

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра організації авіаційних перевезень

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ / Шевчук Д.О. /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ  
«МАГІСТР»

Тема: \_\_\_\_\_ «Прогнозування ефективності безпілотної авіації в галузях  
\_\_\_\_\_ господарства»

Виконавець: \_\_\_\_\_ Кліщ Олександра Олегівна \_\_\_\_\_

Керівник: \_\_\_\_\_ Дерев'янка Тамара Антонівна \_\_\_\_\_

Консультант: \_\_\_\_\_ Дерев'янка Тамара Антонівна \_\_\_\_\_

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ Дерев'янка Тамара Антонівна \_\_\_\_\_

Київ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту, менеджменту і логістики

Кафедра організації авіаційних перевезень

Спеціальність 275 «Транспортні технології»

Спеціалізація: на повітряному транспорті

Освітньо-професійна програма «Організація перевезень і управління на транспорті (повітряному)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/Шевчук Д.О./

«25» вересня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання дипломної роботи (проекту)**

Кліщ Олександрі Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи (проекту) «Прогнозування ефективності безпілотної авіації в галузях господарства»

затверджена наказом ректора від «16» жовтня 2020р. № 2026 /ст \_\_\_\_\_

2. Термін виконання роботи (проекту): з «05» жовтня 2020 р. по «13» грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту): виробничі та фінансово-економічні показники діяльності ТОВ «Промінь», функціональне застосування M8A PRO, A-20CX, Yamaha Fazer RG2, AGRAS MG-1S, літературні джерела, науково-популярні видання, інтернет-ресурси.

4. Зміст пояснювальної записки: аналіз виробничо-фінансових показників діяльності ТОВ «Промінь», статистична інформація по показникам роботи БЛА та ПС; розробка сучасних проектних пропозицій щодо ефективності застосування безпілотних повітряних суден на прикладі сільськогосподарської галузі.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: аналіз економічних показників ТОВ «Промінь, вартість льотної години, продуктивність, амортизаційні відрахування і технічне обслуговування на БПЛА та ПС, питома частка затрат у собівартості робочої години БПЛА та ПС.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Збір та вивчення літературних джерел щодо теоретичних основ та видів безпілотної авіації	05.10.20 – 11.10.20	виконано
2.	Написання та оформлення теоретичної частини дипломної роботи	12.10.20 – 18.10.20	виконано
3.	Дослідження теоретичних положень забезпечення нормативно-правового регулювання застосування БПЛА в Україні	19.10.20 – 25.10.20	виконано
4.	Збір та аналіз статистичних даних щодо виробничо-фінансової діяльності ТОВ «Промінь»	26.10.20 – 01.11.20	виконано
5.	Написання та оформлення аналітичної частини дипломної роботи	02.11.20 – 08.11.20	виконано
6.	Розробка проектних пропозицій щодо підвищення функціонального застосування M8A PRO, Аеропракт-20СГ, Yamaha Fazer RG2, AGRAS MG-1S при агрохімічних роботах.	09.11.20 – 22.11.20	виконано
7.	Написання та оформлення проектної частини дипломної роботи	23.11.20 – 29.11.20	виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки та підготовка презентації до захисту	30.11.20 – 07.12.20	виконано

## 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Теоретична частина	Дерев'яно Т.А.	05.10.20	19.10.20
2. Аналітична частина	Дерев'яно Т.А.	19.10.20	09.11.20
3. Проектна частина	Дерев'яно Т.А.	09.11.20	07.12.20

8. Дата видачі завдання: 25 вересня 2020 року.

Керівник дипломної роботи (проекту) \_\_\_\_\_ /Дерев'янку Т.А./  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ /Кліщ О.О./  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: *«Прогнозування ефективності безпілотної авіації в галузях господарства»*: 120 сторінок, 16 рисунків, 17 таблиць, 67 використаних джерел, 1 додаток.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, БЕЗПЛОТНИЙ ЛІТАЛЬНИЙ АПАРАТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, СОБІВАРТІСТЬ.

Об'єктом дослідження є діяльність ТОВ «Промінь» в сільськогосподарській галузі.

Предметом дослідження є особливості функціонування та застосування безпілотної авіації з точки зору оцінки її ефективності в аграрній галузі.

Мета дипломної роботи – дослідження напрямків стратегічного використання безпілотної авіації.

Методи дослідження – методи системного, економічного аналізу та інші.

Аналітична частина роботи присвячена аналізу виробничо-фінансової діяльності ТОВ «ПРОМІНЬ».

В проектній частині було запропоновано функціональне застосування БПЛА M8A PRO, ПС Аеропракт-20СГ, Yamaha Fazer RG2, AGRAS MG-1S при виконанні авіахімічних робіт в аграрному секторі.

Матеріали даного дипломного проекту можна використовувати як економічне обґрунтування використання БЛА у сільському господарстві, також як основу для створення бізнес-плану підприємства, або при закладці економічних параметрів БПЛА, а також результати дослідження можна застосувати в практичній діяльності фахівців організації авіаційних перевезень та управління на транспорті (повітряному).

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – застосування БПЛА у сільському господарстві з метою підвищення ефективності, та зменшення шкідливого впливу хімічних речовин під час обробки на людину.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	14
РОЗДІЛ 1.....	15
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ.....	15
1.1 Поняття БПЛА, основні види, цілі та можливості .....	15
1.2. Правове забезпечення польотів БПЛА.....	28
1.3 Аналіз галузей використання безпілотної авіації та її специфіка виконання авіаційних робіт.....	32
2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	48
РОЗДІЛ 2.....	49
АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ПРОМІНЬ» .....	49
2.1 Організаційно-економічна характеристика підприємства ТОВ «Промінь» .....	49
2.2 Аналіз виробничо-фінансової діяльності підприємства ТОВ «Промінь».	53
2.3. Ефективність застосування БПЛА в сільському господарстві .....	63
3. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....	73
РОЗДІЛ 3.....	74
ПРОЄКТ РІШЕННЯ З ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ .....	74
3.1. Запропонований метод розрахунків для прогнозування ефективності БПЛА в галузі сільського господарства.....	74
3.2 Проектні пропозиції вибору БПЛА для підприємства у сільськогосподарській галузі.....	82
3.3 Розрахунок ефективності застосування БПЛА.....	95
ВИСНОВКИ .....	105
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	111
ДОДАТКИ .....	119

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСУ – Автоматизована система управління;

БД – База даних;

БПЛА – Безпілотний літальний апарат;

ЄС – Європейський Союз;

ЗУ – Закон України;

ІБД – Інтегрована база даних;

ІТ – Інтелектуальні інформаційні технології;

ПС – Повітряне судно;

ТО – Технічне обслуговування;

ШІ – Штучний інтелект.

# ВСТУП

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05.21.001 ПЗ				
Виконала	Кліщ О.О.			ВСТУП	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Дерев'янка Т.А.					Д	9	4
Консульт.	Дерев'янка Т.А.				ФТМЛ 275 ОП-201Б			
Н. контр.	Дерев'янка Т.А.							
Зав. каф.	Шевчук Д.О.							



**Актуальність дослідження.** На сьогоднішній стадії розвитку соціуму комп'ютерні технології є невід'ємним атрибутом швидкого зростання актуальності галузей науки, які пов'язані з математичним проектуванням явищ та процесів.

