки до першого розділу.....	41
2. АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДІЯЛЬНОСТІ ПП «СЕКРЕТ-СЕРВІС» ПО ВИКОНАННЮ АВІАЦІЙНИХ РОБІТ.....	43
2.1 Загальна характеристика ПП «Секрет-Сервіс».....	43

КАФЕДРА ОАРП				ДП КАІ 24 10 29 001 ПЗ			
<i>Виконав</i>	<i>Петулько</i>			<i>Ефективність застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні сільськогосподарських робіт</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Український</i>					6	83
<i>Консульт.</i>					ФТМЛ 275 ОР-204М		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Осьмак</i>						
<i>Зав. каф.</i>	<i>Разумова</i>						

2.2 Літальні апарати ПП «Секрет-Сервіс» та їх льотно-технічні характеристики.....	45
2.3 Аналіз фінансової та виробничої діяльності підприємства.....	49
2.4 Перспективи розвитку ПП «Секрет-Сервіс» в сфері авіаційних робіт.....	55
Висновки до другого розділу.....	61
3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТАХ.....	62
3.1 Перспективи розширення сфери безпечного застосування БПЛА у сільському господарстві.....	62
3.2 Розрахунок собівартості льотної години при виконанні сільськогосподарських робіт агродрон Agricultural Multicopter DJI Agras T30.....	68
3.3 Розрахунок собівартості льотної години при виконанні сільськогосподарських робіт літаком АН-2СХ.....	73
Висновки до третього розділу.....	76
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

АПК – Агропромисловий комплекс;

ВАТ – відкрите акціонерне товариство;

ДП – державне підприємство;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

ПП – приватне підприємство;

АХР – Авіаційно хімічні роботи;

БПС – безпілотне повітряне судно;

БПЛА – безпілотний літальний апарат;

БАК – безпілотний авіаційний комплекс;

ЗЗР – Засоби захисту рослин;

ЛТХ – Льотно-технічні характеристики;

УМО – Ультрамалооб'ємне обприскування;

ПС – повітряне судно;

ЛГ – льотна година.

ЛТХ – льотно-технічні характеристики;

МО – малооб'ємне обприскування;

ВНП – вибуонебезпечні предмети

ЦА – цивільна авіація.

ВСТУП

Актуальність кваліфікаційної роботи: зумовлена сучасними викликами та потребами аграрної галузі. Зростаюча конкуренція, необхідність підвищення продуктивності та забезпечення сталого розвитку сільського господарства стимулюють впровадження інноваційних технологій. Безпілотні літальні апарати стали важливим інструментом для оптимізації виробничих процесів завдяки їх здатності виконувати широкий спектр завдань, таких як моніторинг стану посівів, картографування, обприскування культур і точне внесення добрив.

Застосування БПЛА дозволяє зменшити витрати на ресурси, підвищити точність виконання сільськогосподарських операцій і знизити негативний вплив на довкілля. Особлива актуальність дослідження підкреслюється швидким зростанням ринку БПЛА в агросекторі: згідно з прогнозами, цей ринок продовжуватиме демонструвати високі темпи розвитку в найближчі роки.

Предметом дослідження є комплекс характеристик та параметри безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві.

Метою даної роботи є обґрунтування ефективності застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні сільськогосподарських робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Визначити особливості використанні БПЛА .
2. Розглянути питання, задання які вирішують дрони та їх переваги.
3. Провести SWOT аналіз по ефективності застосування БПЛА в авіаційних роботах.
4. Розробити перспективи розвитку підприємства в сфері авіаційних робіт.
5. Розширити сферу безпечного використання БПЛА.
6. Підтвердити ефективність застосування БПЛА методом розрахунків льотної години.
7. Зробити висновки.

Сільське господарство в Україні є однією з ключових складових економіки, орієнтованих на забезпечення населення продуктами харчування та постачання сировини для промисловості. В умовах сучасного світового ринку аграрний сектор залучає понад 1,1 мільярда активних працівників. Проте через масштабні бойові дії в Україні сільське господарство наразі не є головним джерелом наповнення бюджету. Водночас Україна має значний агропромисловий потенціал, оскільки на її території розташовано приблизно 30% світових чорноземів.

Сільськогосподарські дрони – це новітні технологічні рішення, що значно підвищують продуктивність аграрного сектору. Вони привносять інновації в обробіток землі, даючи змогу фермерам оперативно отримувати дані про стан посівів та земельних угідь. Однією з основних переваг таких дронів є швидкість і точність моніторингу: дрони швидко охоплюють великі площі, що скорочує витрати часу й ресурсів, необхідних для ручного огляду полів [41].

Використання дронів дає можливість своєчасно виявляти стресові фактори для культур, захворювання чи шкідників, дозволяючи фермерам швидко вживати відповідних заходів. Крім того, ці пристрої підтримують точне землеробство, що сприяє ефективному використанню ресурсів, зменшенню впливу на екологію та підвищенню врожайності й рентабельності господарств [42].

Перший розділ присвячено аналізу використання БПЛА в Україні для виконання аграрних робіт. Зокрема, розглянуто переваги та потенціал дронів у сільському господарстві, а також проведено SWOT-аналіз їх ефективності, який виявляє ключові сильні та слабкі сторони, можливості й ризики. Особливу увагу приділено численним функціям дронів, які значно полегшують сільськогосподарські процеси. Також детально порівнюються переваги БПЛА з традиційними методами обробки полів, такими як наземна та авіаційна техніка. Описано процес ультрамалооб'ємного обприскування, що виконується дронами, і розглянуто основні питання, які ця технологія допомагає вирішити.

У другому розділі проведено всебічний аналіз діяльності ПП «Секрет-Сервіс», охоплено його виробничо-фінансову сферу, оцінено фінансовий стан та

окреслено перспективи подальшого розвитку, включно з можливістю майбутньої співпраці з компаніями «DEF-C» та «DJI» у виробництві безпілотників для агросектору.

Третій розділ присвячено агродронам, які можуть може істотно підтримати аграріїв, адже вони дозволяють швидко обробляти рослини, оцінювати стан полів і мінімізувати втрати. Ефективна робота таких дронів сприяє збереженню врожаю та надає важливу підтримку сільському господарству, особливо у складних умовах. Також встановлення додаткових пристроїв, як-от магнітометрів, на дрони може забезпечити ефективне розмінування сільськогосподарських земель для подальшого використання аграріями. Також було розраховано собіртість льотної години БПЛА DJI Agras T30 та літака АН-2СХ для встановлення економічної ефективності який тип ПС краще використовувати у сільському господарстві.

Висновки підбивають результати проведеного дослідження, відображаючи ключові теоретичні та методологічні висновки, а також практичні аспекти дослідження.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТАХ

1.1 Особливості використання безпілотних авіаційних систем в Україні та в світі в сфері сільськогосподарства

Одним із ключових напрямів сучасної авіації є розвиток БПЛА, які сьогодні переживають значний підйом. Безпілотна авіаційна техніка стрімко набуває популярності завдяки своїм технологічним можливостям і широкому спектру застосувань.

Сучасні БПЛА представляють собою складні високотехнологічні системи, що включають елементи штучного інтелекту та інтегровані у загальну систему збору даних і прийняття рішень. Вони є частиною комплексних безпілотних авіаційних комплексів, до складу яких входять наземні пункти управління, обробка інформації, системи зв'язку, транспортні та завантажувальні засоби для забезпечення їх роботи.

Основні переваги використання БПЛА стали можливими завдяки швидкому розвитку мікропроцесорних технологій, систем управління, навігації, передачі даних та штучного інтелекту. Новітні досягнення в цій галузі дозволяють здійснювати повністю автоматизовані польоти від зльоту до посадки, вирішувати завдання моніторингу земної та водної поверхні, а також забезпечувати виконання військових завдань, таких як розвідка, пошук, ідентифікація та знищення цілей.

Сьогодні розробка БПЛА ведеться активно у більшості промислово розвинених країн. За даними закордонних експертів, понад 250 моделей безпілотних літальних апаратів розробляються і виготовляються у 32 країнах світу.

Масове впровадження цих технологій уже приносить свої результати: наприклад, Україна планує до 2020 року забезпечити до 10% бойового складу авіаційної техніки за рахунок безпілотників, що свідчить про їхню стратегічну важливість для майбутніх військових і цивільних операцій.[1]

Зараз активно розробляються нові стратегії використання пілотованої авіації разом з безпілотними системами. Безпілотні літальні апарати вже не просто новітній тип авіатехніки, а важливий етап еволюції як військової, так і цивільної авіації. Актуальність питань щодо перспектив та тенденцій розвитку безпілотників в Україні залишається на високому рівні.

Проте, наявний стан розвитку безпілотних авіаційних комплексів вимагає визначення пріоритетних напрямів, які б стимулювали науковий та виробничий потенціал країни. Наразі він використовується недостатньо ефективно.

В українській науковій літературі закріпився термін «безпілотний літальний апарат», що означає пристрій, здатний до польотів в атмосфері або космосі без екіпажу, який управляється автоматично або дистанційно з командного пункту. Під цим терміном об'єднуються безпілотні літаки, планери, літаки-мішені, ракети, керовані снаряди та торпеди. Водночас існує чітке розуміння, що безпілотні апарати — це складні технічні системи.

Саме тому у спеціалізованій військовій літературі, окрім терміна «авіаційний комплекс», все частіше використовується поняття «безпілотний авіаційний комплекс», що допомагає чітко розмежувати авіаційні безпілотні апарати від космічних та авіакосмічних систем.

Основна перевага безпілотників — відсутність екіпажу на борту, що значно знижує ризики бойових втрат висококваліфікованих пілотів і усуває обмеження, пов'язані з перевантаженнями та впливом небезпечних факторів на людину.

Сучасні програми з розробки та модернізації БПЛА отримують пріоритетне фінансування у багатьох провідних країнах світу. За прогнозами експертів, до 2025 року основні аграрні авіаслужби в цих країнах будуть на 80% використовувати безпілотні технології[2]. В Україні, попри наявність науково-

дослідних, виробничих і тестових організацій, здатних створювати міні- та тактичні безпілотники, жодне державне відомство не змогло замовити та завершити проекти з їх розробки. Це є одним із ключових викликів для країни.

Серед організацій, що мають потенціал для розробки БПЛА в Україні, можна виділити:

- Харківське державне авіаційне виробниче підприємство;
- Чугуївський авіаремонтний завод;
- військове об'єднання «Об'єднання»;
- підприємство «Комунар»;
- Конструкторське бюро «Авіа» (ХАІ);
- ВАТ «КБ "Зліт"» (м. Харків);
- ВАТ «Мотор-Січ» (м. Запоріжжя);
- ДП «Івченко-Прогрес» (м. Дніпропетровськ);
- ДП «Орізон-Навігація» (м. Сміла);
- підприємство «Укртехно-Атом»;
- ТОВ «Юавіа» (м. Київ);
- Об'єднане конструкторське бюро «ТЕКОН-Електрон» (м. Львів).

Перелік державних підприємств та організацій, які займаються безпілотними авіаційними технологіями, свідчить про значний науковий і технічний потенціал України. Проте, через брак державного фінансування, слабку інвестиційну привабливість для приватного бізнесу та недалекоглядну політику, цей потенціал може залишитися нереалізованим і втратити свою актуальність.

Ще одна суттєва проблема полягає у відсутності в Україні повного циклу розробки та виробництва безпілотних літальних апаратів виключно вітчизняними виробниками. Хоча в країні працюють десятки підприємств, які займаються розробкою таких систем, у більшості з них немає юридичних підстав для цього, а їх продукція здебільшого є лише дослідними зразками. Крім того, значна частина цих розробок базується на імпортних комплектуючих, що ускладнює перспективи подальших випробувань та реальної експлуатації [3,4].

У Тернополі компанія ХАГ здійснила постачання парку з 100 безпілотних обприскувачів, що стало найбільшим замовленням агродронів в історії України (рис. 1.1). Співпрацюючи з місцевими підприємствами, ХАГ прагне задовольнити зростаючий попит на послуги дронowego обприскування. Очікується, що ця технологія, на тлі високих цін на паливо, допоможе підвищити врожайність і знизити виробничі витрати. Оснащення сільського господарства такими автономними пристроями сприятиме кращій підготовці аграріїв до наступних сезонів [5].



Рис. 1.1 Найбільший парк агродронів в Україні

Партнером ХАГ у цьому проєкті виступає DroneUA — головний інтегратор безпілотних рішень в Україні, що забезпечує виконання замовлення. Перші 50 дронів були передані компанії Robotic Agrosystems, одному з провідних сервісних операторів у країні, а решта 50 надійдуть найближчими місяцями.

Незабаром на фермах по всій Україні розпочнуть роботу 59 мобільних команд, сформованих Robotic Agrosystems, які пройдуть навчання з використання безпілотників і надаватимуть послуги обприскування. За прогнозами, парк із 100

дронів XAG зможе обробити понад 500 тисяч гектарів посівів протягом аграрного сезону 2022 року.

Близько 60% від загальної кількості дронів становлять моделі XAG V40 (рис. 1.2) — інноваційні безпілотні апарати, що доступні на світовому ринку. Ця модель із двома роторами підтримує три типи задач, включаючи картографування, трансляцію і обприскування посівів. XAG V40 працює на електричному приводі, що є екологічною альтернативою традиційним паливним машинам [5].



Рис. 1.2 Модель XAG V40

З 2021 року на українських полях активно впроваджують сільськогосподарські дрони XAG, які завдяки технології точного обприскування стали незамінними помічниками у веденні аграрних робіт. Дрони виконують різноманітні завдання: від прополки та внесення добрив до захисту від шкідників і хвороб, а також десикації. Вони ефективно обслуговують основні сільськогосподарські культури, такі як пшениця, ячмінь, кукурудза, ріпак і соняшник, що є ключовими експортними продуктами України.

Як один із провідних експортерів зерна та олійних культур, Україна активно впроваджує дрони в сільське господарство. Ринок цих технологій зростає, збільшується кількість команд, які надають послуги обприскування дронами, і ця

тенденція продовжуватиме розвиватися. У відповідь на зростання цін на паливо та виклики, пов'язані зі зміною клімату, фермери шукають більш ефективні та гнучкі способи обробки полів.

Нестабільні погодні умови, такі як затяжні дощі, які ускладнюють використання традиційної наземної техніки, і прагнення аграріїв зекономити ресурси сприяли різкому збільшенню попиту на дрони для обприскування. Сільськогосподарські дрони стають все популярнішими серед фермерів завдяки можливості автономної роботи, що зменшує потребу в ручній праці, та точності обробки, яка знижує використання пестицидів [5].

Ігор Чайковський, власник компанії Robotic Agrosystems, зазначив, що минулого року його команда обробила 10 тисяч гектарів землі, маючи у своєму розпорядженні порівняно невелику кількість дронів XAG, і отримала позитивні відгуки від клієнтів.

До пономасштабного вторгнення бригади працювали майже без перерви, проте вони все одно не змогли задовольнити весь попит через обмежену кількість техніки. Тому інвестування в розширення парку дронів було обґрунтованим рішенням. Ринок дронів стрімко зростає і має великі перспективи.