Наразі важливе місце в єдиній транспортній структурі України належить повітряному транспорту, важливість якого повсякчас підвищується. При цьому необхідним елементом сучасної авіації є система безпілотної авіації, яка стрімко розвивається. Відомо, що БПЛА спочатку використовувалися для військових цілей, таких як розвідка і спостереження. Крім того, значна частина цивільних застосувань безпілотних технологій протягом багатьох десятиліть була присвячена аерофотозйомці та дистанційному зондуванню. Зараз безпілотні літальні апарати стають важливими в багатьох галузях народного господарства, особливо таких як сільське господарство, управління культурною спадщиною, пошуково-рятувальні місії, інспекція інфраструктури, управління природними ресурсами, міське планування та багато інших [50, с. 111].

Безпілотні літаки дозволяють обійтися без пілота для виконання складних задач, таким чином мінімізуючи або знищуючи ризики, пов'язані з діями людського фактору.

За прогнозами, ринок БПЛА нині зростає більш ніж на 20% щорічно, а в 2021 році підвищення міжнародних інвестицій в галузь робототехніки та безпілотної авіації складе понад 130, 5 млрд. доларів [15, с. 22].

Водночас, варто відмітити, що світове законодавство із застосування дронів та інших літальних апаратів тільки набуває окреслених ознак, тому на рівні національного законодавства в Україні слід впроваджувати оптимальні нормативні документи у відповідності до розвитку сфери польотів безпілотної авіації. Оскільки в світі відбувається тенденція щодо зростання застосування БПЛА різноманітними відомчими установами, які закупають їх, готують до експлуатації, та не лише у сільській галузі господарства. Якщо до цього додати

велику кількість аграріїв, холдингів і сервісних організацій, які також прагнуть мати гігантське число безпілотників, то питання нормативного регулювання повітряних польотів БПЛА набуває актуальності [15, с. 22].

Проте, незважаючи на активні дослідження в сфері використання безпілотної авіації, все ще залишаються не вирішеними в повному обсязі питання, пов'язані з розробкою методів і алгоритмів правового забезпечення польотів БПЛА. Крім того, недостатньо чітко структуровані функції безпілотників у відповідності до їхньої класифікації, не розроблені стратегії прогнозування ефективності їх застосування в певних виробничих сферах.

Виходячи з вищенаведеного, наше дослідження особливостей використання безпілотної авіації в різних галузях господарства є актуальним.

Тому при застосуванні дронів можна провести взаємозв'язок між ефективністю дрона, тобто його значущості і його системою автоматизації. Чим система автоматизації якісніше, стабільніше і точніше, тим стає більше ефективність від використання дрона.

Таким чином дослідження застосування безпілотних повітряних суден є актуальним.

Теоретичними та практичними аспектами підвищення ефективності застосування авіації в сільському господарстві займалося багато вчених, в тому числі А.Г. Дібір, Н.Довбня, В.М. Загорулько, В.Г. Коба, В.П. Копичко, В. Колісниченко, Г.Б. Козловський, М.П. Матійчик, С.В. Пак, О.І.Плешаков, О.Д. Сапарбаєв, В.А. Санін, М.І.Славков, Х.Г. Саримсаков, Ф. Мухамедов, С. Попов, В. Ачарков, С. Халілов, І. Хоменко, О. Худоленко, Р. Амсдем, Г.М. Юн, Г.Б. Матвієнко та інші.

Мета роботи – спрогнозувати ефективне використання безпілотної авіації в галузях господарства на прикладі сільськогосподарської галузі.

Виходячи з мети, до роботи сформульовано наступні завдання:

- розглянути теоретичні засади використання безпілотної авіації;
- визначити основні види, цілі та можливості БПЛА;

- охарактеризувати нормативно-правове забезпечення польотів БПЛА в Україні;
- дослідити специфіку виконання авіаційних робіт за допомогою БПЛА
- здійснити аналіз можливостей використання БПЛА в сільському господарстві;
- дослідити ефективність застосування БПЛА в сільському господарстві;
- здійснити дослідження різновидів та складових дронів;
- розробка автопілоту БПЛА;
- опис системи автоматичного управління БПЛА.

**Методи дослідження.** В ході дослідження використовувався ряд методів дослідження. Такі методи як аналіз, синтез, систематизація, узагальнення економічної та методичної літератури, підручників, навчальних посібників, наукових видань з проблем дослідження дозволили обґрунтувати теоретичні основи застосування БПЛА у галузях господарства. Методи спостереження, узагальнення, порівняння, аналогії, аналізу і синтезу, метод порівняльного аналізу, середніх і відносних величин, графічний метод та збір фактів дозволили спрогнозувати ефективність застосування БПЛА в сільськогосподарській галузі, а саме для ТОВ «Промінь».

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в дослідженні особливостей застосування безпілотних літальних апаратів, розробці практичних рекомендацій щодо стратегічного плану розвитку БПЛА, а також у висвітленні ефективності застосування БПЛА для сільськогосподарської галузі, а саме ТОВ «Промінь».

**Інформаційною основою** написання кваліфікаційної роботи стали наукові публікації вітчизняних і зарубіжних вчених з теоретичних основ та методологічного інструментарію застосування БПЛА в галузях економіки, особисті дослідження на кафедрі «Організації авіаційних робіт», особисті публікації та публікації вітчизняних вчених в наукових журналах,

законодавчо-нормативні акти, інформація комп'ютерної мережі Інтернет, бухгалтерська та фінансова звітність підприємства.

В даній роботі запропоновані та обґрунтовані альтернативні методи використання безпілотних літальних апаратів в різних галузях господарства, що базується на стратегії ефективного прогнозування, визначені ключові показники ефективності при застосуванні БПЛА у сільському господарстві, створено порівняльну характеристику з пілотним літаком, яка може бути використана на практиці різними аграрними компаніями.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати в практичній діяльності фахівців організації авіаційних перевезень та інженерів.

# 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05. 21. 100 ПЗ				
Виконала	Кліщ О.О.			1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Дерев'янка Т.А.					Д	14	33
Консульт.	Дерев'янка Т.А.				ФТМЛ 275 ОП- 201Б			
Н. контр.	Дерев'янка Т.А.							
Зав. каф.	Шевчук Д.О.							

## РОЗДІЛ 1.

# ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

### 1.1 Поняття БПЛА, основні види, цілі та можливості

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) являє собою повітряне судно без пілота на борту. БПЛА є складовою частиною безпілотної авіаційної системи. Така система включає в себе: БПЛА, наземний контролер і систему зв'язку між ними. Політ БПЛА може виконуватися з різним ступенем автономності: або під дистанційним управлінням людиною-оператором, або автономно за допомогою бортових комп'ютерів, які називаються автопілотом [19, с. 23].

Варто зазначити, що у порівнянні з класичними літаками, БПЛА спочатку використовувалися для виконання завдань, занадто небезпечних для людей. Хоча дрони спочатку використовувалися в основному в військових цілях, їх використання швидко знайшло набагато ширший спектр застосування, включаючи аерофотозйомку, доставку продукції, сільське господарство, охорону і спостереження, інспекції інфраструктури, науку. Цивільні БПЛА в даний час значно перевершують за чисельністю військові БПЛА, і до 2021 року їх буде продано більше 2-х млн. штук.

Як правило, для безпілотних літальних апаратів використовується кілька термінів, проте всі вони зазвичай відносяться до однієї і тієї ж концепції. Термін безпілотник, який більш широко використовується публікою, був придуманий з метою дистанційних польотів літаків, використовуваних для практики стрільби з гармат лінкора, і цей термін був вперше використаний з 1920 - х років Фейрі Квін (з'явився одноіменний літак Naviland Queen Bee). За ним послідували авіалайнери Airspeed Queen Wasp і Майлз Куїн Мартінет, а потім їх замінив GAF Jindivik [14].

Термін «безпілотна авіаційна система» був прийнятий Міністерством оборони США і Федеральним управлінням цивільної авіації США в 2005 році

відповідно до їх «Дорожньої карти» по безпілотних літальних апаратах на 2005-2030 роки. Міжнародна організація цивільної авіації та Британська цивільна авіація прийняли цей термін, він також використовується в ЄС єдиного загальноєвропейського неба Air-Traffic-Management. Цей термін підкреслює важливість інших елементів обладнання безпілотника, крім літака. Він включає в себе такі елементи, як наземні станції управління, канали передачі даних та інші допоміжні пристрої. Аналогічний термін позначає систему безпілотного літального апарату, дистанційно пілотований літальний апарат, дистанційно пілотовану літальну систему.

БПЛА визначається як «літальний апарат з двигуном, який не має на борту пілота, використовує аеродинамічні сили для підйому транспортного засобу, може літати автономно або управлятися дистанційно, може бути витратним або відновлюваним і може переносити вантаж. Отже, ракети не відносяться до БПЛА, тому що сам транспортний засіб у вигляді ракети є зброєю, не використовується повторно, хоча і в деяких випадках управляється дистанційно. Проте досить часто БПЛА зазвичай застосовують у військових цілях [23, с. 61].

Терміни «автономний дрон» і «БПЛА» часто помилково використовуються як синоніми. Це може бути пов'язано з тим, що багато БПЛА автоматизовані, тобто вони виконують автоматизовані місії, але все ще покладаються на людей-операторів. Однак автономний дрон - це «БПЛА, який може працювати без втручання людини». Іншими словами, автономні дрони злітають, виконують місії і приземляються повністю автономно. Таким чином, автономний дрон - це різновид БПЛА, але БПЛА не обов'язково є автономним дроном.

Оскільки автономні дрони не пілотуються людьми, наземна система управління або програмне забезпечення для управління зв'язком грає важливу роль в їх роботі, і тому вони також вважаються частиною БПЛА. Крім програмного забезпечення, автономні дрони також використовують безліч

передових технологій, які дозволяють їм виконувати свої завдання без втручання людини, таких як хмарні обчислення, комп'ютерний зір, штучний інтелект, машинне навчання, глибоке навчання і теплові датчики.

Слід акцентувати, що в останні роки автономні дрони почали трансформувати різні комерційні галузі, оскільки вони можуть літати за межі прямої видимості, одночасно збільшуючи виробництво, знижуючи витрати і ризики, забезпечуючи безпеку на майданчику, безпеку і дотримання нормативних вимог і захист людських ресурсів під час пандемії.

Їх також можна використовувати для завдань, пов'язаних із споживачами, такими як доставка посилок, і критично важливі поставки товарів медичного призначення. Дрон-в-Вох (DIB) являє собою автономний безпілотник, який здатний виконувати список місій і повертатися в автономне посадкове поле, яке також виконує функцію зарядки бази [24, с. 21].

Ставлення БПЛА до моделей літаків з дистанційним управлінням досі є незрозумілим. БПЛА можуть включати чи не включати моделі літаків. Деякі юрисдикції засновують своє визначення на розмірі або вазі; проте Федеральне управління цивільної авіації США визначає будь-яке ПС без екіпажу як БПЛА незалежно від його розміру. Для розважальних цілей дрон (на відміну від БПЛА) - це модель літака, яка має відео від першої особи, автономні можливості або і те й інше.

Найпершим зареєстрованим використанням безпілотного літального апарату для бойових дій вважається 1849 рік, коли він використовувався в якості авіаносця при першому наступальному використанні авіації в морській авіації. Інновації в області БПЛА почалися на початку 1900-х років і спочатку були зосереджені на створенні навчальних цілей для навчання військовослужбовців. Розробка БПЛА тривала під час Першої світової війни, коли компанія Dayton-Wright Airplane Company винайшла безпілотну повітряну торпеду, яка вибухнула в заданий час.



Найбільш ранньою спробою створення БПЛА з двигуном була «Повітряна мета» AM Low в 1916 році. Лоу підтвердив, що моноплан Джеффри де Хевілленд був єдиним, який летів за допомогою дистанційного керуванням 21 березня 1917 року, використовуючи його радіосистему. Згодом Нікола Тесла описав парк безпілотних бойових машин в 1915 році. Після Першої світової війни створюють британський автоматичний літак Hewitt-Sperry (1917 р.) і RAE Larynx (1927 р.). Перший масштабований дистанційно пілотований апарат був розроблений кінозіркою і ентузіастом авіамоделізму Реджинальдом Денні в 1935 році. Ще більше їх з'являється під час Другої світової війни - використовувалися як для навчання зенітників, так і для виконання бойових завдань [36, с. 41].

Відомо, що Нацистська Німеччина виробляла і використовувала різні БПЛА під час війни, такі як Argus As 292 і літаючу бомбу V-1 з реактивним двигуном. Після Другої світової війни розробки продовжилися в таких машинах, як американський JB-4. (З використанням теле / радіо-командного наведення), австралійських ВПС Джіндівік і Теледайн Райан Файрбі І, в той час як такі компанії, як Beechcraft, запропонували свою модель 1001 для ВМС США в 1955 році.

У міру дозрівання і мініатюризації застосовуваних технологій в 1980-х і 1990-х роках інтерес до БПЛА виріс в вищих ешелонах армії США. У 1990-х роках Міністерство оборони США уклало контракт з AAI Corporation разом з ізраїльською компанією Malat. ВМС США закупили БПЛА AAI Pioneer, який AAI і Malat розробили спільно. Багато з цих БПЛА брали участь у війні в Перській затоці 1991 року. БПЛА продемонстрували можливість створення більш дешевих і більш ефективних бойових машин, розгорнутих без ризику для екіпажів. У 2013 році як мінімум 50 країн використовували БПЛА. Китай, Іран, Ізраїль, Пакистан та інші розробили і створили свої власні різновиди.

Безпілотники зазвичай потрапляють в одну з шести функціональних категорій (хоча багатоцільові платформи планера стають все більш

поширеними). Отже, перерахуємо основні галузі використання БПЛА [17, с. 24]:

- Ціль і приманка - забезпечення наземної та повітряної стрільби по цілі, що імітує літак або ракету противника.

- Розвідка - забезпечення розвідки поля бою.

- Бойові дії - забезпечення можливості атаки для місій з високим ступенем ризику.

- Дослідження і розробки - вдосконалення технологій БПЛА.

- Цивільні і комерційні БПЛА - сільське господарство, аерофотозйомка, збір даних.

- Логістика - доставка вантажу.

Дослідження і розробки - вдосконалення технологій БПЛА Цивільні і комерційні БПЛА - сільське господарство, аерофотозйомка, збір даних Багаторівнева система США військовий безпілотною використовується військовими планувальниками для позначення різних елементів окремих повітряних суден в загальному плані використання. Літальний апарат пілотований дистанційно, або виконує політ автономно, без пілота.

По виду і галузі виконуваних завдань дрони діляться на 3 основних типи:

- безпілотні літаки;

- безпілотні вертольоти;

- безпілотники мультимоторного типу.