Дрони стали популярними на українських полях. В Україні коптери використовуються в сільському господарстві ширше, ніж на європейському континенті. Також тут продають більше сільськогосподарських дронів. Причина криється в різних державних нормах використання таких пристроїв.

У деяких європейських країнах дальність польоту обмежена. Наприклад, під час польоту за високою кукурудзою коптер не повинен зникати з поля зору оператора. Іноді навіть потужність радіопередавачів регулюється, а на великих сільськогосподарських угіддях з малопотужними передавачами працювати неможливо [6].

Війна перервала сільськогосподарські роботи, а також загальмувала розвиток новітніх технологій у сільському господарстві. Можливо, не повністю, але значно. Ще можна було працювати в західних і центральних областях

України. Проте вплив війни відчули на собі абсолютно всі. Багато людей пішли, рятуючи своє життя. БПЛА, до речі, дуже ефективно використовувати навесні, коли ґрунт вологий і трактор не може заїхати в поле. Багато людей досі бояться повертатися через обстріли та небезпеку мін, залишених на полях.

Сервісні підприємства найбільше постраждали від війни через дуже повільне постачання комплектуючих. Термін доставки значно збільшився, а разом з ним і ціни. З хімікатами проблем менше, але ціни все одно зросли через складнощі з логістикою.

Згідно з проектом «Сільське господарство у 2050 році», до 2050 року населення світу сягне приблизно 10 мільярдів. Отже, виробництво продуктів харчування потребуватиме збільшення на 70% [7]. Щоб підвищити темпи виробництва продуктів харчування, сільське господарство потребує автоматизації, роботизації, інформації послуги та інтелект, який поєднує інформаційно-комунікаційні технології, робототехніку, штучний інтелект, великі дані та Інтернет речей. Розумне сільське господарство — це активна сфера, яка створює нові можливості для майбутнього.

У центрі поширення інтелектуального сільського господарства знаходяться сільськогосподарські роботи, серед яких широко застосовуються БПЛА [8]–[10]. БПЛА мають суттєво скорочений робочий час, що призводить до підвищення стабільності, точності вимірювань і продуктивності. БПЛА не тільки дешевші, ніж більшість інших сільськогосподарських машин, але також ними легко керувати. Крім того, їх застосування сприяло розширенню багатьох сфер сільського господарства, включаючи пошук і обприскування інсектицидами та добривами, посів насіння, розпізнавання бур'янів, оцінку родючості, картографування та прогнозування врожаю [11].

Зараз існують інтегровані апаратні та програмні рішення для розумного сільського господарства. Щоб вирощувати більш поживну їжу з мінімальним екологічним слідом на землі, було розроблено трьохкомпонентне розумне

рішення для сільського господарства, що інноваційно інтегрує роботів, Інтернет речей і штучний інтелект (рис. 1.3).

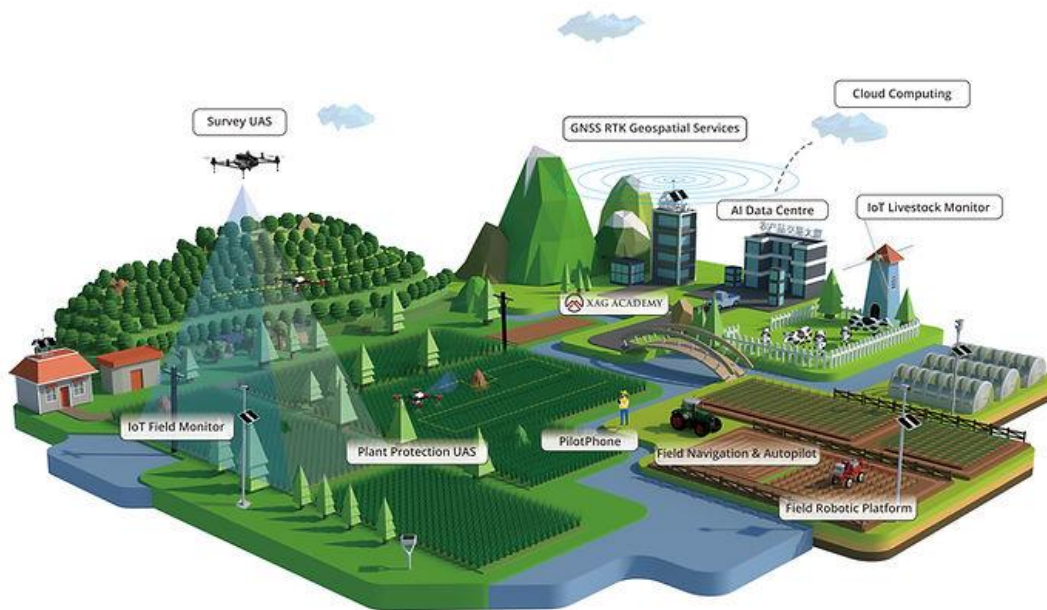


Рис. 1.3 Приклад розумного сільського господарства

Ринок сільськогосподарських БПЛА швидко зростає [13], і з'явилося кілька венчурних компаній. Відповідно до дослідження ринку, проведеного Price-Waterhouse-Coopers, прогнозується, що розмір ринку сільськогосподарських БПЛА зросте приблизно до 32,4 мільярдів доларів до 2050 року, що становитиме близько 25% світового ринку БПЛА (рис. 1.4) [14]. Основні компанії, що займаються БПЛА, включають DJI, Parrot, Precisionhawk, AGEagle і TrimbleNavigation. Незважаючи на те, що різні БПЛА були розроблені та комерціалізовані, ще потрібно вирішити деякі проблеми для передових сільськогосподарських рішень.

Провідні технології включають точне позиціонування, навігацію, елементи керування, зображення, зв'язок, датчики, матеріали, батареї, схеми та двигуни. Залежно від використання БПЛА та характеристик сільськогосподарського сектору потрібні різні технології (наприклад, розробка обладнання, керування соплами та великі дані). Важко надати інформацію про всі технології БПЛА. Тому

в цій статті ми зосереджуємося на розробці роботизованих систем, датчиків і типів платформ, які в основному розглядаються з точки зору досліджень і розробок.

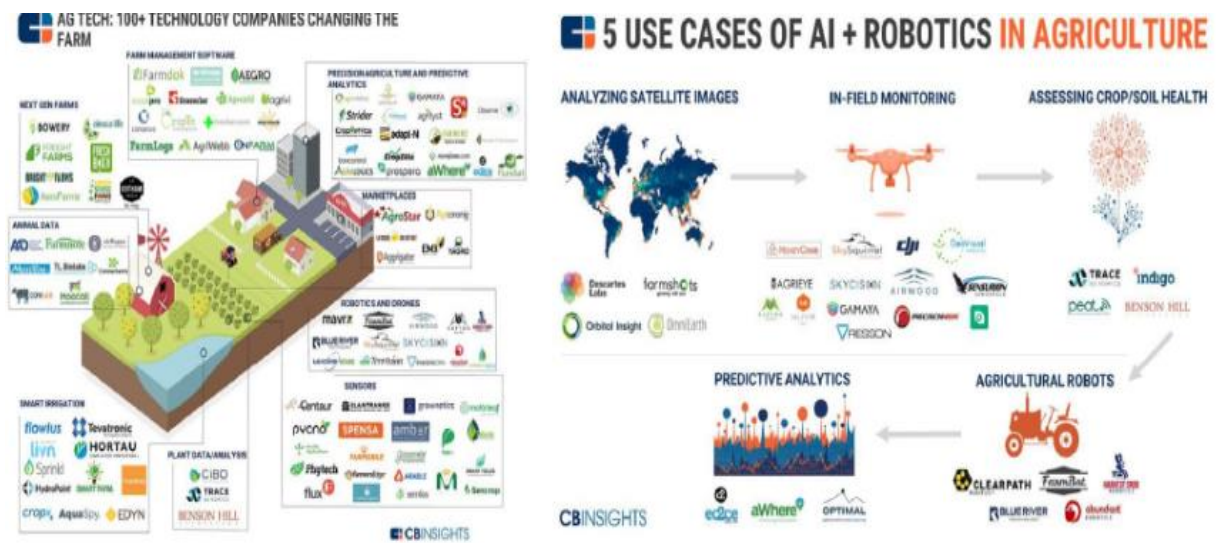


Рис. 1.4 Основні підприємства розумного сільського господарства [12]

Як і в інших галузях промисловості, сільськогосподарський сектор шукає інновацій, використовуючи технології конвергенції. Доведено, що БПЛА широко використовуються в усьому секторі. Однак сільськогосподарські БПЛА мають численні технічні обмеження, такі як ефективність батареї, малий час польоту, відстань зв'язку та корисне навантаження [15], [16]. Необхідно усунути технічні обмеження, щоб забезпечити правильний підхід для наступного покоління сільськогосподарських рішень. Таким чином, план і система майбутнього розвитку повинні бути створені, спочатку обговорюючи новітні технології, модернізацію, точні інструменти та диверсифікацію.

1.2 Переваги застосування авіаційної техніки разом з БПЛА при виконанні сільськогосподарських робіт.

Авіація в сільському господарстві — це напрям, спрямований на виконання специфічних завдань у сільськогосподарській галузі. Основними її функціями є розпилення пестицидів і добрив, а також авіапосів, коли насіння розкидається з повітря, часто за допомогою спеціального обладнання. Ця технологія відіграє значну роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських угідь та захисті врожаїв.

В Україні сільськогосподарська авіація має давні традиції, що сягають майже століття. Протягом цього часу її використання переживало як періоди розквіту, так і занепаду. Головними завданнями авіації в сільському господарстві країни були обробка посівів хімічними речовинами та внесення добрив. Для цього застосовували як спеціалізовані літаки й вертольоти, так і модифіковані повітряні судна з встановленими системами для розпилення хімікатів [17].

Пік розвитку сільськогосподарської авіації в Україні припадає на 1970–1980 роки. Тоді понад 9,5 тисяч колгоспів з усіх регіонів країни активно використовували послуги авіаційної хімічної обробки. Щороку роботи охоплювали близько 12 мільйонів гектарів земель. Українська авіація мала найбільшу базу серед республік колишнього СРСР, володіючи значними ресурсами — як технічними, так і людськими. На службі було 1250 літаків і вертольотів, серед яких АН-2, Мі-2 та Ка-26, а також працювало 25 тисяч фахівців. Українські авіаційні підприємства оперували 586 аеродромами, з яких 419 були міжгосподарськими зі злітно-посадковими смугами для всесезонних польотів [18].

Окрім діяльності в межах України, українські авіатори також брали участь у виконанні агрохімічних робіт за кордоном, допомагаючи країнам, як-от Болгарія, Угорщина, Польща та Німецька Демократична Республіка та інші. Щорічно вони

відправляли на ці завдання від 50 до 250 літаків, що дозволяло охоплювати до 4 мільйонів гектарів у різних країнах [17].

До основних АР, виконаних в Україні на той час, належали такі заходи:

- внесення мінеральних добрив на площі 6,0 млн. га, з них 4,0 млн. га було відведено під ранньовесняне підживлення озимих зернових;
- обробка площ для боротьби з бур'янами на 0,8 млн. га;
- захист сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб на 4,5 млн. га, з яких 2,5 млн. га охоплено біологічними методами, зокрема за допомогою трихограми (використовується з 1983 року);
- десикація соняшнику проведена на площі 0,7 млн. га. [19].

У піковий період виконання авіаційних робіт (з березня по червень) в повітрі одночасно працювало 595 літальних апаратів, серед яких 465 літаків АН-2 та 130 гелікоптерів Мі-2 і Ка-26.

Частка авіаційних робіт у загальному обсязі агрохімічних заходів, які здійснювались у сільському господарстві України в 1970-1985 роках, становила:

- приблизно 20% – для внесення мінеральних добрив;
- близько 40% – для боротьби зі шкідниками та хворобами культур;
- до 55% – для боротьби з бур'янами;
- 100% – для десикації соняшнику [19].

Україна, завдяки своїм сприятливим природно-кліматичним умовам, має великий потенціал для раціонального використання земель у сільськогосподарському секторі. Це дозволяє успішно вирощувати різноманітні культури як для забезпечення внутрішніх потреб, так і для експорту до європейських та інших ринків. На Рис. 1.5 показано відсоткове співвідношення основних типів аграрної діяльності в сільському господарстві України.



Рис 1.5 Застосування авіації в сільському господарстві України

Використання БПЛА:

Використання дронів в агросекторі України почалося з базових завдань, таких як аерофотозйомка та моніторинг стану посівів. Ці технології дозволили аграріям отримувати точні дані про стан полів, ідентифікувати хвороби, виявляти шкідників та відстежувати проблеми розвитку рослин. Перші дрони для агросектору почали застосовувати в Україні у 2014 році, а дрони-обприскувачі стали активно використовуватись з 2019 року для захисту культурних рослин. На сьогодні кількість дронів в аграрному секторі значно зросла і продовжує збільшуватись [43].

На прикладі нижче показано динаміку зростання кількості дронів-обприскувачів з 2018 року до теперішнього часу.

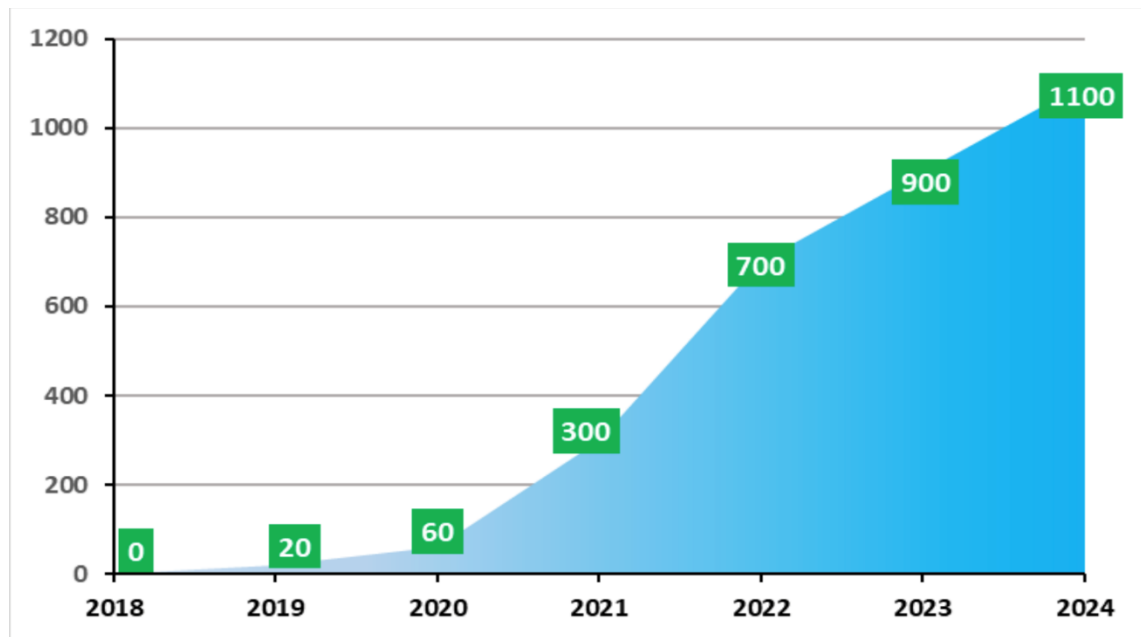


Рис. 1.6 Динаміка збільшення кількості дронів-обприскувачів

Застосування дронів для внесення ЗЗР забезпечує більш високу точність порівняно з традиційними методами, а також дає можливість обробляти поля в умовах, коли наземні обприскувачі не можуть працювати.