Безпілотні літаки здатні долати великі відстані, складну аерозйомку практично при будь-яких метеоумовах максимальна якість роботи і ефективність виконуваних завдань можливі на відстані не більше 70 км від наземної станції управління. Під час польоту потрібно підтримання високої швидкості (до 400 км / год). Час перебування в польоті: від 30 хвилин до 8 годин. До недоліків можна віднести складність запуску і посадки. Запуск необхідно здійснювати, використовуючи спеціальний пристрій (катапульта), щоб надати апарату початкову швидкість. Посадка вимагає посадкової смуги

або виконується з використанням парашута, що в значній мірі затрудняє забезпечення точної посадки. Плюс до всього, посадка на парашутній системі викликає виникнення перевантажень, негативно позначаються на незахищених елементах корисного навантаження і фотообладнання. Безпілотні вертольоти не вимагають спеціальних пристроїв для зльоту або злітно-посадкових смуг. На відміну від літаків вони трохи більше вибагливі до погодних умов. Час польоту – від 30 хвилин до 3 годин. Конструкція таких БПЛА складна у порівнянні з літаками або мультіроторними апаратами, так як вимагає наявності складного автомата перекошу лопастей основного і хвостового гвинтів. Важливою перевагою вертольотів перед іншими типами літальних апаратів є наявність режиму самокрутіння несучого гвинта (авторотації), що може значно знизити збиток від падіння при відмові двигуна [11, с. 56].

Мультимоторні безпілотні апарати є багатомоторні і мають кілька несучих гвинтів (роторів). Як правило, конструкція таких дронів володіє 3, 4, 6, 8 або 12 гвинтами. Як і вертольоти, мультикоптери мають здатність вертикального старту (не вимагають до передачі пристроїв для запуску) і здатні зависати в повітрі з нульовою швидкістю, але більш прості в управлінні у порівнянні з ними. Мультимоторні БПЛА не містять такі конструктивно складні елементи, як, наприклад, автомат перекошу, і в зв'язку з цим мають більш низьку вартість ремонту, є більш надійними, а так само відносно недорогі. Проте серйозним недоліком такого типу безпілотників є практично повна втрата керованості при час виходу з ладу одного з гвинтів. Однак в даний час ведуться дослідження і проводяться експерименти по забезпеченню безпечної посадки або навіть продовження руху шести і восьмироторних апаратів в такій ситуації.

Наразі найбільшого поширення набула мультіроторна конструкція з чотирма вентиляно-моторними групами, кожна з яких складається з двигуна і гвинта з постійним кроком (кутом нахилу гвинтів). Такі дрони компактні,

прості в збірці і налаштування, мають відносно невисоку вартість і витрата енергії в порівнянні з мультикоптер з кількістю гвинтів більше(рис.1.1-1.4).



Рис.1.1 Зовнішній вигляд БПЛА типу Schiebel S-100 з легкою багатоцільовою ракетою



Рис.1.2 Зовнішній вигляд БПЛА типу Northrop Grumman Bat з датчиками EO / IR і SAR, лазерними далекомірами, лазерними вказівками, інфрачервоними камерами



Рис. 1.3 Зовнішній вигляд БПЛА типу Pipistrel Sinus



Рис. 1.4 Зовнішній вигляд БПЛА типу MQ-9 Reaper

Усі БПЛА можна розділити на 5 категорій по дальності/висоті [3, с. 73]:

- Переносний на висоті 2000 футів (600 м), дальність дії близько 2 км.
- Закриття висоти 5000 футів (1500 м) на відстані до 10 км.
- Висота 10000 футів (3000 м), дальність до 50 км.
- Тактична висота 18000 футів (5500 м), дальність близько 160 км.

Літаки одного типу з екіпажем і без екіпажа, як правило, мають ідентичні фізичні компоненти. Основний виняток - це кабіна екіпажу і система екологічного контролю або системи життєзабезпечення. Деякі БПЛА несуть корисне навантаження (наприклад, камеру), яка важить значно менше, ніж

доросла людина. Незважаючи на те, що вони несуть корисне навантаження, озброєні військові БПЛА легше, ніж їх аналоги з екіпажем у порівнянні з озброєнням.

Невеликі цивільні БПЛА не мають життєво важливих систем і, таким чином, можуть бути побудовані з більш легких, але менш міцних матеріалів і форм і можуть використовувати менш надійні електронні системи управління. Для невеликих БПЛА стала популярною конструкція квадрокоптера, хоча ця компоновка рідко використовується для літаків з екіпажем. Мініатюризація означає, що можна використовувати менш потужні рухові технології, які неможливі для літаків з екіпажем, такі як невеликі електродвигуни та батареї.

Також слід зазначити, що системи управління БПЛА часто відрізняються від пілотованих ПС. Для дистанційного керування людиною камера і відеозв'язок майже завжди замінюють вікна кабіни; радіопередачі цифрових команд замінюють фізичні органи управління кабіною. Програмне забезпечення автопілота використовується як на літаках з екіпажем, так і без екіпажу, з різними наборами функцій [4, с. 54].

Основна відмінність літаків - відсутність зони кабіни і її вікон. Безхвості квадрокоптери є звичайною формою БПЛА з гвинтокрилих крилом, в той час як хвостаті моно- і двухкоптери - звичайними для платформ з екіпажем.

У невеликих БПЛА в основному використовуються літій-полімерні батареї (Li-Po), в той час як в більших транспортних засобах часто використовуються звичайні авіаційні двигуни або водневі паливні елементи. Масштаб або розмір літака не є визначальним та не обмежується характеристикою енергопостачання БПЛА. Щільність енергії сучасних Li-Po акумуляторів набагато менше, ніж у бензинових або водневих.

Обчислювальні можливості БПЛА пішли за розвитком обчислювальної техніки, починаючи з аналогового управління і еволюції мікроконтролерів, потім системи на кристалі і одноплатні комп'ютери. Системне обладнання для невеликих БПЛА часто називають контролером польоту, платою контролера

польоту або автопілотом. Датчики положення і руху дають інформацію про стан літака. Екстероцептивні датчики мають справу з зовнішньою інформацією, такою як вимірювання відстані, в той час як експропріоцептивні датчики корелюють внутрішній і зовнішній стан.

Приводи БПЛА включають в себе цифрові електронні регулятори швидкості (які контролюють частоту обертання двигунів), пов'язані з двигунами і пропелерами, серводвигунами (в основному для літаків і вертольотів), зброєю, виконавчими механізмами корисного навантаження, світлодіодами і динаміками.

Програмне забезпечення БПЛА називається польотним стеком або автопілотом. Метою польотного стека є отримання даних від датчиків, які керують двигунами для забезпечення стійкості БПЛА і сприяють контакту з наземним управлінням і плануванням місії [8, с. 157].

Таким чином, БПЛА - це системи реального часу, які вимагають швидкого реагування на зміну даних датчиків. В результаті безпілотні літальні апарати покладаються на одноплатні комп'ютери для виконання своїх обчислювальних задач. Приклади таких одноплатних комп'ютерів включають Raspberry Pis, Beagleboards. БПЛА можна запрограмувати для виконання агресивних маневрів або посадки / сідання на похилих поверхнях, а потім для підйому до точок зв'язку. Деякі БПЛА можуть управляти польотом за допомогою різної моделі польоту, наприклад, конструкції VTOL. БПЛА також можуть приземлятися на плоскі вертикальні поверхні.

Більшість БПЛА використовують радіо для дистанційного керування і обміну відео і іншими даними. Ранні БПЛА мали тільки вузькосмуговий канал зв'язку. Спадні канали з'явилися пізніше. Ці двонаправлені вузькосмугові радіолінії передавали віддаленому оператору дані управління і контролю і телеметричні дані про стан систем літака. Для польотів на дуже великі відстані військові БПЛА також використовують супутникові приймачі в складі

супутникових навігаційних систем. У випадках, коли потрібна передача відео, БПЛА будуть реалізовувати окрему аналогову радіолинію для відеозв'язку.