Дрони використовують технологію УМО, яка передбачає мінімальні витрати робочої рідини — від 0,5 до 5 літрів на гектар. Форсунки, що створюють краплі розміром близько 100 мікрон, дозволяють засобу ефективно проникати в породи навіть найгустіших рослин.

Наприклад, переваги БПЛА над наземними машинами такі:

- Відсутність технологічних колій. Зазвичай технологічні колії займають від 2 до 5% площі посівів, що призводить до прямих втрат на їх обробку (внесення добрив, засобів захисту рослин, збирання врожаю) та недоотриманого врожаю на цих ділянках. Відмова від колій дозволяє уникнути цих втрат.

- Обробка без ущільнення ґрунту. Роботи виконуються без використання колісної техніки, що запобігає ущільненню ґрунту тракторами та сприяє збереженню його структури.

- Повний контроль на всіх етапах. Це дозволяє обробляти поле навіть у ті фази розвитку рослин, коли використання наземної техніки ускладнене або

неможливе. Також обробка можлива після дощів незалежно від рельєфу місцевості.

- Відсутність пошкодження посівів. Цей метод гарантує, що посіви залишаються неушкодженими на будь-якій стадії росту.

- Висока точність і ефективність внесення. Препарати вносяться з точністю до 2 см, що мінімізує їх вплив на ґрунт і гарантує максимально ефективне проникнення в рослину. Спеціальні форсунки забезпечують рівномірне розпилення, що сприяє економії води та точності потрапляння препарату на листя.

- Швидкість виконання. Завжди можна провести обприскування посівів як у плановому, так і в екстреному порядку, що забезпечує оперативність роботи.

- Зниження витрат. Економія засобів захисту рослин досягає 15-50%, знижуються потреби у великій кількості води.

- Висока продуктивність. Одна бригада може обробити від 5 до 12 га за годину, при цьому витрати на виконання робіт знижуються на 111-113% порівняно з традиційними методами.

Прогнози:

За даними аналітичного центру «Research and Markets», який проводить дослідження різних промислових галузей з 2002 року, очікується значне зростання ринку дронів для обприскування сільськогосподарських культур у найближчі роки (рис 1.7). Зокрема, прогнозується, що у 2023 році обсяг ринку сягне \$1,78 мільярда, а у 2024 році — \$2,47 мільярда зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 38,7%. До 2028 року ринок може вирости до \$8,21 мільярда зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 35,1% [43].

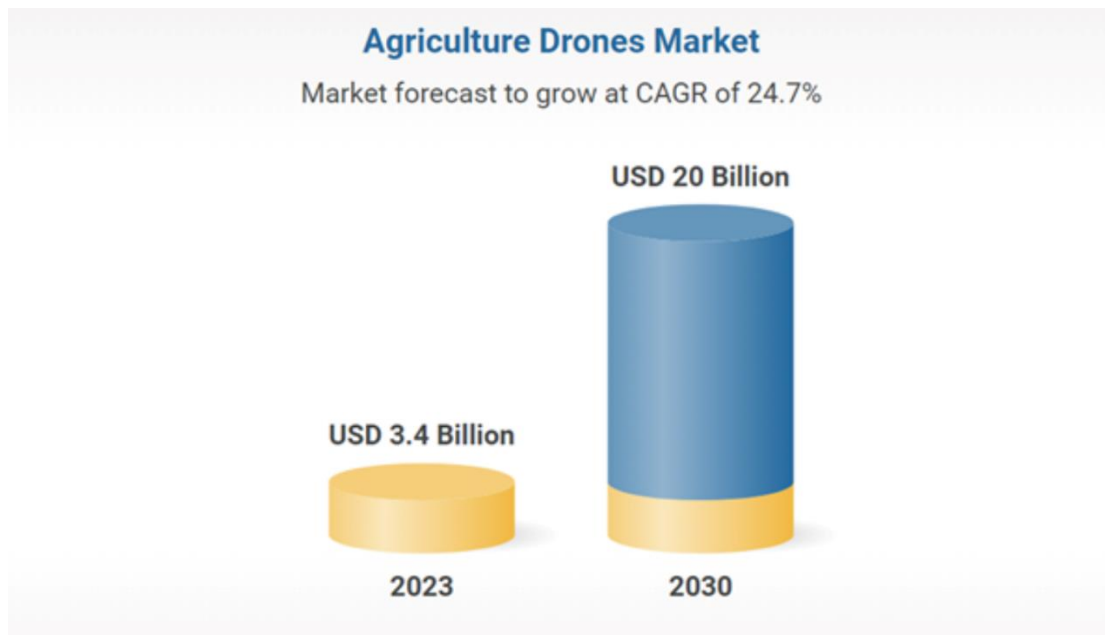


Рис. 1.7 Економвчні прогнози по застосуванню дронів для обприскування сільськогосподарських культур

1.3 Застосування БПЛА та їх можливості у сільськогосподарських роботах

Дрони відіграють важливу роль у сучасному сільському господарстві, виконуючи різні завдання. Вони забезпечують зйомки з повітря, моніторинг полів, створення 3D-карт, сіяння насіння, внесення добрив і хімікатів, а також контроль стану посівів та тварин, полегшуючи іригацію та інші процеси.

У сільськогосподарському секторі дрони можуть виконувати такі функції:

- **Аерофотозйомка:** дозволяє виявляти проблемні ділянки, пошкодження врожаю через погодні умови та інші дефекти, які потребують швидкого втручання. Завдяки низькій висоті польоту, знімки з дрона значно детальніші, ніж із супутника.
- **Відеозйомка:** дрон може охоплювати до 30 км за годину, що суттєво зменшує витрати часу і коштів у порівнянні з наземною технікою.
- **3D-модельювання:** допомагає визначати зони з перезволоженням або посухою, створювати точні плани і карти для зрошення, осушення чи меліорації земель.

- Тепловізійна зйомка: із використанням інфрачервоного випромінювання допомагає визначати найкращі терміни для диференціації точок зростання, що впливає на врожайність і якість рослин.

- Лазерне сканування: застосовується на важкодоступних територіях, надаючи точні дані про рельєф місцевості, навіть при густих насадженнях.

- Опрыскування: дрони можуть точково обпрыскувати лише хворі рослини, зменшуючи застосування хімікатів і зберігаючи здоровий урожай.

- Посів насіння: новітня технологія, де дрони висаджують насіння в підготовлену землю. Це дає змогу значно скоротити витрати на робочу силу та підвищити ефективність процесу посадки.

Безпілотні технології допомагають автоматизувати багато процесів, скорочуючи час, ресурси та витрати, а також підвищуючи загальну ефективність фермерських господарств [20].

Сучасні безпілотні системи виконують такі функції:

- Оцінка стану посівів та виявлення пошкоджених або знищених культур;

- Визначення точної площі загиблих посівів;

- Проведення аудиту та інвентаризації земельних угідь;

- Виявлення дефектів посіву та проблемних зон;

- Оцінка ефективності заходів з охорони рослин;

- Контроль за дотриманням структури та планів сівозміни;

- Виявлення порушень і недоліків у процесі проведення агротехнічних робіт;

- Аналіз рельєфу місцевості та створення карт вегетаційних індексів PVI, NDVI;

- Збір даних для служби безпеки, включно з виявленням незаконного випасу худоби;

- Супровід будівництва систем меліорації;

- Контроль за умовами зберігання коренеплодів у кагатах;

- Розпилення трихограми;
- Створення карт для точного внесення добрив та обприскування полів;
- Підрахунок кількості сходів та біологічної урожайності [20].

Детальніше про можливості дронів:

1) Ортофотоплани

Ортофотоплан, створений за допомогою дронів, дозволяє з високою точністю виміряти геометричні параметри поля та визначити його площу в проекції (рис. 1.8). Саме ця площа використовується для розрахунку податку на землю та орендної плати. Однак цей інструмент надає не лише базові дані, а й значно більше інформації для детального аналізу агрономом. Наприклад, на ньому можна виявити нерівномірність посіву, ділянки з загиблими рослинами, а також сліди від техніки або пішоходів.

Ще однією перевагою є можливість не лише візуально ідентифікувати такі ділянки, але й провести точні вимірювання, обчислити площу та створити векторні контури проблемних зон. Ці дані можуть бути використані для складання завдань для наземної безпілотної техніки, яка працює на основі тих самих векторних контурів і GPS-координат, що підвищує ефективність подальших дій [21].



Рис. 1.8 Вимірювання поля

2) Карти висот

Ще однією можливістю є отримання висотної карти, яка представляє собою плоску схему рельєфу поля (рис. 1.9). На цій карті зміни висоти поверхні позначені кольорами, подібно до шкільних географічних карт: коричневі відтінки вказують на підвищення, а зелені — на знижені ділянки. Окрім кольорового кодування, на карті також є ізолінії, що з'єднують точки з однаковою висотою. Для більшої зручності в роботі висотні позначки в метрах часто додаються до ізоліній, що дозволяє швидко визначити потенційні проблемні ділянки на полях [21].

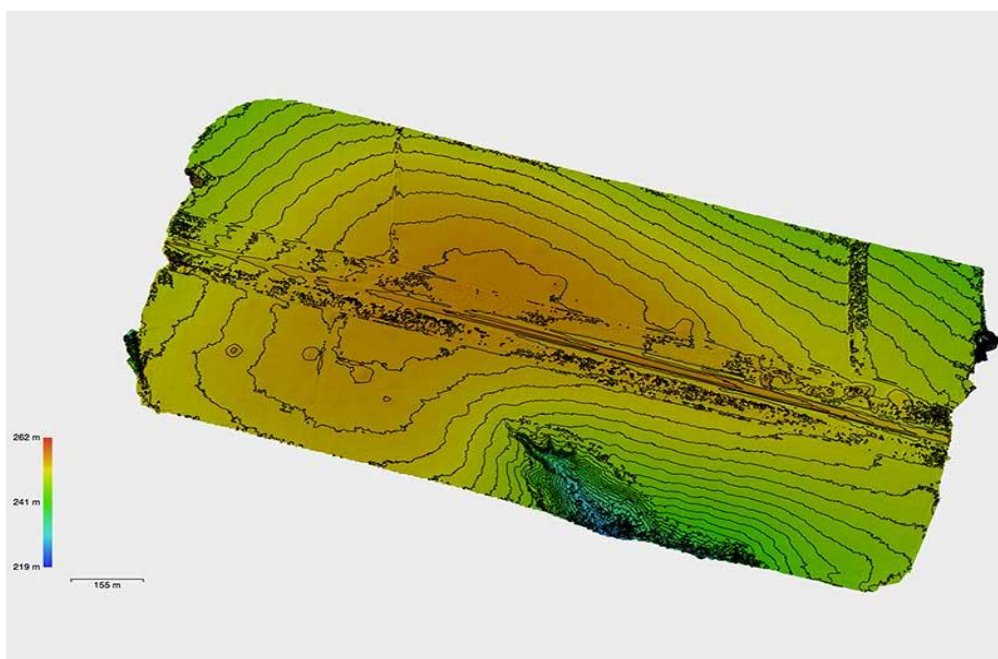


Рис. 1.9 Сканування рельєфу та отримання карти висот

3) Мультиспектральна зйомка

Кожен фермер підтвердить, що його поля мають значні відмінності. Навіть на одному й тому ж полі є ділянки, де врожайність завжди коливається: на одних вона вища за середню, на інших – нижча. До того ж, для різних культур ці різниці можуть бути кардинально різними. Що впливає на ці відмінності? Факторів безліч: рельєф місцевості, наявність сонця або тіні, склад мінералів, рівень вологості ґрунту, наявність бур'янів і шкідників – це лише частина списку. Передбачити вплив кожного з цих факторів на певну культуру в конкретний

період росту, особливо враховуючи погодні умови, часто важко навіть досвідченим агрономам (рис. 1.10). Незважаючи на розуміння цих факторів, агрономи все одно стикаються з питанням, як краще керувати полем. Існують різні підходи: можна ігнорувати неоднорідність поля, сподіваючись на середній результат; або підживлювати рослини на слабких ділянках для вирівнювання врожайності. Інший підхід – зекономити на слабких ділянках, а ресурси зосередити на потенційно більш продуктивних зонах, знижуючи витрати і збільшуючи загальний врожай. Також, якщо очікування від врожаю не виправдовують витрати, можна взагалі зорати поле повністю або частково. Кожне з цих рішень є складним і відповідальним [20].

В таких умовах важливо мати об'єктивну систему підтримки прийняття рішень. Вона надає точні показники, що допомагають зробити виважений вибір з найменшим ризиком. Одним із джерел даних для такої системи може бути інформація, отримана за допомогою мультиспектральної зйомки з дронів.

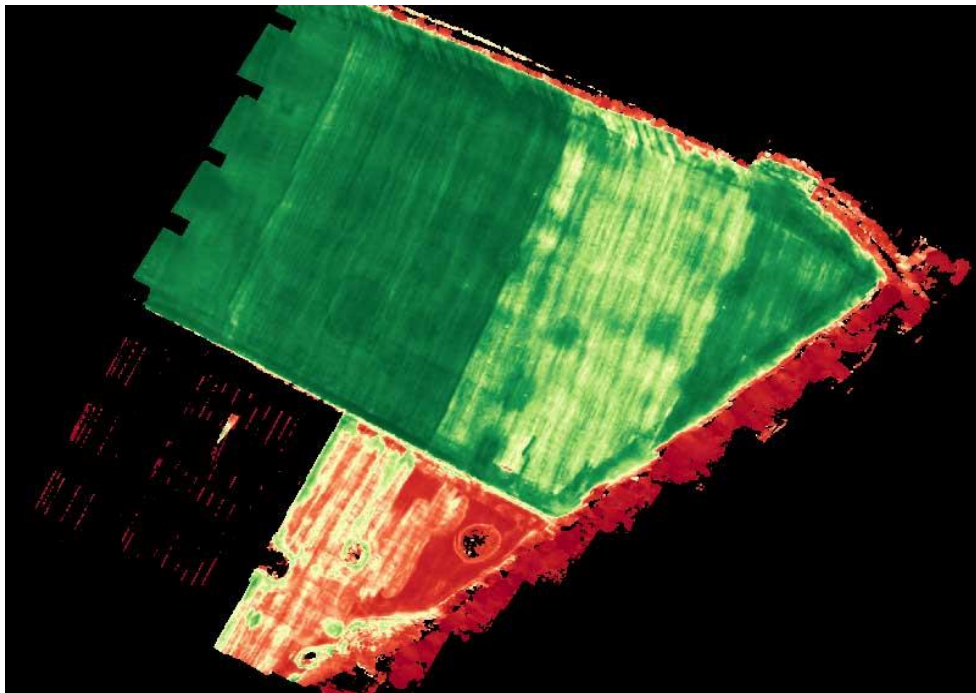


Рис. 1.10 Мультиспектральна зйомка

4) Створення завдань для систем паралельного водіння.