У більшості сучасних додатків БПЛА потрібна передача відео. Таким чином, замість двох окремих каналів, телеметрії і відеотрафіка використовується широкосмуговий канал для передачі всіх типів даних по одному радіоканалу. Ці широкосмугові канали можуть використовувати методи якості обслуговування для оптимізації трафіку каналів для зменшення затримки. Зазвичай ці широкосмугові канали несуть трафік TCP / IP, який може бути маршрутизований через Інтернет.

Справжні БПЛА можуть володіти проміжною ступенем автономності. Наприклад, транспортний засіб, який в більшості випадків керується дистанційно, може мати автономну операцію повернення на базу.

Основна автономність забезпечується пропріоцептивними датчиками. Розширена автономія вимагає ситуаційної обізнаності, знань про навколишнє середовище, що оточує літак, від зовнішні сенсори: поєднання сенсорів об'єднує інформацію від декількох сенсорів.

До особливостей автономії БПЛА відносять [22, с. 88]:

1. Рівень автономності БПЛА. Виробники БПЛА часто вбудовують в себе певні автономні операції, такі як:

- Самовирівнювання: стабілізація орієнтації по осях тангажу і крену.
- Утримання висоти: дрон підтримує висоту, використовуючи атмосферний тиск і / або дані GPS.
- Утримання положення: підтримка рівного тангажу і крену, стабільного курсу і висоти нищпорення при збереженні положення за допомогою GNSS або інертних датчиків.

2. Безголовий режим: управління тангажу щодо положення пілота, а не щодо осей транспортного засобу.



3. Без турбот: автоматичний контроль крену і нищпорення при горизонтальному русі зліт і посадка (з використанням різних повітряних або наземних датчиків і систем;

4. Відмовостійкість: автоматична посадка або повернення додому при втраті сигналу управління.

5. Повернення додому: повернення назад до точки зльоту (часто спочатку набираючи висоту, щоб уникнути можливих перешкод, таких як дерева або будівлі).

6. GPS-навігація по коливним точкам: використання GNSS для навігації до проміжного місця на шляху проходження.

7. Попередньо запрограмовані фігури вищого пілотажу (наприклад, перекати і петлі).

Можливості квадрокоптера [23, с. 61]:

- Використання квадрокоптера в таких сферах, як моніторинг довкілля,
- сільське і комунальне господарство,
- побутова сфера і дозвілля,
- ліквідація наслідків техногенних аварій,
- аерофото і відеозйомка.

Можливостей квадрокоптера, що дає їм перевагу по відношенню до інших видів безпілотних літальних апаратів.

1. Базові можливості:

У базовій комплектації квадрокоптера володіють наступними можливостями:

- піднімати на висоту до 5 кілометрів корисне навантаження вагою до 7 кг. в якості корисного навантаження може бути фото, відеообладнання, датчики, тепловізори, листівки для оповіщення населення про надзвичайні події;

- зависати на заданій оператором висоті з можливістю її плавного збільшення і зменшення;

- переміщатися в усіх напрямках зі швидкістю до 110 км / год на відстань до 12000 метрів;

- перебувати в повітрі в межах від 7 до 50 хвилин - залежить від конфігурації апарату і його корисного навантаження;

- експлуатуватися в широкому діапазоні температур зовнішнього повітря від 30С до 55С, а також при швидкості повітря до 20 м / с.

## 2. Можливості при розширеній апаратній базі.

При оснащенні апарату додатковим обладнанням, крім вище перерахованих можливостей, апарат здатний:

- здійснювати автономний політ по маршруту, позначеному точками на карті з зупинками в даних точках на заданий оператором час, із заданою точністю утримання позиції;

- утримувати задану оператором висоту і положення;

- повертатися до місця зльоту від будь-якої точки маршруту і від будь-якого утримуваного положення;

- здійснювати політ із зафіксованою в певному напрямку віссю апарату;

- трансляція відеопотоку з борта апарата, для візуального контролю місцевості з борта апарата.

- наявність можливості телеметричного контролю оператором на землі всіх параметрів летить апарату (його положення за координатами GPS, заряд батареї, струм споживання, витрачена ємність батареї, польотний час, орієнтацію по сторонах світу, кількість супутників в системі GPS);

- дані виводяться на екран РС з можливістю втручання в параметри, а також у вигляді накладеної текстової інформації на відео потік з борта апарата;

- запуск виконавчого механізму на борту апарату по команді з землі.

## 3. Можливості при введенні додаткових програмних компонентів.

При оснащенні апарату додатковим програмним забезпеченням, крім вищевказаних можливостей, апарат здатний [15, с. 22]:

- здійснювати автономний політ по маршруту, позначеному точками на карті з зупинками в даних точках на заданий оператором час, із заданою точністю утримання позиції і на заданій висоті, а також фіксація осі апарату на заданий об'єкт, що дозволяє знімати об'єкт при обльоті його по точках в повністю автоматичному режимі;

- реагувати на події, серед яких, розряд батареї, перевищення дистанції або висоти, втрата зв'язку з оператором. Реакцією може служити повернення на місце зльоту;

- здійснювати запис траєкторії польоту з супутніми параметрами на карту пам'яті;

- виводити голосові повідомлення на комп'ютер, який є наземної станцією, про найбільш критичних параметрах серед яких, розряд батареї, перевищення дистанції або висоти, втрата зв'язку з оператором, польотний час, дистанція до будинку і до мети;

- управляти наземним поворотним механізмом з базовими спрямованими антенами для здійснення кращої радіозв'язку з рухомим об'єктом;

- компенсувати гіроскопічними стабілізованою підвісом фото і відеообладнання нахилу літаючої платформи в 4-х напрямках, для забезпечення горизонтальності знімків і відеозйомки.

Отже, можливості конкретного квадрокоптера багато в чому залежать від характеристик системи управління. На сьогоднішній день існує великий вибір польотних контролерів з різними характеристиками і в широкому ціновому діапазоні. Вибір електроніки залежить від того, вирішення яких завдань покладається на квадрокоптер.

## **1.2. Правове забезпечення польотів БПЛА**

У сучасному законодавстві існує дефініція БПЛА, але їх використання не є окремо врегульованим і частково описується у якості частини широкої групи

цивільної та комерційної авіації, відповідно до нормативно-правового регулювання повітряного простору. В цілому, спеціальні регулятивні документи щодо польотів БПЛА, сертифікації, атестації операторів, а також інтеграції у сферу управління повітряного руху, відсутні.

На даний момент БПЛА підпадають під регулювання наступних нормативно-правових актів [20]:

- Повітряного кодексу України,
- Правил реєстрації цивільних повітряних суден в Україні,
- Положення про використання повітряного простору України,
- Правилами польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України.

«Безпілотне повітряне судно» визначається там як повітряне судно, призначене для виконання польоту без пілота на борту, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються за допомогою спеціальної станції керування, що розташована поза повітряним судном.

Такі БПЛА мають перебувати у Реєстрі цивільних повітряних суден України. Однак, БПЛА, максимальна злітна вага яких не перевищує 20 кілограмів і які використовуються для розваг та спортивної діяльності не потребують реєстрації.

Як і іншим цивільним повітряним суднам, зареєстрованим БПЛА заборонено здійснювати польоти у певних зонах, а саме: захищених (урядові будівлі, промислові об'єкти), з обмеженим доступом (військові, прикордонний контроль, дослідницькі станції) чи зарезервованими для інших літальних об'єктів. Користувачі, зацікавлені у специфічних зонах, мають надсилати запит до Державного підприємства обслуговування повітряного руху України [47].

Отже, існує чітке обмеження використання дронів на великих висотах, де вони можуть порушити узгоджені маршрути літаків та інших повітряних суден. На противагу, дрони, що важать менше 20 кілограм, не потребують

реєстрації чи будь-якого дозволу на польоти від державних органів. Більш того, немає обмеження на використання дронів у місцях для особистих потреб, окрім як у стратегічно важливих для держави зонах з обмеженим доступом. У травні 2016 року Державна авіаційна служба України оприлюднила проект Концепції положення та процедур по забезпеченню безпеки польотів повітряних суден авіації загального призначення, спортивних, аматорських та безпілотних літаків. Зміст даного проекту демонструє, що законодавець має за мету помістити всі БПЛА у чітке правове поле. Документ складається з наступних частин [20]:

- Класифікація та реєстрація БПЛА;
- Навчання та сертифікація персоналу;
- Медичні вимоги до операторів, інтеграція БПЛА до загальної системи повітряного руху;
- Ліцензування та сертифікація операторів БПЛА для комерційного використання, страхові питання;
- Моніторинг та забезпечення безпеки діяльності БПЛА.

Дані положення дублюють відповідні норми Резолюції Європейського парламенту з безпечного використання так званих «дистанційно пілотованих літальних систем, що відомі як БПЛА, у сфері цивільної авіації. З іншої сторони, схоже що Проект відповідає Конвенції про міжнародну цивільну авіацію, що зобов'язує держави забезпечувати безпечні умови для цивільних повітряних суден у зонах, де використовуються дрони (Рис.1.5).



Рис. 1.5 Рекомендації для користувачів БПЛА

Крім того, згідно з вимогами міжнародної «Конвенції про міжнародну цивільну авіацію 1944 р.», до якої Україна приєдналася 10.08.1992 р., Україна, як і кожна договірна держава, «зобов'язана при польоті БПЛА в районах, відкритих для цивільних повітряних суден, забезпечити такий контроль цього польоту, який дозволяв би усунути небезпеку для цивільних повітряних суден».

Як вказують в Украерорусі, польоти безпілотників мають відбуватися лише у спеціально зарезервованому повітряному просторі, відповідно до поданих в Украерорух заявок від користувачів [47].

Незважаючи на загальну правову неврегульованість питання застосування безпілотників, якщо в результаті польотів дрону буде створена небезпека для життя людей або відбудеться настання інших тяжких наслідків, або ж буде створена загроза безпеці повітряних польотів, особа, що керувала БПЛА може бути притягнута до кримінальної відповідальності за статтями 281 або 282 Кримінального кодексу України. Хоча використання

безпілотників в Україні остаточно законодавчо не врегульоване, однак, маючи статус «безпілотного повітряного судна», вони мають здійснювати польоти у спеціально зарезервованому, згідно попередньо поданим заявкам, повітряному просторі. Для виконання аерофотозйомки за допомогою дрона потрібен спеціальний дозвіл. Не потрібна реєстрація лише для дронів вагою менше 20 кг, що не використовуються із комерційною метою.

Отже, як вже зазначалося, це лише рекомендації і, відповідно, не є обов'язковими для виконання. Враховуючи нинішні світові практики, ці положення швидше за все складуть базу для нового законодавства, що наразі розробляється.

### **1.3 Аналіз галузей використання безпіотної авіації та її специфіка виконання авіаційних робіт**

Пріоритетні галузі для впровадження рішень на базі дронів J'son & Partners Consulting презентує в звіті 2016 року. Серед них такі сфери застосування дронів:

- Сільське господарство;
- Екстрені служби (пожежні, поліція, швидка допомога);
- Енергетика і видобуток корисних копалин;
- Будівництво і девелопмент;
- Геодезія (картографія);
- Страхування;
- Транспортування та постачання;
- Державні і муніципальні служби;
- ЗМІ і медіа;
- Природоохоронні організації;
- Наука та освіта;
- Телекомунікації;

- Фото і відеозйомка;
- Спорт і розваги.

Станом на 2020 рік сімнадцять країн мають на озброєнні БПЛА, і більш 100 країн використовують БПЛА в військових цілях. На світовому ринку військових БПЛА домінують компанії з США та Ізраїлю. За кількістю продажів в 2017 році частка США на військовому ринку склала більше 60%. Чотири з п'яти найбільших виробників військових БПЛА - американські, включаючи General Atomics, Lockheed Martin, Northrop Grumman і Boeing, за якими йде китайська компанія CASC.

Також БПЛА застосовуються для вивчення вулканів, обробка відомостей про яких дає можливість більш точного прогнозування виверження, допомагає при дослідженні мінералів всередині і навколо лави, дослідженні газів, що випускаються вулканом, а також дозволяє дізнатися більше про ядро Землі.

Звичайно, основною проблемою при вивченні вулканів є наявність високих температур і токсичних газів. Термокостюми вирішили більшу частину цієї проблеми, але в них важко пересуватися. Отримання знімків з повітря разом з вимірами було практично неможливо, використовуючи класичну авіаційну техніку, так як ця техніка не могла літати досить близько. Тому безпілотні літальні апарати почали використовувати для аерофотозйомки вулканів і збору зразків повітря поблизу них по всьому світу. Це дозволило вченим отримати додаткові дані, а також створити більш точні віртуальні моделі кратерів вулканів. Віртуальні моделі дозволяють вченим вивчати вимірювання в кратерах з плином часу для прогнозування наступного виверження вулкану [25, с. 34].

Водночас квадрокоптери всечастіше застосовуються в галузі безпеки та спостереження. Вони можуть швидко дістатися до зони, що охороняється і оглянути її, повністю виключаючи всі ризики для зовнішнього пілота квадрокоптера використовуються для [30, с. 2]:

- боротьби з бракон'єрами;



- охорони будівель і споруд;
- патрулювання кордонів;
- спостереження за тюремними територіями;
- спостереження за скупченнями великої кількості людей на протестах і демонстраціях;
- спостереження за ситуацією на дорогах в зонах сильно жвавого руху і повчанні відомостей про ДТП.

Використання безпілотників для безпеки і спостереження стає популярним, в зв'язку з чим кількість компаній, що спеціалізуються на цьому, зростає з кожним днем.

Квадрокоптери починають все більше і більше використовувати при видобутку корисних копалин. Дрони запускаються для виконання завдань, які є важкими або небезпечними для працівників. Як і в інших галузях промисловості, безпілотні літальні апарати виявляються дуже цінними при інспектуванні інфраструктурної частини гірничодобувної системи. Дрони витісняють застосування ручної перевірки і дорогих в експлуатації вертольотів при регулярних оглядах таких об'єктів, як лінії електропередач, дороги і обладнання.

Щоб забезпечити безпеку співробітників кар'єрів, безпілотні літальні апарати також використовуються для періодичної перевірки потенційно небезпечних зон, таких як стіни ям і входи в шахти.

Квадрокоптера також можуть бути використані для складання карт і моделювання, що має велике значення для гірничодобувних компаній, причому застосування безпілотних літальних апаратів в цій області забезпечує більш точні карти і моделі, і набагато дешевше в порівнянні з традиційними методами.