Отримавши дані про стан поля за допомогою мультиспектральної зйомки, такі як рівень стресу у рослин, вегетативна маса, концентрація хлорофілу та

розподіл бур'янів, фермер або агроном зможе прийняти обґрунтовані рішення щодо обробки поля. Використовуючи інформацію з дрона, агроном може вирішити, як найкраще застосувати гербіциди.

Є кілька підходів: можна рівномірно обробити поле колісним оприскувачем, що дорого через високу витрату препарату та вартість внесення. Інший варіант — використати «розумний» оприскувач, який дозволяє диференційовано вносити гербіцид, що економить препарат, але підвищує витрати на сам процес внесення. Ще одна альтернатива — агродрон. Він не тільки створений для диференційованого внесення рідин, але й не пошкоджує рослини, уникаючи механічного контакту та стресу від тепла двигуна [21].

5) Розповсюдження речовин за допомогою дронів. Застосування рідин, гранул, трихограми, фумігація.

Для культур з високим стеблом, таких як соняшник і кукурудза, використання наземних обприскувачів може бути неможливим або складним. На відміну від них, дрони, оснащені обприскувальними системами, здатні наносити речовини на листя з максимальною точністю, витрачаючи при цьому лише кілька літрів на гектар (рис. 1.11). Завдяки потужним ротаторам дрону, агрохімікати проникають безпосередньо до землі, роблячи цей метод одним із найефективніших на сьогоднішній день. Крім рідких препаратів, дрони можуть розсіювати гранульовані засоби, а також застосовувати біологічний захист рослин, наприклад, трихограму.

Ще одним інноваційним методом внесення препаратів є фумігація. За допомогою спеціальної установки на дроні створюється потік гарячого повітря, куди подається суміш пари та діючої речовини. Мікрокраплі цієї речовини прикріплюються до частинок пари, які потім виходять із сопла фумігатора під тиском. Такий метод може використовуватися для обробки садів, виноградників, боротьби зі шкідниками на відкритих складах, полях і в лісосмугах, а також для знищення комарів у болотистих місцевостях. Поєднання фумігації з

використанням дронів дозволяє досягати важкодоступних місць, що робить цей підхід надзвичайно ефективним [21].



Рис. 1.11 Внесення речовин дроном

1.4 Особливості виконання ультрамалооб'ємного обприскування із застосуванням безпілотної авіації

Ультрамалооб'ємне обприскування — це спосіб застосування пестицидів, який використовує мінімальну кількість води або взагалі обходиться без неї, при цьому препарат має високу концентрацію і готовий до використання. Іншими словами, УМО означає робочий розчин у діапазоні від 0,5 до 5 л/га або засіб, спеціально розроблений для використання в чистій формі. Основна різниця між УМО та іншими методами полягає в об'ємі робочої рідини, що впливає на розмір крапель [22].

Перевага УМО:

Існує кілька важливих аспектів, які виділяють метод УМО серед інших. Цей метод використовує дрібнодисперсне розпилення робочого розчину, що

забезпечує глибше проникнення в рослинний покрив. Завдяки розміру крапель, які становлять близько 100 мікронів, розчин легше проникає через кутикулу рослин. Щільність покриття при використанні УМО значно перевищує ефективність інших методів, що використовуються сьогодні. Водночас втрати препарату зменшуються завдяки мінімізації утворення великих крапель, які скочуються з поверхні рослин і призводять до втрати до 30% пестициду. Окрім цього, аграрії можуть значно знизити витрати на обприскування завдяки економнішому використанню пестицидів [22].

Проблеми які вирішує УМО:

Основною проблемою, яку УМО вирішує з найбільшою ефективністю, є складність забезпечення рівномірного покриття препаратом зворотного боку листя під час звичайного обприскування. Крім того, при традиційних методах обприскування складніше досягти максимальної ефективності від інсектицидів, оскільки дослідження показують, що дрібні краплі препарату є значно токсичнішими для комах. Вони швидше проникають через кутикулу і менш схильні до процесу детоксикації в організмі шкідників. Висока ефективність десикації є ключовим фактором для своєчасного збору врожаю, і УМО в цьому випадку виступає найкращим методом для підсушування рослин.

Цей спосіб внесення пестицидів доцільний для будь-яких культур. Висока біологічна ефективність, продуктивність обприскування та оптимальні витрати роблять УМО універсальним методом для застосування пестицидів у сільському господарстві.

Кожен агровиробник прагне зменшити витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Масове впровадження технології ультрамалооб'ємного обприскування надає можливість значно знизити витрати на проведення обробок. Ця технологія також має екологічну перевагу, оскільки менш шкідлива для довкілля при внесенні пестицидів. Проте, на жаль, представники аграрної сфери рідко звертають на це увагу. Ми ж ставимо за мету активне впровадження УМО в агропромисловому комплексі України, що

дозволить не лише заощадити ресурси, але й поліпшити фітосанітарний стан сільськогосподарських угідь.

Одним з найважливіших аспектів є забезпечення водних ресурсів для обприскування. Замість складних розрахунків, розглянемо конкретні приклади. Традиційний трактор з причіпним обприскувачем за один цикл обробляє приблизно 10-15 гектарів, після чого змушений повертатися для заправки робочим розчином. За обробку 100-150 гектарів це повторюється близько десяти разів. До цього додається ще одна одиниця техніки, яка доставляє воду, наприклад, трактор з причіпною цистерною або водовоз, що потребує додаткових працівників та палива. Якщо оброблювані площі знаходяться на значній відстані від джерела води, це суттєво збільшує витрати. Також потрібен персонал для роботи на водозаборах, що є ще однією статтею витрат [22].

Використання технології УМО дозволить обробляти значно більші площі за один раз – в 10 разів більше порівняно з традиційними методами, що помітно підвищить продуктивність робіт. Як наслідок, витрати на обприскування зменшаться у кілька разів.

1.5 Вимоги до БПЛА по використанню у сільському господарстві та їх конструктивні властивості

Сфера використання дронів у сільському господарстві дуже широка, саме тому існують внутрішні нереламентовані вимоги до сучасних БПЛА по їх використанню:

- Корпус безпілотного літального апарата повинен виготовлятися з легких і міцних матеріалів, що забезпечить стійкість до можливих ударів під час невдалих посадок.

- Запуск пристрою повинен бути простим і здійснюватися вручну або з поверхні землі, а додаткові механізми старту повинні бути зручними та безпечними у використанні.

– БПЛА має забезпечувати автоматичний вибір траєкторії, виконання зйомки та повернення до точки запуску.

– Система живлення повинна легко замінюватися й перезаряджатися, а процес підзарядки бути максимально зручним.

– Передача даних з апарата має здійснюватися за допомогою стандартних засобів через USB, Wi-Fi або інші сучасні протоколи [23].

Основними користувачами сільськогосподарських дронів є дві категорії:

1. Фермери — для них важливі простота в експлуатації та надійність пристрою.

2. Компанії, що надають послуги агромоніторингу — для них на перший план виходить швидкість і ефективність обробки великих територій, оскільки дронами користуються професіонали.

Слід враховувати відмінності між БПЛА з несучими гвинтами та моделями з фіксованим крилом. Квадрокоптери рухаються повільніше, але можуть зависати на місці, що робить їх ідеальними для отримання високоякісних зображень невеликих ділянок. Натомість дрони з фіксованим крилом здатні покривати великі площі за короткий час, хоч і не можуть зависати, як квадрокоптери. Через швидкий рух якість зображення може знижуватися, але такі моделі краще підходять для швидкої оцінки великих територій [23].

Інформація, яку можна отримати під час моніторингу території:

– Індекси рослинності (такі як NDVI, CCCI, NDRE, MCARI, CWSI тощо).

– Підрахунок кількості рослин на ділянці.

– Вимірювання висоти рослин.

– Визначення висоти ґрунту відносно рівня моря.

– Температура та вологість ґрунту під час обльоту.

– Топографічне та 3D- картування місцевості.

Ключові характеристики сільськогосподарських дронів, які варто враховувати:

- Маса дрона (важлива при транспортуванні та у випадку аварій).
- Типи встановлених датчиків (яке обладнання має дрон і яка вартість його заміни у разі втрати).
- Можливість додаткового оснащення іншими датчиками.
- Тривалість польоту на одній батареї.
- Площа, яку можна обробити за один політ.
- Роздільна здатність знімків (наприклад, кількість сантиметрів поля на піксель).
- Автоматичний режим зйомки (за відсутності цієї функції потрібен оператор для забезпечення перекриття знімків на 70% під час обльоту) [23].

1.6 SWOT аналіз по ефективності застосуванню БПЛА в Україні

Ефективність використання БПЛА в сільському господарстві відкриває великі можливості. Завдяки сучасним технологіям обробки даних, які працюють на базі "хмарних" сервісів, фермери можуть не тільки відстежувати стан сходів рослин, але й контролювати точність руху техніки під час виконання польових робіт, не залишаючи свого офісу. БПЛА стають основою нової транспортної моделі, яка швидко розвивається та потребує належного правового регулювання на рівні законодавства України.

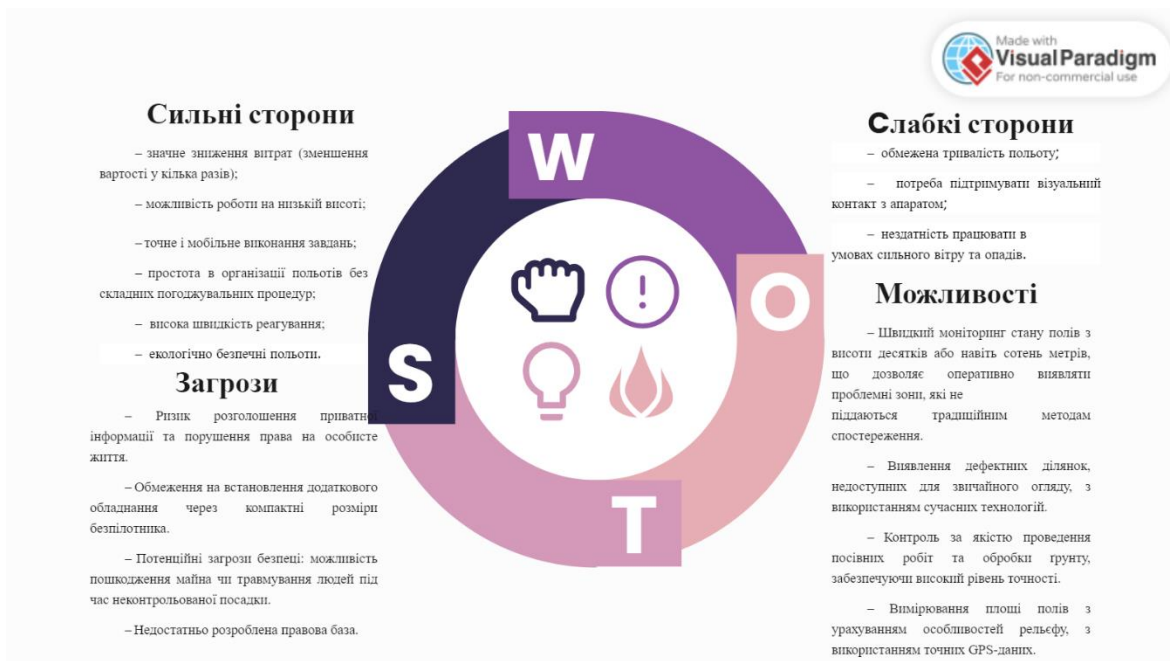


Рис. 1.12 SWOT аналіз ефективності БПЛА

Сильні сторони:

Безпілотники забезпечують значне зниження витрат і високу точність виконання завдань, що робить їх ефективним інструментом для моніторингу та обробки полів. Їх швидкість реагування і простота організації польотів є перевагами, що дозволяють швидко реагувати на зміни умов.

Слабкі сторони:

Основними обмеженнями є тривалість польоту і залежність від погодних умов, що може заважати роботі в несприятливу погоду. Потреба у підтриманні візуального контакту також є фактором, що ускладнює застосування БПЛА на великих площах.

Можливості:

Використання дронів дозволяє оперативно виявляти проблемні ділянки, проводити точні вимірювання та контролювати якість сільськогосподарських процесів, що підвищує загальну продуктивність і економічну ефективність.

Загрози:

Потенційні загрози включають можливість порушення конфіденційності, обмеження на встановлення додаткового обладнання та недостатньо розроблену правову базу, яка регулює використання БПЛА.

Цей аналіз допоможе зрозуміти сильні та слабкі сторони технології, можливості для її розвитку та ризику, які необхідно враховувати при плануванні використання безпілотників у сільському господарстві.

1.7 Порядок використання повітряного простору цивільними повітряними дронами

Відповідно до пункту 4 розділу II Авіаційних правил, для безпілотних літальних апаратів масою до 20 кг не потрібне попереднє подання заявок на використання повітряного простору, отримання спеціальних дозволів чи повідомлення органів управління Повітряних Сил Збройних Сил України, а також інших відомчих структур, за умови дотримання наступних вимог [24]:

1. Політ не повинен перетинати державний кордон України.
2. Політ здійснюється поза зонами, де використання повітряного простору обмежено чи заборонено, за винятком випадків, передбачених Положенням про використання повітряного простору, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 6 грудня 2017 року № 954.
3. Політ має відбуватися на відстані не менш ніж 5 км від зовнішніх меж злітно-посадкових смуг аеродромів або 3 км від злітно-посадкових майданчиків та вертодромів, якщо немає погодження з їх експлуатантами.
4. Відстань до пілотованих апаратів має бути не менш ніж 500 м.
5. Забороняється виконувати польоти над:
 - скупчення людей на відкритій території та над зонами щільної забудови;
 - об'єкти (зони), які визначені різними міністерствами та державними установами України, такими як Міністерство оборони, Міністерство інфраструктури, Міністерство внутрішніх справ, Державна прикордонна служба, Служба безпеки, Національна поліція, Національна гвардія, Державна фіскальна служба, Служба зовнішньої розвідки, Управління державної охорони та інші військові формування і правоохоронні органи, що діють відповідно до

українського законодавства. До таких об'єктів встановлюється охорона або державна охорона, за умови відповідного маркування території заборони польотів безпілотників інформаційними знаками або оприлюдненням меж таких зон. Польоти можливі тільки за спеціальним дозволом зазначених органів [24];

6. польоти повинні здійснюватися в межах прямої видимості (VLOS);

7. максимальна висота польоту не повинна перевищувати:

- 120 м над рівнем земної або водної поверхні за межами диспетчерських зон, зон польотної інформації аеродромів, зон контролю та спеціально визначених повітряних просторів, які зарезервовані або віднесені до особливих зон органами управління повітряним рухом.

- 50 метрів над рівнем земної або водної поверхні в межах диспетчерських зон, зон польотної інформації аеродромів, територій, підконтрольних органам управління повітряним рухом, а також спеціально виділених зон або іншого зарезервованого повітряного простору, якщо немає даних про актуальний статус цих зон на момент польоту;

- 50 метрів над статичними перешкодами, якщо відстань до них не перевищує 100 метрів, та можливе відхилення від зазначених обмежень по висоті за запитом власника таких об'єктів;

8) швидкість польоту безпілотного повітряного судна не повинна перевищувати 160 км/год.

В інших випадках польоти безпілотних повітряних суден масою до 20 кг включно, а також усі польоти апаратів масою понад 20 кг виконуються лише в межах визначених зон та маршрутів. Для цього необхідно дотримуватися вимог щодо подання заявок на використання повітряного простору, отримання дозволів та узгодження умов використання з органами Повітряних Сил Збройних Сил України, Державною прикордонною службою, цивільно-військовою системою організації повітряного руху та службами обслуговування та управління повітряного руху [24].

Пам'ятайте:

 <p>Ви відповідальні за кожен політ</p>	Ви несете юридичну відповідальність за кожен політ. Розумійте правила - порушення може призвести до кримінальної відповідальності.	 <p>Тримайте дистанцію</p>	Незаконно проводити польоти у забудованих територіях (вулиці, міста). Також не можна літати біля аеропортів та злітних смуг.
 <p>ПЕРЕД кожним польотом перевіряйте справність дрона</p>	Перед кожним польотом перевіряйте, що Ваш БПЛА не пошкоджений, усі компоненти працюють згідно з інструкцією.	 <p>Тримайте дистанцію 50 метрів</p>	Не керуйте Ваш БПЛА ближче ніж 50 м від людей, транспорту, будівель чи споруд, або над групами людей на будь-якій висоті.
 <p>Дрон завжди у зоні спостереження</p>	Ви маєте завжди бачити БПЛА під час керування.	 <p>Зважайте на права приватності</p>	Думайте, що саме Ви можете робити з будь-якими знінками, зважаючи на закони про приватність.
 <p>Ви відповідальні за попередження зіткнень</p>	Саме Ви відповідаєте за уникнення зіткнень з іншими людьми чи об'єктами, включно з повітряними суднами.	 <p>Дозвіл на використання дронів для оплачуваної роботи</p>	Якщо Ви плануєте використовувати БПЛА для будь-якої комерційної діяльності, Ви маєте отримати дозвіл в авіаційній інспекції.

Рис. 1.13 Правила поведження з БПЛА

Відповідальність за порушення правил використання повітряного простору безпілотними літальними апаратами:

- Юридичні особи можуть нести відповідальність за порушення, пов'язані з використанням безпілотників, відповідно до статті 127 Повітряного кодексу України, де визначено види правопорушень та розміри штрафів.
- Фізичні особи, які займаються авіаційною діяльністю, можуть бути притягнуті до відповідальності за порушення під час польотів, що регулюється статтею 111 Кодексу України про адміністративні правопорушення.
- Кримінальна відповідальність передбачена статтями 281 та 282 Кримінального кодексу України.

На сьогодні реєстрація БПЛА законодавством України не передбачена. Однак, якщо планується здійснення польотів у зонах з обмеженим доступом або якщо вага дрона перевищує 20 кг, необхідно отримати дозвіл на використання повітряного простору. Процедура отримання дозволу регулюється Авіаційними правилами, які визначають порядок видачі таких дозволів. Детальну інформацію щодо процесу можна знайти на офіційному веб-сайті Державної авіаційної служби України [24].

Висновки до першого розділу

Цей розділ зосереджений на застосування БПЛА в Україні, переваги та можливості дронів при виконанні сільськогосподарських робіт, було проведено SWOT аналіз по ефективності використанню БПЛА в Україні в якому було наведено сильні та слабкі сторони, можливості та загрози.

Дуже сильно було приділено увазі можливостям та широкому спектру функцій дронів у сільськогосподарській галузі які можуть легко виконуватись, а також детально розглянуто переваги БПЛА перед іншими методами обробки полів такими як наземна та авіаційна техніка.

У цьому розділі детально описано як безпілотні літальні апарати виконуть ультрамалооб'ємне обприскування та які проблеми вирішує цей метод обробки.

Підбиваючи підсумки, не мало важливо знати та дотримуватися сучасних вимог по застосування БПЛА, їх конструкторські властивості та знати правила згідно закону України по використанню повітряного простору дронами.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДІЯЛЬНОСТІ ПП «СЕКРЕТ-СЕРВІС» ПО ВИКОНАННЮ АВІАЦІЙНИХ РОБІТ

2.1 Загальна характеристика ПП «Секрет-Сервіс»

Компанія "Секрет-Сервіс", заснована 21 червня 1995 року, є одним із лідерів у виробництві сейфів на українському ринку. Завдяки власному виробничому комплексу, підприємство не лише виготовляє різноманітні сейфи, але й займається виробництвом літальних апаратів. Асортимент продукції включає вогне- та зломостійкі сейфи, сертифіковані за різними класами захисту (1, 2, 3 та 5), банківські двері 2 класу, металеві та архівні шафи, шафи для роздягалень, газове обладнання, пожежні ящики та сейфи для зберігання зброї. Окрім цього, компанія виготовляє металоконструкції на замовлення, відповідно до індивідуальних креслень клієнтів [25].

Юридична адреса: м. Київ, вул. Багговутівська, 4, кв. 10, 04107.

Основна мета ПП "Секрет-Сервіс" — це постійне вдосконалення якості продукції та послуг, а також формування тривалих і надійних партнерських відносин з клієнтами.

Напрями діяльності [26]:

Основний:

– Оптова торгівля металевими виробами, водопровідним та опалювальним обладнанням і його комплектуючими.

Додаткові:

- Виробництво замків та дверних петель;
- Виготовлення інших металевих виробів;
- Ремонт і обслуговування металевої продукції;
- Монтаж і встановлення обладнання;
- Виробництво авіаційної та космічної техніки.

Управлінська структура відіграє важливу роль у координації всіх бізнес-процесів підприємства. Вона включає ієрархічну систему, яка визначає склад підрозділів, їх взаємодію та розподіл обов'язків між різними відділами й управлінськими рівнями. Основним елементом є побудова ефективних взаємозв'язків, що регулюють виконання завдань і передачу відповідальності.

Організаційна структура — це механізм, що сприяє досягненню компанією своїх стратегічних цілей. Вона документально закріплює взаємозв'язки між підрозділами і служить фундаментом управлінського процесу, забезпечуючи безперебійну комунікацію між співробітниками різних рівнів через належні канали інформації [27].

Вона є ключовою складовою управлінського процесу, забезпечуючи інтеграцію всіх внутрішніх інформаційних потоків між працівниками різних рівнів і ефективну передачу даних через відповідні канали.

Структура підприємства повинна відповідати вимогам сучасного бізнес-середовища, включаючи:

- впровадження інформаційних систем управління, що дозволяють виконувати завдання в режимі реального часу;
- застосування гнучкої комерційної стратегії для ефективного управління;
- можливість оперативного прийняття рішень завдяки адаптивній організаційній структурі;
- запровадження системи попередніх замовлень;
- розширення спектра послуг через технічні та комерційні угоди;
- забезпечення гнучкості організації для швидкого реагування на зміни ринку.

Андрій Васильович Гнашук — керівник підприємства, авіаконструктор і пілот, який пристрасно захоплюється авіацією. Він створив перший український пілотажний біплан під назвою «Горобець» (рис.2.1).



Рис. 2.1 Біплан «Горобець»

Андрій Васильович є засновником кількох підприємств, серед яких "Секрет-Сервіс", "Науково-виробнича фірма "Промінь", "Ковалі", "Літан ЛТД" і "Аеродром Березань". На посаді керівника ПП "Секрет-Сервіс" він відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного розвитку компанії, орієнтуючись на високу якість послуг у галузі охорони та безпеки.

2.2 Літальні апарати ПП "Секрет-Сервіс" та їх льотно-технічні характеристики

а) Повітряна куля «Камерун»

Повітряна куля — це літальний апарат типу «легший за повітря», або аеростат, який використовує підймальну силу нагрітого повітря або спеціального газу для польоту. Конструктивно вона складається з оболонки, наповненої газом, і прикріпленої до неї кошика або кабіни. На відміну від дирижаблів, повітряні кулі не оснащені двигунами для самостійного руху в горизонтальній площині. За типом наповнення повітряні кулі поділяються на монгольф'єри (з нагрітим

повітрям), шарльєри (з легким газом, зазвичай воднем або гелієм) і розьєри (з одночасним використанням повітря та газу в окремих оболонках) [28].

Ціна 250000 тис. грн



Рис. 2.2 Повітряна куля «Камерун»

б) Пілотажний біплан "ГОРОБЕЦЬ".

Одномісний суцільнометалевий біплан з алюмінієвим корпусом, розробленим за фірмовою технологією, виготовляється приватним підприємством "Секрет-Сервіс" [29].



Рис. 2.3 Пілотажний біплан «ГОРОБЕЦЬ».

- Оснащений двигуном М-332а.
- Максимальна злітна маса становить 520 кг.
- Злітна швидкість — 90 км/год.
- Швидкість при посадці — 100 км/год.
- Крейсерська швидкість варіюється між 140 та 160 км/год.
- Максимальна швидкість досягає 300 км/год.
- Мінімальна швидкість перед зривом — 65-70 км/год.
- Під час польоту витрачається 21 літр палива (автобензин А-80-95) на годину.
- Зліт та посадка від 100 до 120 метрів [29].

Ціна 550000 тис. грн

с) Fieseler Fi 156 Storch, відомий як «Шторх», був малим німецьким літаком, широко використовуваним Третім Рейхом та його союзниками з 1937 по 1945 роки. Після завершення війни виробництво продовжувалося до кінця 1950-х

років, переважно для приватного ринку. Цей літак залишається відомим і сьогодні [30].



Рис. 2.4 Fieseler Fi 156 Storch «Шторх»

- Розмах крил: 14,25 м
- Довжина літака: 9,90 м
- Висота: 3,05 м
- Площа крил: 25,20 м²
- Вага, кг:
 - пустий літак: 930 кг
 - стандартна злітна маса: 1325 кг
- Тип силової установки: 1 поршневий двигун Аргус As-10-С3
- Потужність двигуна: 240 к.с.
- Максимальна швидкість: 175 км/год
- Крейсерська швидкість: 150 км/год
- Дальність польоту: 385 км
- Швидкість набору висоти: 280 м/хв
- Максимальна висота польоту: 4600 м
- Кількість членів екіпажу: 2 [30].

Ціна 720000 тис. грн

2.3 Аналіз фінансової та виробничої діяльності підприємства

Виробнича діяльність підприємства являє собою багатогранний процес, який охоплює не лише створення кінцевого продукту, але й діяльність, пов'язану з підтримкою виробничого циклу [31]. Для успішного здійснення основних виробничих процесів потрібні різноманітні ресурси, зокрема, п'ять ключових ресурсних складових:

- інформаційна підтримка,
- фінансові ресурси,
- матеріальні запаси,
- людські ресурси,
- час.

Аналіз виробничо-фінансової діяльності спрямований на оцінку ефективності використання цих ресурсів під час виробництва і реалізації продукції, а також на виявлення рівня операційної ефективності компанії. Основним видом діяльності підприємства є оптова торгівля металевою продукцією, однак ПП «Секрет-Сервіс» також спеціалізується на виробництві літальних апаратів для авіації та космосу. Головним ринком збуту є регіони України.

Фінансова діяльність компанії включає в себе використання правил та методів, що забезпечують фінансову підтримку підприємства та досягнення стратегічних цілей. Вона охоплює процеси руху коштів: від витрат на ресурси до отримання прибутків і їх раціонального використання, а також взаємодію з постачальниками, клієнтами, працівниками та державними органами [32].

Фінансова звітність ПП «СЕКРЕТ-СЕРВІС»

Рік	Дохід (грн)	Чистий прибуток (грн)	Активи (грн)	Зобов'язання (грн)
2023	226800	-91100	6223100	5207900
2022	452700	-11500	5425300	4319000
2021	746700	-133900	2597200	882900
2020	522000	-108100	2503100	1251400

Аналіз показників:

– Дохід:

Спостерігається зниження доходу з 2021 року (746 700 грн) до 2023 року (226 800 грн). Це може свідчити про зменшення продажів або зниження попиту на продукцію/послуги.

– Чистий прибуток:

Чистий прибуток залишається негативним протягом усіх років, з найбільшими збитками у 2021 році (-133 900 грн) та 2023 році (-91 100 грн). Це вказує на постійні витрати, які перевищують доходи.

– Активи:

Активи зросли з 2 503 100 грн у 2020 році до 6 223 100 грн у 2023 році. Це може свідчити про інвестиції в бізнес або зростання вартості активів.

– Зобов'язання:

Зобов'язання також зросли з 1 251 400 грн у 2020 році до 5 207 900 грн у 2023 році. Це може вказувати на збільшення боргових зобов'язань або фінансування через кредити.

– Фінансова стійкість:

Відношення активів до зобов'язань (коефіцієнт фінансової стійкості) зросло, що може свідчити про покращення фінансової стійкості, але негативний чистий прибуток викликає занепокоєння.

– Тенденції:

Загалом, компанія стикається з проблемами прибутковості, незважаючи на зростання активів. Необхідно провести детальніший аналіз витрат та стратегій для покращення фінансових результатів.

Цей аналіз може допомогти виявити проблеми та можливості для покращення фінансового стану компанії.

Повна фінансова звітність ПП «Секрет-Сервіс» за 2023 рік [23].

Таблиця 2.2

Актив

Назва рядка	Код рядка	На початок звітнього року, тис. грн	На кінець звітнього періоду, тис. грн
I. Необоротні активи Основні засоби:	1010	1510,60	1465,10
первісна вартість	1011	2599,20	2599,20
знос	1012	1089,10	1134,20
Усього за розділом I	1095	1510,10	1465,00
II. Оборотні активи Запаси:	1100	2046,30	2099,00
Поточна дебіторська заборгованість	1155	654,10	685,40
Гроші та їх еквіваленти	1165	182,70	23,60
Інші оборотні активи	1190	1032,10	1950,10

Усього за розділом II	1195	3915,20	4758,10
Баланс	1300	5425,30	6223,10

На початку року первісна вартість основних засобів складала 2 599,20 тис. грн і залишилася незмінною до кінця року. Це може бути пов'язано з амортизацією або реалізацією деяких активів. У той же час знос основних засобів зріс на 45,10 тис. грн, що може свідчити як про їх старіння, так і про оновлення окремих зношених елементів.

Невелике збільшення запасів з 2046,3 тис. грн до 2099,0 тис. грн протягом року може свідчити про накопичення товарно-матеріальних цінностей або зміну підходу до управління ними. Зростання дебіторської заборгованості з 654,1 тис. грн до 685,4 тис. грн може бути ознакою збільшення обсягу продажів чи надання клієнтам більш лояльних умов оплати. Значне скорочення грошових коштів з 182,7 тис. грн до 23,6 тис. грн, ймовірно, пов'язане зі збільшенням витрат на операційну діяльність, вкладеннями в розвиток або погашенням боргів.

Загальний баланс зріс з 5425,3 тис. грн на початку року до 6223,1 тис. грн наприкінці, що вказує на розширення активів компанії.