Крім того, фермерська індустрія більше всіх дозріла для застосування безпілотних літальних апаратів. Наприклад, завдяки GPS, квадрокоптер може облетіти ферму і відстежити ділянку, на якому не вистачає зрошення або

поживних добрив. Потім, він відправить точні координати господареві, який за допомогою трактора проведе його добриво. Або якщо розглядати цю задачу більш глобально, квадрокоптер може сам провести обробку поля, облетівши всю його площу. Також БПЛА застосовуються, наприклад, для моніторингу апельсинових дерев на предмет наявності хвороб, небезпечних для цитрусових. Це далеко не повний список можливих способів застосування квадрокоптер, проте він наочно демонструє їх універсальність для вирішення завдань найширшого спектра.

Слід зазначити, що ізраїльські компанії в основному зосереджені на невеликих системах спостереження БПЛА, і за кількістю дронів Ізраїль експортував на ринок 60,7% (2014 р.) БПЛА, в той час як США - 23,9% (2014 р.); Основними імпортерами військових БПЛА є Великобританія (33,9%) і Індія (13,2%). В одних тільки США в 2014 році експлуатувалося понад 9000 військових БПЛА. На ринку цивільних безпілотників домінують китайські компанії. Тільки китайський виробник дронів DJI має 74% частки цивільного ринку в 2018 році, при цьому на частку іншої компанії не доводилося більше 5%, а світові продажі в 2020 році прогнозуються на рівні 11 мільярдів доларів. За ним слідує китайська компанія Yuneec і американська компанія 3D. Робототехніка та французька компанія Parrot зі значним розривом в частці ринку. Станом на березень 2018 року в Федеральному управлінні цивільної авіації США було зареєстровано понад один мільйон БПЛА (878 тис. аматорських і 122 тис. комерційних).

При цьому ринок цивільних БПЛА відносно новий в порівнянні з військовим. Компанії з'являються як в розвинених, так і в країнах, що розвиваються одночасно. Багато стартапів на ранній стадії отримали підтримку і фінансування від інвесторів, як в США, і від урядових агентств, як у випадку з Індією. Деякі університети пропонують дослідні та навчальні програми або ступеня. Приватні організації також надають онлайн-програми

та програми індивідуального навчання як для відпочинку, так і для комерційного використання БПЛА [42, с. 14].

За прогнозами фахівців, до 2021 року світовий ринок БПЛА досягне 21,47 млрд доларів США, а ринок Індії досягне позначки в 885,7 млн доларів США.

Освітлені дрони починають використовуватися в нічних дисплеях в художніх і рекламних цілях.

Логістика. АІА повідомляє великі вантажні та пасажирські безпілотники повинні бути сертифіковані і введені протягом наступних 20 років. Очікується, що з 2021 року з'являться великі дрони з сенсорами; близькомагістральні і маловисотні вантажні судна за межами міст з 2025 р.; далекомагістральні вантажні рейси до середини 2030-х років, а потім пасажирські рейси до 2040 року. Витрати на дослідження і розробки повинні вирости з декількох сотень мільйонів доларів в 2018 році до 4 мільярдів доларів до 2028 року і 30 мільярдів доларів до 2036 році.

Археологія. Археологи вже давно вдаються до аерофотозйомки, а також до знімків із супутників і лазерний далекомір LiDAR - виявлення, ідентифікація і визначення дальності за допомогою світла при складанні топографічних карт місцевості і визначенні місць для нових розкопок. Однак справжнім проривом для археології стала поява компактних і недорогих дронів. Оснащені тепловими камерами, безпілотники допомагають вченим знаходити останки поселень і будівель, приховані від очей під землею. Встановлені на Дронь камери з тепловізорами здатні виявляти об'єкти археологічних досліджень на глибині до декількох метрів, оскільки температура цегляної або кам'яної кладки, як правило, вище, ніж у навколишнього її ґрунту. До того ж безпілотники істотно економлять час: обстеження території з їх допомогою займає хвилини замість кілька місяців, як при традиційних методах.

У Перу археологи використовували БПЛА для прискорення дослідних робіт і захисту ділянок від скваттерів, будівельників і шахтарів. Невеликі

БПЛА допомогли дослідникам створювати тривимірні моделі перуанських ділянок замість звичайних плоских карт - і в днях і тижнях замість місяців і років.

БПЛА замінили дорогі і неповороткі маленькі літаки, повітряні змії і гелієві кулі. БПЛА вартістю всього 650 фунтів стерлінгів виявилися корисними. У 2013 році БПЛА пролетіли над перуанськими археологічними розкопками, в тому числі над колоніальним Андским містом Мачу-Лакта на висоті 4000 м (13000 футів) над рівнем моря. У БПЛА були проблеми з висотою в Андах, що призвело до планів зробити БПЛА дирижаблем.

Лісове господарство. В кінці серпня 2017 року агентство CNBC розповіло, як дрони допомагають в гасінні пожеж. Протипожежні служби в ряді американських міст відправляють дрони до місця загоряння, використовуючи їх в якості розвідників. Спеціалізовані БПЛА, оснащені газоаналізаторами і камерами з тепловізорами, дозволяють не тільки оцінити масштаби лиха, а й рятувати життя. Важлива перевага безпілотників - можливість їх швидкого застосування(рис. 1.6).



Рис. 1.6 Приклад обстеження осередків пожежі за допомогою БПЛА

Страховання. Для страхових компаній по всьому світу серйозною проблемою залишається швидка і об'єктивна оцінка збитку в рамках страхового випадку. У тому числі мова йде про оцінки в рамках претензій,

пов'язаних з екстремальними погодними явищами, коли складним завданням може виявитися своєчасний доступ до об'єктів. Допомогти в даному випадку також обіцяє використання безпілотних рішень.

Сільське господарство. Оскільки глобальний попит на виробництво продуктів харчування зростає експоненціально, ресурси виснажуються, сільськогосподарські угіддя скорочуються, а сільськогосподарська робоча сила стає все більш дефіцитною, існує гостра потреба в більш зручних і розумних сільськогосподарських рішеннях, ніж традиційні методи, а промисловість сільськогосподарських дронів і робототехніки стає все більш актуальною. Безпілотні літальні апарати і дрони, як представники сімейства безпілотних авіаційних систем, поступово стають незамінним елементом сучасного сільського господарства. Експерти сільськогосподарської справи називають кілька основних областей, в яких без них (тобто дронів і безпілотників) дуже важко обійтися [67].

- Площова або репрезентативна аерофотозйомка і аналіз отриманих даних:

Аерофотозйомкою є комплекс робіт для отримання топографічних карт, планів і цифрових моделей місцевості з використанням матеріалів фотографування місцевості з літального апарату або з космосу. Знімати потрібно не тільки з метою отримання поздовжнього перекриття знімків, але також і щоб отримати поперечне їх перекриття. Адже, в лінійній аерофотозйомці достатньо тільки поздовжнього перекриття знімків. Таким чином, використання дронів і безпілотних літальних апаратів дає можливість отримати максимальну кількість даних про поле за короткий час. Наступна складова роботи – до аналізу даних, які були отримані в результаті польотів над полем.

Експерти одноголосно відповідають, що обробка таких знімків – це «блакитний океан» для майбутніх підприємців, адже зараз існує кілька методик аналізу даних, отриманих на знімках з дронів і безпілотників, хоча

ефективних програм і додатків для вирішення такого завдання немає. Ми вже писали про деякі моменти, які потрібно враховувати під час інтерпретації знімків, отриманих в результаті аерофотозйомки, але важливо також враховувати базові запити, які визначені в технічному завданні. Тобто, що хоче знати клієнт: скільки бур'янів на полі? Який відсоток рослин зійшов? Який ґрунт? Аналіз аерофотознімки без конкретної мети і запиту просто неможливий: для опису всіх отриманих параметрів потрібно багато часу, що, в свою чергу, знецінює ці знімки, адже кожен день в полі відбуваються зміни, а на аерофотознімку фіксується стан поля в конкретному часовому відрізку.