Таблиця 2.3

Пасив

Назва рядка	Код рядка	На початок звітного року, тис. грн	На кінець звітного періоду, тис. грн
Капітал	1400	1220,30	1220,30
Нерозділений прибуток(непокритий збиток)	1420	-114,00	-205,10
Усього за розділом I	1495	1106,30	1015,20

II. Довгострокові зобов'язання, цільове фінансування та забезпечення	1595	0	
Поточна кредиторська заборгованість за: товари, роботи, послуги	1615	370,9	1259,8
Розрахунками з бюджетом	1620	14,70	14,70
Розрахунками зі страхування	1625	18,80	18,80
Розрахунками з оплати праці	1630	24,20	24,20
Інші поточні зобов'язання	1690	3890,40	3890,40
Усього за розділом II	1695	4319,00	5207,90
Баланс	1900	5425,30	6223,10

Протягом року капітал підприємства залишався на стабільному рівні 1220,30 тис. грн, що свідчить про збереження власних фінансових ресурсів. Водночас на кінець року було зафіксовано нерозподілений прибуток у розмірі - 205,1 тис. грн, що вказує на збитки. Важливо проаналізувати причини таких фінансових втрат і визначити шляхи їх зменшення. Підприємство не має фінансових зобов'язань, що демонструє його міцну фінансову позицію та високу ліквідність. Це підтверджує ефективне управління ресурсами, без необхідності залучення позик чи кредитів для покриття витрат, що позитивно впливає на перспективи розвитку компанії.

Водночас поточні зобов'язання значно зросли — з 4319,00 тис. грн на початку року до 5207,9 тис. грн на його завершення. Особливої уваги потребує зростання кредиторської заборгованості за товари, роботи та послуги, оскільки це може вказувати на можливі проблеми з ліквідністю або недостатні обігові кошти. Така ситуація може свідчити про затримки в розрахунках із постачальниками чи нестабільність у фінансових потоках, що потребує глибшого аналізу та

відповідних заходів для коригування. Загальний баланс підприємства залишився на рівні 6223,1 тис. грн, що відображає сталість активів і пасивів на кінець звітного періоду.

Таблиця 2.4

Звіт про фінансові результати

Назва рядка	Код рядка	За звітний період, тис.грн	За попередній період, тис. грн
Чистий дохід від реалізації продукції(товарів, робіт,послуг)	2000	226,80	381,90
Собівартість реалізованої продукції(товарів, робіт,послуг)	2050	289,50	330,1
Інші доходи	2160		70,80
Інші витрати	2165	28,40	134,10
Разом доходи (2000+2160)	2280	226,8	452,70
Разом витрати(2050+2165)	2285	317,90	464,20
Фінансові результати та оподаткування(2280-2285)	2290	-91,10	-11,50
Чистий прибуток(збиток) (2290-2300-(+)2310)	2350	-91,10	-11,50

Фінансовий звіт підприємства за 2023 рік, з порівнянням до попереднього періоду, демонструє ключові показники, такі як чистий дохід, собівартість, інші доходи та витрати, а також чистий фінансовий результат.

Протягом звітного періоду чистий дохід від реалізації продукції склав 226,8 тис. грн, що є значним спадом у порівнянні з попереднім роком, коли він становив 381,9 тис. грн. Це може свідчити про скорочення обсягів продажів, зниження цін

або проблеми зі збутом, які потребують більш глибокого аналізу для виявлення причин і пошуку шляхів їх вирішення. Собівартість реалізованої продукції зменшилася до 289,5 тис. грн порівняно з 330,1 тис. грн у минулому році. Таке зниження може бути пов'язане з підвищенням ефективності виробництва або скороченням витрат, що позитивно вплинуло на фінансові показники.

Інших доходів за звітний період не зафіксовано, що суттєво відрізняється від попереднього року, а інші витрати склали 28,4 тис. грн. У підсумку, підприємство завершило рік з чистим збитком у розмірі -91,1 тис. грн, що свідчить про погіршення фінансових результатів порівняно з минулим роком, коли збиток становив -11,5 тис. грн. Така динаміка може вказувати на зниження ефективності діяльності, зростання витрат або інші фінансові труднощі, які потребують додаткового аналізу та реагування.

2.4 Перспективи розвитку ПП «Секрет-Сервіс» в сфері авіаційних робіт

Приватне підприємство "Секрет-Сервіс" володіє значним досвідом у виробництві авіаційної техніки, що створює хорошу базу для подальшого розвитку. Для посилення стабільності компанії та підвищення її конкурентоспроможності важливо здійснити глибокий аналіз можливостей і перспектив. Виявлено декілька ключових напрямків, які можуть стимулювати зростання.

Зважаючи на актуальні тенденції в авіаційній галузі та збільшення попиту на безпілотні авіаційні системи, "Секрет-Сервіс" може розглянути різні варіанти розвитку. Один із них — розширення діяльності в напрямку цивільної авіації, включаючи виробництво безпілотників для комерційного та промислового використання.

Також важливим напрямком є впровадження інновацій у виробництво безпілотних апаратів, зокрема покращення систем автоматизації, збільшення тривалості польоту та розширення їх функціональних можливостей. Співпраця з

міжнародними партнерами та участь у глобальних проектах може допомогти компанії розширити ринки збуту та вийти на нові ринки.

Важливим елементом стратегії є аналіз внутрішніх ресурсів, кадрового потенціалу та технічних можливостей. Швидка адаптація до змін та ефективно впровадження нових технологій можуть стати вирішальними факторами успіху "Секрет-Сервіс". Загалом, стратегічні кроки мають бути спрямовані на повне використання потенціалу компанії у сфері безпілотних літальних апаратів, їх технологічне вдосконалення та зміцнення позицій на ринку.

Розглядаючи шляхи розширення діяльності, слід звернути увагу на перспективи розвитку БАС. Цей сегмент ринку має значний потенціал для компанії "Секрет-Сервіс", особливо в контексті зростаючого попиту на подібні технології у сфері сільського господарства та цивільної авіації, що дозволить підприємству здобути конкурентні переваги.

Впровадження виробництва БАС для сільськогосподарських потреб може стати важливим кроком у стратегії компанії. Завдяки постійному зростанню попиту на технології, що підвищують ефективність обробки полів, безпілотні системи можуть суттєво зміцнити позиції "Секрет-Сервіс" на ринку.

Безпілотні технології, зокрема, можуть ефективно вирішувати ряд завдань у сільському господарстві, забезпечуючи оперативний моніторинг полів і надання важливих даних для прийняття рішень. Виробництво таких систем дозволить компанії розширити свою продуктову лінійку і зміцнити її конкурентоспроможність.

Також варто зазначити, що впровадження БАС в різних секторах, включаючи аграрний та цивільний, дає можливість значно підвищити ефективність робіт, зменшити витрати та запропонувати клієнтам сучасні рішення.

Таким чином, розвиток безпілотних авіаційних технологій відкриває перед "Секрет-Сервіс" нові перспективи та сприяє закріпленню лідерських позицій на ринку інноваційних продуктів.

Саме тому у перспективному майбутньому ПП «Секрет-Сервіс» буде співпрацювати по виробництву БПЛА з компанією «DEF-C» та «DJI». Вже сьогодні вони надають послуги дронів для сільського господарства, а також інші галузі такі як енергетика, екологічний моніторинг, послуги безпілотників для ДСНС, інвентаризація земель ОТГ, нафтогазовий комплекс та муніципальне господарство. При наявності тісної співпраці у двох підприємств вийде швидко інтегрувати БПЛА в сільськогосподарську галузь та дозволить швидко та якісно закрити низку завдань, на які у фермерів пішло б багато часу та сил.

Використання безпілотних систем забезпечує ефективне вирішення різних завдань:

- Спостереження за станом ґрунту, аналіз схожості культур і визначення уражених ділянок (шкідниками, бур'янами або хворобами).

- Охорона та інвентаризація сільськогосподарських культур. Регулярні перевірки дозволяють оцінювати очікувані обсяги врожаю та фіксувати можливі випадки незаконного збору.

- Створення точних карт місцевості. Завдяки аерозйомці дронами можна легко формувати нові електронні карти з оновленими межами полів, які можуть відрізнятися від офіційних.

- Розрахунок NDVI з використанням мультиспектральних камер. Аналіз вегетаційного індексу допомагає стежити за розвитком рослин, виділяти ділянки з погіршеною вегетацією та визначати оптимальні норми внесення добрив.

- Обробка полів за допомогою дронів: внесення засобів захисту рослин і трихограми.

- Оцінка екологічного стану: аналіз забруднення повітря, хімічного складу ґрунту та виявлення дефектів рельєфу [34].

Можна сміливо допустити що майбутні БПЛА трьох підприємств будуть схожими на сьогодні варіанти від «DEF-C» це Observer-S (рис.2.5) та від «DJI» Agras T30 (рис. 2.6).

Перший – дуже ефективний у спостереженні за станом ґрунту, аналізом схожості культур і визначенні уражених ділянок (шкідниками, бур'янами або хворобами).

Другий – ефективний у сільському господарстві з технологією ультрамалооб'ємного обприскування. На сьогодні це флагман на ринку агродронів.

Вискористовуючи технології та різний спектр галузей від компаній партнерів «DEF-C» та «DJI» та великий досвід у виробництві від ПП «Секрет-Сервіс», новий аналог БПЛА буде щось новим на українському ринку та однозначно конкурентноспроможним.



Рис. 2.5 БПЛА Observer-S

Його характеристики:

- Зліт: Зліт – запуск «з руки» та з катапульти, зліт та набір висоти здійснюється в автоматичному режимі, можливий зліт з шасі на рівній поверхні (управління оператором)
- Тривалість польоту: 90-300 хвилин, залежно від навантаження та комплектації
- Віддаленість від базової точки: 25-30 км
- Корисне навантаження: 1 – 1,5 кг
- Довжина: 1650 мм
- Тягооснащеність: 1
- Канал даних: Цифровий канал несучої частоти 917-928 МГц, використовується ППРЧ
- Система управління: Комплексна система автоматичного пілотування із GPS.
- Посадка: Парашутна посадка з використанням витяжного та основного парашута (автоматично) на амортизаційну подушку
- Дальність маршруту: 75-100 км, залежно від навантаження та комплектації
- Дальність каналу даних: 25-30 км
- Злітна вага: 5,5 – 6,5 кг
- Розмах крил: 3400 мм
- Аеродинаміка: 20
- Відеоканал: Високочастотний AV канал
- Силова установка: Безколекторний синхронний електродвигун [35].



Рис. 2.6 Дрон обприскувач DJI Agras T30

Його характеристики:

- Орієнтовна швидкість обробки ділянки – 16 Га/год.
- Максимальний час польоту – 25хв
- Розмір краплі – 130-250 мкн
- Максимальна швидкість – 10м/с
- Можливість одночасного керування одним пультом до 3 дронів. Опір вітру 8 м/с.
- Система адаптації до нахилу поля (до 35 °).
- Швидкість розпилення – 7.2 л/хв (з форсунками XR11001), 8 л/хв (з додатковими форсунками XR110015)
- Технологія D-RTK для сантиметрового позиціонування
- Максимальна злітна вага на рівні моря – 78 кг, максимальна висота – 4500 м

- Точність позиціонування ± 10 см з D-RTK, ± 0.6 м (по горизонталі) та ± 0.3 м (по вертикалі) без D-RTK
- Двостороннє підсвічування для FPV (13.2 люкс, до 5 м)
- Об'єм бака розприскувача – 30 л (з вагою до 30 кг)
- Кількість форсунок - 16, максимальна ширина ефективного розпилення 4-9 м (при 12 форсунках)
- Насос із потужністю потоку 4 л/хв
- Система розпилення твердих частинок: завантаження до 35 кг, розмір 0.5–5 мм [36].

Висновки до другого розділу

У другому розділі було проведено аналіз ПП «Секрет-Сервіс», досліджено сферу діяльності підприємства, його фінансову-виробничу діяльність, проаналізовано фінансове становище та розглянуто перспективи підприємства у майбутньому у тому числі майбутня співпраця по виробництву БПЛА з компаніями «DEF-C» та «DJI» в сфері сільського господарства.

Фінансові показники вказують на те що особливої уваги потребує зростання кредиторської заборгованості за товари, роботи та послуги, оскільки це може вказувати на можливі проблеми з ліквідністю або недостатні обігові кошти. Така ситуація може свідчити про затримки в розрахунках із постачальниками чи нестабільність у фінансових потоках. У цілому частина показників виглядає краще ніж у минулому році.

Слід приділити увагу амбіційним проектам та майбутній співпраці з компаніями «DEF-C» та «DJI». Це дасть новий поштовх для розвитку підприємства, розширить область виконання завдань у сільськогосподарській галузі, що принесе за собою дохід та укріпить позиції на українському та європейському ринку по виробництву БПЛА в сфері сільського господарства.

РОЗДІЛ 3.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТАХ

3.1 Перспективи розширення сфери безпечного застосування БПЛА у сільському господарстві

За даними ООН, Україна сьогодні входить до числа країн із найбільшим рівнем замінованості у світі. Близько 30% її території, що охоплює майже 174 тисячі кв. км разом з морськими акваторіями, потенційно забруднені вибухонебезпечними предметами через тривалі бойові дії. З цієї площі понад 67 тисяч кв. км є фактично забрудненими мінами та нерозірваними боєприпасами. У районах, наближених до небезпечних зон, проживає близько 5 мільйонів людей.

Експерти словацького аналітичного центру GLOBSEC підраховали, що на розмінування всієї забрудненої території України за нинішніх темпів може піти 757 років. Один сапер здатний за день очистити лише 15-25 кв. м залежно від рельєфу та щільності замінування. Оскільки бойові дії тривають, цей строк постійно зростає. Фахівці зазначають, що "один день бойових дій означає місяць розмінування" [37].

Крім загрози життю, замінованість територій створює серйозні перешкоди для функціонування важливої інфраструктури, зокрема об'єктів електро-, водо-, газо- і теплопостачання, а також ускладнює роботу транспорту. Особливо страждають підприємства аграрного сектора, оскільки наразі заміновано приблизно 470 тисяч гектарів сільськогосподарських угідь, що унеможлиблює їх використання.

За підрахунками KSE Agrocenrer при Київській школі економіки, втрати українського аграрного сектора від повномасштабної війни склали щонайменше 40,2 мільярда доларів США. З цієї суми 31,5 мільярда припадає на зниження обсягів виробництва рослинницької та тваринницької продукції, логістичні труднощі та інші виробничі втрати.

Для відновлення аграрного сектору необхідно щонайменше 29,7 мільярда доларів. Як один із провідних виробників сільськогосподарської продукції у світі, Україна відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки. ООН попереджає, що через війну загроза голоду та бідності нависла над 1,7 мільярда людей у світі [37].

Забезпечити безпеку життя, відновити бізнес-активність та сприяти доступу аграріїв до посівних земель допоможе прискорення гуманітарного розмінування. Чим швидше будуть очищені від мін сільськогосподарські угіддя, тим швидше відбудеться економічне відновлення та буде гарантована продовольча безпека не лише для України, але й для інших країн. Одним із ключових завдань для українських та іноземних технологічних компаній стає пошук інноваційних рішень у сфері гуманітарного розмінування. Ось чому важливо розглянути роль безпілотних технологій у цьому процесі.

Технології розмінування:

БПЛА широко застосовуються для розмінування, зокрема на етапі початкового обстеження територій. Вони використовуються для моніторингу та виявлення ВВП з повітря, перш ніж розпочнуть роботу сапери. Звичайний дрон може за одну годину охопити приблизно 5 кв. км та отримати зображення з високою роздільною здатністю до 5 см/піксель [37].

БПЛА допомагають виявляти й ідентифікувати небезпечні предмети, що дозволяє суттєво прискорити процес перевірки та підвищити безпеку команд розмінування. Зображення, отримані за допомогою дронів, дозволяють оцінювати рівень забруднення територій та створювати точні карти мінних полів. Аналіз цих даних допомагає визначати зони з меншим рівнем загрози, що підлягають першочерговому розмінуванню, забезпечуючи швидше відновлення оброблюваних площ.



Рис. 3.1 Дані місцевості отримані за допомогою БПЛА

Однією з головних перешкод у гуманітарному розмінуванні є проблема виявлення вибухонебезпечних об'єктів, що залишаються невидимими для звичайних засобів спостереження. Міни та нерозірвані боєприпаси, приховані під землею або густою рослинністю, не можна розпізнати за допомогою стандартних цифрових камер на безпілотноїках. Для цього потрібні додаткові датчики, зокрема мультиспектральні й тепловізійні камери, LiDAR, георадари та магнітометри.

Тепловізійні камери виявляють різницю температур між об'єктом і навколишнім середовищем завдяки спеціальним сенсорам. Оскільки металеві предмети віддають тепло швидше, ніж ґрунт, тепловізори можуть фіксувати їхню температуру протягом доби, що дозволяє виявляти замасковані об'єкти, які нагріваються вдень [37].

Мультиспектральні камери складаються з декількох сенсорів, один з яких працює в звичайному видимому діапазоні, а інші — в різних діапазонах розширеного спектру. Вони дозволяють створювати зображення, які показують відмінності в щільності ґрунтів, температурі поверхні, рослинному покриві тощо, і таким чином виявляти потенційно небезпечні зони. Завдяки системам точного позиціонування можна дуже точно визначати місця забруднення мінами та іншими вибуховими предметами.

LiDAR (Light Detection and Ranging) використовує лазерні імпульси для сканування земної поверхні й створення тривимірних моделей. Це дозволяє виявляти об'єкти, які не природно вписуються в ландшафт, а також точно

вимірювати відстань до них. Зокрема, LiDAR, встановлений на безпілотноках, ефективний для розмінування густих лісових ділянок, які зараз охоплюють щонайменше 171 тисячу гектарів [37].

Георадари застосовують електромагнітні хвилі для виявлення неоднорідностей у ґрунті, що дозволяє розпізнавати підземні об'єкти і визначати їх розташування. Цей метод дає змогу знайти предмети як з металевим, так і з неметалевим корпусом, наприклад, так звані "міни-метелики".

Магнітометри, які фіксують зміни в магнітному полі Землі, викликані наявністю металевих предметів, здатні розпізнавати міни та інші сторонні об'єкти. При встановленні на БПЛА ці пристрої дозволяють виявляти металеві об'єкти вагою від 200 грамів, як на поверхні, так і на глибині до 2 метрів, завдяки їхній високій чутливості [37].



Рис. 3.2 Магніометр, встановлений на «маятникову систему» БПЛА

Магнітометри стали однією з найперспективніших технологій сьогодення. Встановлені на БПЛА, вони забезпечують швидкий огляд територій, дозволяючи

виявляти металеві об'єкти як на поверхні, так і в верхніх шарах ґрунту. Це особливо важливо, враховуючи, що більшість мін виготовлені з металу, тому використання магнітометрів доцільне як для розмінування деокупованих територій, так і під час активних бойових дій. Зокрема, це стосується протитанкових мін, які завдяки таким сенсорам можна виявити для подальшого розмінування або обходу.

Нетехнічне обстеження за допомогою БПЛА передбачає три етапи:

1. Створення карти кратерів і траншей: З допомогою БПЛА збираються дані про руйнування, які дозволяють створити карту кратерів і траншей, визначаючи пріоритетні ділянки для розмінування залежно від рівня забруднення вибухонебезпечними об'єктами.

2. Візуальна інспекція мін: Оснащені високоточними камерами або мультиспектральними сенсорами, дрони проводять візуальний огляд території, збираючи зображення мін та інших вибухонебезпечних предметів. Ці дані дозволяють створити базу, що спрощує подальше виявлення схожих об'єктів з використанням цифрових технологій і зменшує час обробки даних.

3. Ідентифікація підповерхневих об'єктів: Використання сенсорів комп'ютерного бачення на БПЛА допомагає шукати й ідентифікувати об'єкти, що знаходяться під поверхнею. Проблема полягає в тому, що жоден сенсор не може виявити всі види вибухонебезпечних предметів, тому обліт території часто необхідно повторювати з іншим обладнанням [37].

Розв'язати цю проблему може розробка універсальної безпілотної платформи, яка здатна працювати з різними типами сенсорів одночасно, збираючи дані про різні види мін і вибухонебезпечних предметів. Інженери R&D-відділу компанії Culver Aviation вже працюють над створенням такої платформи та вивченням ефективної взаємодії різних датчиків для прискорення процесу розмінування.

МП-1 Spectator:

На широкий загал було презентовано безпілотний авіаційний комплекс МП-1 Spectator (рис.3.3), вироблений підприємством «Меридіан» ім. С.П. Корольова. Цей комплекс складається з трьох літальних апаратів і станції управління. МП-1 Spectator не потребує спеціально підготовлених майданчиків або додаткового обладнання для запуску — він може стартувати навіть з рук [38].

Апарат можна обладнати різними видами камер, включаючи денні/нічні з 10-кратним збільшенням, тепловізійні та мультиспектральні камери, або ж високоякісні фотокамери та датчики для моніторингу радіаційного фону [39].



Рис. 3.3 БПЛА МП-1 Spectator

Також «Меридіан» виробляє версію дрона Spectator, адаптовану для сільськогосподарських завдань. Ця модифікація здатна виконувати мультиспектральне сканування, що дозволяє охопити великі площі полів з повітря. За даними виробника, аграрний варіант БпЛА може створювати електронні карти поверхні та виконувати зйомку площ до 500 гектарів за один політ, що значно полегшує обробку сільськогосподарських угідь. Картографічні можливості дрона зображені на рис. 3.4 [40].

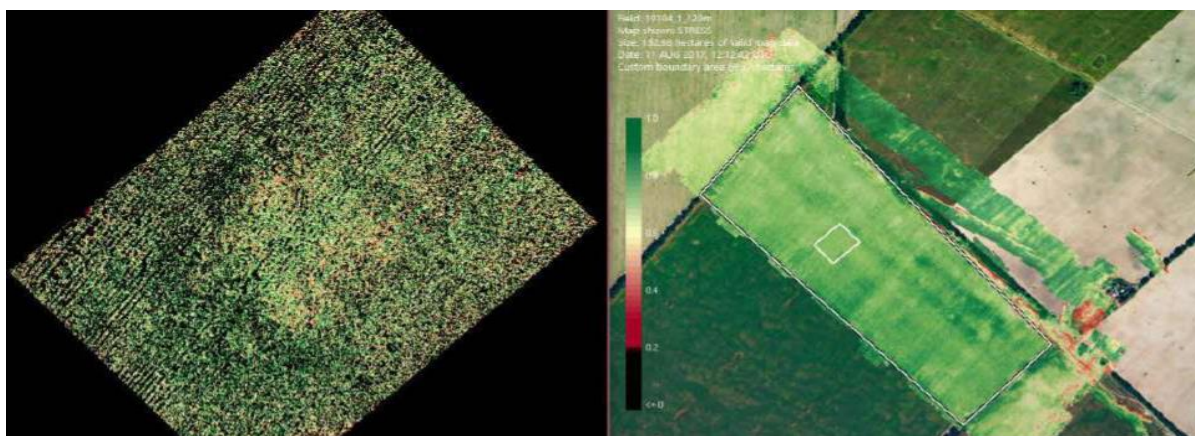


Рис. 3.4 Приклад картографічних можливостей БПАК "Spectator-M1"
сільськогосподарського призначення

3.2 Розрахунок собівартості льотної години при виконанні сільськогосподарських робіт агродрон Agricultural Multicopter DJI Agras T30

Таблиця 3.1

Основні льотно–технічні показники БПС DJI T30

Покриття за виліт	16 Га
Перед польотна підготовка:	30 хв
Максимально допустима швидкість вітру:	8м/хв
Максимальний час польоту:	25 хв
Запуск:	Шасі
Посадка:	Шасі
Модель розпилювачів:	Автомайзери що обертаються
Кількість пілотів :	2
Маса:	26.4 кг (без батарей)
Максимальна швидкість:	10 м/с
Об'єм:	30 л
Розмір краплі:	130-250 мкн
Продуктивність :	16 га/год

Застосування БПЛА обчислюється за формулою (3.1).

$$ЗП = ЗП_1 + ЗП_2 + ЗП_{від}, \quad (3.1)$$

де $ЗП_1$ – заробітна плата 1-го працівника, грн.;
 $ЗП_2$ – заробітна плата 2-го працівника, грн.;

Наземна команда обслуговування складається з двох фахівців: пілота та оператора навантаження.

$$ЗП = 23 + 20 + 21 = 64 \text{ USD}$$

Виплата на відрядження розраховується за формулою (3.2):

$$ЗП_{від} = n \cdot N \cdot 17\$/К, \quad (3.2)$$

де n – кількість членів екіпажу;

N – очікувана кількість днів у році, протягом яких здійснюються витрати на відрядження;

17 \$ – ставка відряджувальних виплат на одну особу;

$К$ – загальна кількість годин польоту для виконання авіаційних завдань за рік.

$$ЗП_{від} = 2 \cdot 365 \cdot 17 / 600 = 21 \text{ USD}$$

Розрахунок єдиного соціального внеску із заробітної плати здійснюється за формулою (3.3):

$$B = ЗП \cdot 0.22 \quad (3.3)$$

Вона нараховується з 22% від заробітної плати

$$B = 64 \cdot 0.22 = 14,08 \text{ USD}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань виконаємо за формулою (3.4):

$$A = (0,03 \cdot B_{nc}) / T_r, \quad (3.4)$$

де A — річна сума амортизаційних відрахувань;

T_r — річний наліт годин;

0,03 (3%) — ставка амортизації.

B_{nc} - вартість БПЛА.

$$A = 0.03 \cdot 640000 / 600 = 32 \text{ USD}$$

Амортизаційні відрахування за одну годину польоту розраховуються за формулою (3.5):

$$A_{год} = A / 576 \quad (3.5)$$

$$A_{год} = 32 / 576 = 0.05$$

Де $A_{год}$ - Амортизаційні відрахування за одну годину

Прямі матеріальні витрати включають витрати на ПММ та інші ресурси, що використовуються для надання послуг та проведення операцій із підготовки рухомого складу. Також до складу цих витрат входять ПММ, використані для допоміжних, навчально-тренувальних та невиробничих польотів. Обчислення цих витрат передбачає визначення витрат ПММ на одну льотну годину, враховуючи коефіцієнт невиробничих витрат палива, технічні характеристики ПС і вартість ПММ.

$$E_{заг} = E_{пмм} + E_{нск} \quad (3.6)$$

Так як використовується заряд акумулятора це значення ми не беремо

$$S_{пмм} = (1 + K_{нвр}) \times g \times C_{пмм}, \quad (3.7)$$

де $S_{\text{пмм}}$ — прями матеріальні витрати, USD/год;
 g — витрати палива на годину польоту, кг/год;
 $K_{\text{нвр}}$ — коефіцієнт невиробничих витрат палива (5%);
 $C_{\text{пмм}}$ — вартість палива, USD.

Так як використовується заряд акумулятора це значення ми не беремо

Далі визначаємо дохід і рентабельність, щоб розрахувати вартість години польоту. Крім того, до загальних витрат на виробництво додається 20% від суми цих витрат:

$$ЗВВ = (ЗП + B + A_{\text{год}} + S_{\text{пмм}}) \cdot 20\% \quad (3.8)$$

$$ЗВВ = (64 + 14,08 + 0,05) \cdot 0.2 = 15,63 \text{ USD}$$

Отже, собівартість 1 льотної години БПС розрахуємо за формулою:

$$S_{\text{лг}} = ЗП + B + A_{\text{год}} + S_{\text{пмм}} + ЗВВ \quad (3.9)$$

Оскільки передбачається оренда безпілотного літального апарата DJI T30, його орендна плата також включається у собівартість льотної години.

$$C_{\text{лг}} = 64 + 14,08 + 0,05 + 15,63 = 93,76 \text{ USD}$$

Оренда БПС типу DJI T30 – коштує 20 дол. за 1 льотну годину, отже:

$$S_{\text{лг}} = 93,76 + 20 = 113,76 \text{ USD}$$

Тепер обчислимо вартість льотної години дрона :

Вартість години польоту без ПДВ з урахуванням запланованого коефіцієнта рентабельності обчислюється за формулою (3.10):

$$B_{лг} = (S_{лг} \cdot k_p) + S_{лг} \quad (3.10)$$

$$B_{лг} = (113,76 \cdot 0.15) + 120 = 130,8 \text{ USD}$$

Вартість льотної години з урахуванням ПДВ для для БПС складатиме:

$$B_{лг} = (130,8 \cdot 0.2 \cdot \text{ПДВ}) + 130,8 = 156 \text{ USD}$$

Головною перевагою безпілотних літальних апаратів є мінімізація ризику для життя та здоров'я пілотів, що суттєво знижує витрати на експлуатацію. Завдяки цьому БПЛА можуть виконувати маневри з перевантаженнями, що перевищують можливості людини, а також забезпечують триваліші та дальші польоти через відсутність фактору втоми екіпажу. До того ж, БПЛА мають набагато нижчу витрату палива, що робить кожну годину польоту значно дешевшою порівняно з пілотованими літаками.

Таблиця 3.5

Представлені показники ефективності DJI T30

Статті витрат	Витрати на 1 льотну годину, дол.
Собівартість льотної години, $S_{лг}$	113,76
Авіаційне паливо	аккумулятор
Відрахування Єдиного соціального внеску до Пенсійного фонду	14,08
Всього витрат	127,84
Ціна льотної години, без ПДВ	130,8
ПДВ 20 %	25,2
Ціна 1 льотної години з ПДВ	156

Річний економічний ефект від виконання завдання з авіаційних робіт формула (3.11):

$$P_{ек} = (K \cdot B_{лг}) - (K \cdot C_{лг}), \quad (3.11)$$

де $P_{ек}$ - річний економічний ефект; дол.Застосування БПЛА при

K - наліт , годинах;

$B_{лг}$ - вартість льотної години, дол;

$C_{лг}$ - собівартість льотної години.

$$P_{ек} = (600 \cdot 156) - (600 \cdot 113,76) = 93600 - 68256 = 25344 \text{ USD}$$

Отже, річний економічний ефект становить прибуток у розмірі 25 344 доларів, що є досить значним показником для експлуатації лише одного апарату.

3.3 Розрахунок собівартості льотної години при виконанні сільськогосподарських робіт літаком АН-2СХ

Amortization – амортизаційні нарахування на оновлення планера та двигунів ПС. Для АН-2СХ амортизацію приймаємо на рівні 10% від початкової вартості ПС. Плановий річний наліт становить $T_p=600$ годин, початкова вартість ПС – 280 000 доларів.

$$A = 0,1 \times V_{пс} \div T_p, \quad (3.12)$$

де $V_{пс}$ – початкова вартість ПС, дол.; T_p – річний наліт годин.

$$A = 0,1 \times 280000 \div 600 = 46,6 \text{ USD}$$

Crew – потреба в персоналі та витрати на зарплату льотного і технічного персоналу розраховуються за формулою (3.13). Відрядні витрати на одну годину нальоту обчислюються так:

$$C = (n \times N \times R \div T_p) + R_{з.п.}, \quad (3.13)$$

де n – кількість членів екіпажу; N – кількість днів у році, на які розраховані відрядження; R – ставка відрядних витрат на одну особу; $R_{з.п.}$ – витрати на оплату праці льотного складу. За умовами задачі $n=3$, $N=145$, $R = 25\$$, $R_{з.п.} = 140\$$, отже:

$$C = (3 \times 145 \text{ діб} \times 25\$ \div 600 \text{ год}) + 140\$ = 158,2 \text{ USD}$$

Maintenance – витрати на технічне обслуговування ПС, розраховані на одну льотну годину.

$$M = A \div 3, \quad (3.14)$$

$$M = 46,6 \div 3 = 15,6 \text{ USD/ год}$$

Insurance – загальна вартість страхових виплат на одну льотну годину, що визначається за формулою (3.15). Сума страхових платежів складає 1% від початкової вартості ПС.

$$I = R_s \times B_{пв} \div T_p, \quad (3.15)$$

де R_s – розмір страхових платежів

$$I = 0,01 \times 280000\$ \div 600 \text{ год} = 4,6 \text{ дол/год}$$

Таким чином, вартість однієї льотної години з АСМІ є наступною:

$$S_{лг}^{АСМІ} = A + C + M + I, \quad (3.16)$$

$$S_{лг}^{АСМІ} = 46,6 + 158,2 + 15,6 + 4,6 = 225 \text{ USD/год}$$

Окрім показника собівартості, розрахованого за методикою АСМІ, при визначенні собівартості обсягу робіт для вертольота АН-2СХ слід врахувати такі параметри:

1. Авіаційне паливо

За умови, що ціна авіаційного палива становить 1500 доларів за тонну, визначимо вартість палива для цього типу повітряного судна за формулою:

$$C_{\text{пал}} = C_{\text{п.кг}} Q, \quad (3.17)$$

де $C_{\text{п.кг}}$ – ціна палива за 1 кг Q – годинна витрата палива (200л/год)

$$C_{\text{пал}} = 1500 \times 0,2 = 300 \text{ USD/год}$$

2. Відрахування до пенсійного фонду

Також, враховуючи, що фонд оплати праці екіпажу на одну льотну годину для АН-2СХ складає 158,2 долара на годину, а відрахування до ПФУ становлять 22%, загальні витрати на виплату цих внесків дорівнюють:

$$C_{\text{ЕСВ}} = C \times 0,22, \quad (3.18)$$

$$C_{\text{ЕСВ}} = 158,2 \times 0,22 = 34,8 \text{ дол/год}$$

Розрахунок собівартості та вартості льотної години для вертольота АН-2СХ наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Собівартість та вартість льотної години вертольоту АН-2СХ

Статті витрат	Витрати на 1 льотну годину, USD.
Собівартість льотної години, $S_{\text{лг}}$	225
Авіаційне паливо	300
Відрахування Єдиного соціального внеску до Пенсійного фонду	34,8
Всього витрат	560
Рентабельність, 15%	84
Ціна льотної години, без ПДВ	644
ПДВ 20 %	128,8
Ціна 1 льотної години з ПДВ	773

Визначимо рентабельність АН-2СХ за одну годину виконання робіт як добуток собівартості льотної години з урахуванням усіх витрат та коефіцієнта рентабельності, що становить 15% формула (3.19).

$$R = S_{\text{лг}} \times 15\%, \quad (3.19)$$

$$R = 560 \times 15\% = 84 \text{ USD}$$

Розрахуємо вартість однієї льотної години з ПДВ за формулою (3.20), де податкова ставка становить 20%.

$$V_{лг2} = V_{лг1} \times 120\% , \quad (3.20)$$
$$V_{лг2} = 644 \times 1,2 = 773 \text{ USD}$$

Висновки до третього розділу

В умовах скорочення збору врожаю в Україні через окупацію територій і військові дії стає надзвичайно важливим зберегти кожен вирощений ресурс. Агродрони можуть суттєво допомогти аграріям у цьому, адже здатні оперативно обробляти рослини та оцінювати стан полів, що дозволяє звести втрати до мінімуму. Швидка й точна робота таких безпілотників сприяє збереженню врожаю, забезпечуючи необхідну підтримку сільському господарству в критичних умовах.

Також застосування додаткового обладнання на дронах таких як магнітометри, допоможе швидко та ефективно виконувати розмінування земельних угідь для їх подальшого використання аграріями.

По результатам розрахунків собівартості льотної години можна зазначити що використанні дронів буде економічно ефективнішим за використання традиційних методів які є більше застарілими та потребують більше фінансових ресурсів.

ВИСНОВКИ

Метою даної дипломної роботи було обґрунтування ефективності застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні сільськогосподарських робіт, аналіз ПП «Секрет-Сервіс», перспекви його розвитку майбутня співпраця з провідними компаніями по виробництву сільськогосподарських БПЛА, а також розгляд проектних пропозицій по ефективності застосування БПЛА.

У цій роботі багато уваги приділено ефективності безпілотних літальним апаратам, а саме спектру їх застосування в Україні, їх сильним та слабким сторонам, можливостям та загрозам. Також детально розглянуто переваги БПЛА перед іншими методами обробки полів такими як наземна та авіаційна техніка. Описується виконання ультрамалооб'ємного обприскування та які проблеми вирішує цей метод обробки.

Дуже важливо знати, розуміти та дотримуватися сучасних вимог по застосування БПЛА, їх конструкторські характеристики, властивості.

Дивлячись на ПП «Секрет-Сервіс», можна сказати, що було досліджено та проаналізовано сферу діяльності підприємства, його фінансово-виробничі показники. Фінансові дані свідчать, що зростання кредиторської заборгованості за товари, роботи та послуги вимагає особливої уваги, адже це може сигналізувати про потенційні труднощі з ліквідністю чи нестачу обігових коштів. Такий стан справ може вказувати на затримки у платежах постачальникам або нерівномірність фінансових надходжень. Водночас, низка показників демонструє кращі результати у порівнянні з попереднім роком.

Розглянуто перспективи підприємства у майбутньому по виробництву сумісних БПЛА з іншими провідними українськими компаніями в області сільського господарства. Саме цій частині роботи варто приділити увагу бо це відкриває нові перспективи для розвитку компанії, дозволить розширити сфери діяльності в аграрному секторі, що сприятиме збільшенню прибутків і зміцнить

позиції на українському та європейському ринках у виробництві безпілотників для потреб сільського господарства.

Результати розрахунків собівартості льотної години свідчать, що застосування дронів є більш економічно вигідним, ніж використання традиційних методів, які часто є застарілими та потребують значних фінансових витрат.

Таким чином, можна з упевненістю сказати, що впровадження БПЛА у сільському господарстві є одним із ефективніших методів по їх використанню. Це все підтверджується розрахунками, а також їх спектром функцій та можливостей таких як контролювання стану ґрунту, якість виконання посівних і обробних робіт, прогнозування врожайності, а також захист полів від комах. У післявоєнний час, дрони будуть найефективнішим та безпечнішим методом по розмінуванню аграрних територій.

Всі вище наведені функції БПЛА можуть виконуватись при невисоких фінансових витратах в порівнянні з іншою технікою, що тільки підтверджує їх ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков І. М. Високоточна зброя: перспективи розвитку та боротьби з нею. [Електронний ресурс] / І.М. Биков / Режим доступу: <http://www.otechestvo.org.ua/main/20089/0213.htm>.
2. Алексеев В. Безпілотні літальні апарати - на службу армії та народного господарства. [Електронний ресурс] / Алексеев В. // Голос України. – 12.06.2009 – № 107. – Режим доступу: <http://www.golos.com.ua/Article.aspx?id=136248>
3. Аналіз експериментальних робіт з створення великомасштабних планів сільських населених пунктів. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, випуск II (28), 2014 застосуванні БПЛА / Галецький В., Глотов В., Колесніченко В. [та інші] // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2012. – № 76. – С.85–93.
4. Галушко С. Безпілотні літальні апарати кардинально змінять вигляд авіації майбутнього [Електронний ресурс] / Галушко С. // Авиапанорама – 2005. – № 4. – Режим доступу: http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005_4/bpla.html
5. XAG Delivered the largest Drone Fleet for Agriculture in Ukraine. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.suasnews.com/2022/02/xag-delivered-the-largest-drone-fleet-for-agriculture-in-ukraine/>
6. THE WAR HAS SLOWED DOWN THE DEVELOPMENT OF THE LATEST TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://war.ukraine.ua/food-security/farmers-stories/farming-has-never-been-such-a-super-heroic-job-5/>
7. M. C. Hunter, R. G. Smith, M. E. Schipanski, L. W. Atwood, and D. A. Mortensen, “Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainable intensification,” *Bioscience*, vol. 67, no. 4, pp. 386–391, 2017.
8. C. Ju and H. I. Son, “Discrete event systems based modeling for agricultural multiple unmanned aerial vehicles: Automata theory approach,” in 2018 18th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS). IEEE, 2018, pp. 258–260.

9. N. Muchiri and S. Kimathi, "A review of applications and potential applications of uav," in Proceedings of Sustainable Research and Innovation Conference, 2016, pp. 280–283.
10. W. J. Kim and J.-H. Kang, "Toa-based localization algorithm for mitigating positioning error in nlos channel," Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, vol. 24, no. 11, pp. 1043–1047, 2018.
11. U. R. Mogili and B. Deepak, "Review on application of drone systems in precision agriculture," Procedia computer science, vol. 133, pp. 502–509, 2018.
12. N. Pappageorge, "The ag tech market map: 100+ startups powering the future of farming and agribusiness," CB Insights, Tech. Rep., 2017.
13. L. Brief, "Growth opportunity in global uav market," Las Colinas, USA, 2011.
14. M. Mazur, A. Wisniewski, and J. McMillan, "Clarity from above: Pwc global report on the commercial applications of drone technology," Warsaw: Drone Powered Solutions, PriceWater house Coopers, 2016.
15. S. Von Bueren, A. Burkart, A. Hueni, U. Rascher, M. Tuohy, and I. Yule, "Deploying four optical uav-based sensors over grassland: challenges and limitations," Biogeosciences, vol. 12, no. 1, pp. 163–175, 2015.
16. E. Torun, "Uav requirements and design consideration," Turkish Land Forces Command Ankara (Turkey), Tech. Rep., 2000.
17. Авіація у сільському господарстві: Історія, техніка, технологія та економіка. / В.В. Агарков, А.Г. Дібір, В.П. Копичко [и др.]; під ред. В.П. Копичко. – Х.: ТАЛ «Слобожанщина», 2002. – 403с.
18. Авіаційно-хімічні роботи у сільському господарстві / І. П. Вишенков, Л. Д. Лавров, М. А. Матвеев та ін.. – Під ред. В. А. Назарова і І. В. Сазонова – 1961. – 456 с.
19. Сільськогосподарська авіація України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/silskogospodarska-aviaciya-ukrayini>
20. Використання дронів у сільському господарстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dronecenter.ua/review-of-the-dji-phantom-4-pro-quadcopter>

21. Використання дронів у сільському господарстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://flytechnology.ua/dron-v-silhoz>
22. Агробізнес та геодезія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dronecenter.ua/agro-biznes>
23. Вимоги до сучасного дрону для сільського господарства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kas32.com/ua/post/view/553?srsId=AfmBOopVntxVECy-qQC589ceayleCWXPn_s84ZsbC-n57EK_2etUMAbW
24. Порядок використання цивільних повітряних дронів (безпілотників). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA_%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2_\(%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2\)](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA_%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2_(%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2))
25. Офіційний сайт приватного підприємства «Секрет-Сервіс» . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://secret-service.com.ua/pages/sayt/o_kompanii
26. ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО «СЕКРЕТ-СЕРВІС». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/22861487>
27. Організаційна структура підприємства: типи та схема управління підприємством. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/ehmyb>
28. Повітряна куля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F.html

29. "Горобець" біплан, суцільнометалевий. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wing.com.ua/content/view/33/71/>
30. Fieseler Fi 156 Storch. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Fieseler_Fi_156_Storch
31. Організація виробництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/njcft>
32. Фінансова діяльність підприємства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/njark>
33. Фінансова звітність ПП «Секрет-Сервіс» за 2023 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://clarity-project.info/edr/22861487/finances?current_year=2023#google_vignette
34. Сільське господарство. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://def-c.com/ua/industries/poslugi-droniv-dlya-silskogo-gospodarstva/>
35. Характеристики БПЛА OBSERVER-S. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://def-c.com/ua/kupiti-bpla/>
36. Характеристики БПЛА DJI Agras T30. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ek.ua/ua/DJI-AGRAS-T30.htm>
37. День бойових дій — місяць розмінування: як БПЛА прискорюють очищення територій від вибухонебезпечних залишків війни. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://culver.aero/uk/news/dien-boiovikh-dii-misiats-rozminuvannia>
38. Туранський М.О., Пулим О.В., Корольова О. В. Історія розвитку та застосування розвідувальних і розвідувально-ударних безпілотних комплексів у збройних конфліктах сучасності / М.О. Туранський // Військово-науковий вісник. - 2021. - № 35. - С. 252–267.
39. Безпілотний авіаційний комплекс МП-1 Spectator. Ukrainian Military Pages. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrmilitary.com/2016/05/bpak-mp-1--spectator.html>
40. Христофоров В. «Антонов» за власною ініціативою створює ударний БПЛА «Горлиця-2». Національний Промисловий Портал. [Електронний ресурс].

– Режим доступу: <https://uprom.info/news/avia/antonov-za-vlasnoyu-inicziatyvoyu-stvoryuye-udarnyj-bpla-gorlyczya-2>

41. Сільськогосподарські дрони: майбутнє аграрної індустрії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrovsesvit.com/silskogospodarski-droni-maibutnye-agrarnoyi-industriyi/>

42. Застосування БПЛА. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zigzagsolutions.com.ua/silske-hospodarstvo/>

43. Як змінюється ринок агродронів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aggeek.net/ru-blog/yak-zminuyetsya-rinok-agrodroniv>