- Ґрунтова зйомка є ще одним ключовим напрямком використання безпілотників: існує чотири основні категорії випадків, коли аерофотозйомка для ґрунту є дуже бажаною, оскільки ніякий інший метод дослідження не може надати інформацію про ґрунт з такою точністю. Наприклад, це стосується місцевості з високою комплексністю ґрантового покриття досліджуваної території, або у випадку організації території зі спеціальним призначенням (аеродроми, заводи, полігони). Також аерофотозйомка бажана при детальній характеристиці ґрунту на території сортовипробувальних ділянок, дослідних станцій, лісо- і плодорозсадників та інших експериментальних зон; важливо також відзначити, що проведення будь-яких ґрунтово-меліоративних і ґрунтово-ерозійних досліджень в стаціонарних і напівстаціонарних умовах вимагає побудови карт з даними, які можна отримати тільки за допомогою безпілотників. Окремий напрямок для проведення ґрунтової зйомки – це планування вирощування особливо вибагливих технічних і плодкових культур. До таких сільськогосподарських культур відносяться чай, тютюн, ефіроолійні, цитрусові та інші культури.

- Охорона врожаю: дрони і безпілотні літальні засоби можуть охороняти сільськогосподарські культури та в режимі реального часу забезпечувати передачу інформації про порушення, крадіжки, пожежі та інші непередбачені обставини, які можуть трапитися на полі та вплинути на урожай. При цьому

дуже важливим є фактор швидкості: швидке переміщення безпілотників і дронів у просторі дозволяє відстежувати будь-які зміни, зберігаючи при цьому високу якість зображення. Цим не можуть похвалитися стаціонарні камери. Крім того, з огляду на швидкість їх роботи, ці автоматизовані «охоронці полів» можуть облітати більшу кількість посівів, особливо якщо поля одного власника знаходяться поруч.

- Внесення трихограми та хімічна обробка: трихограма – це дрібна комаха, метелик, розміром не більше 1 мм. Трихограмма паразитує в яйцях більше 100 видів комах, які є шкідниками в сільському господарстві. Самка трихограми відкладає свої яйця в яйця комах-шкідника і, відповідно, повністю зупиняє шкідників врожаїв. Тому трихограмма використовується як органічний засіб для боротьби зі шкідниками посівів. Розповсюджувати трихограму можна різними способами, але один з найдієвіших – розпорошувати трихограму безпілотниками.

Що стосується використання безпілотних літальних апаратів для внесення засобів захисту рослин (також відомих у вузьких колах як ЗЗР), то вигоди від їх використання полягають в можливості скорочення витрат дорогих засобів захисту рослин за рахунок зменшення покриття, а також відключення секцій обприскувача на розворотних смугах.

Крім того, для хімічної обробки використовують мотодельтаплани, а також легкі літальні апарати для ультрамалооб'ємної обробки. Хоча, за великим рахунком, ніша розпилення рідких пестицидів за допомогою безпілотників і дронів ще не зайнята і є дуже привабливою для майбутніх аграрних новаторів.

Правоохоронні органи. Поліція може використовувати дрони для таких додатків, як пошуково-рятувальні операції і моніторинг дорожнього руху.

Аерокосмічна промисловість. Авіакомпанії і підрядники з технічного обслуговування, ремонту і експлуатації використовують БПЛА для обслуговування літаків. У червні 2015 року EasyJet початку випробування

БПЛА при технічному обслуговуванні своїх літаків Airbus A320, а в липні 2016 року у авіашоу в Фарнборо компанія Airbus (виробник A320) продемонструвала використання БПЛА для візуального огляду літака. Однак деякі фахівці з технічного обслуговування літаків і раніше побоюються цієї технології і її здатності правильно вловлювати потенційні небезпеки.

Використання БПЛА в цивільних цілях включає в себе аерофотозйомку, аерофотозйомку, пошук і рятування, огляд ліній електропередач і трубопроводів, підрахунок диких тварин, доставку предметів медичного призначення в інші недоступні регіони, виявлення незаконного полювання, розвідувальні операції, спільний моніторинг навколишнього середовища, патрулювання кордонів, охорона конвоїв, виявлення і моніторинг лісових пожеж, спостереження, координація гуманітарної допомоги, відстеження шлейфів, землевпорядкування, розслідування пожеж і великих аварій, вимір зсувів, виявлення незаконних звалищ, будівельна промисловість, контрабанда, моніторинг натовпу.

Приватні особи та організації засобів масової інформації використовують БПЛА для спостереження, відпочинку, збору новин або особистої оцінки землі. У лютому 2012 року група із захисту прав тварин використовувала гексакоптер MikroKopter, щоб знімати мисливців, стріляючих в голубів в Південній Кароліні. Потім мисливці збили БПЛА.

Охорона довкілля. Використання БПЛА в природоохоронних цілях може полегшити багато проблем, з якими стикаються захисники природи пішки, такі як «великий розмір географічних ареалів видів, низька щільність населення, недоступна середовище проживання, невловиме поведінку і чутливість до порушень». До 2012 року Міжнародний фонд по боротьбі з браконьєрством використовував БПЛА. БПЛА відіграють особливу роль в боротьбі з браконьєрством. У червні 2012 року Всесвітній фонд дикої природи оголосив, що почне використовувати безпілотні літальні апарати в Непалі для



допомоги зусиллям зі збереження після успішного випробування двох літаків в національному парку Читван.

Охорона здоров'я. Огляд 2018 року визначив три ролі БПЛА в охороні здоров'я:

- Догоспітальна невідкладна допомога;
- Прискорення лабораторних досліджень;
- Спостереження.

У той час як досліджуються інші застосування, такі як їх використання для управління джерелами личинок для боротьби з переносниками таких хвороб, як малярія.

Кіновиробництво. У червні 2014 року FAA визнало, що воно отримало петицію від Американської кіноасоціації з проханням дозволити використання БПЛА для аерофотозйомки. Сім компаній, які підтримали петицію, стверджували, що недорогі БПЛА можна використовувати для пострілів, для яких в іншому випадку було б потрібно вертоліт або пілотований літак, що заощадить гроші і знизить ризик для пілота і екіпажу. БПЛА вже використовуються засобами масової інформації в інших частинах світу. БПЛА використовувалися для зйомки спортивних подій, таких як зимові Олімпійські ігри 2014 року, оскільки вони мають більшу свободу пересування, ніж камери з кабельним кріпленням.

Розважальна сфера. Рекреаційне використання БПЛА включаєв себе зйомку та фотозйомку розважальних заходів.

Наукові дослідження. БПЛА особливо корисні при доступі в райони, надто небезпечні для пілотованих літаків. США Національне управління океанічних і атмосферних досліджень почали використовувати Aerosonde системи безпілотного літального апарату в 2006 році як ураган мисливця. 35-фунтова система може летіти під час урагану і передавати дані в режимі, близькому до реального часу, безпосередньо до Національного центру ураганів. Крім стандартних даних про атмосферному тиску і температурі,

зазвичай одержуваних від пілотованих мисливців за ураганами, система Aerosonde забезпечує вимірювання з ближчою до поверхні води, ніж раніше. Пізніше НАСА почало використовувати Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk для вимірювання ураганів.

Сфера екологічної безпеки. БПЛА, оснащені моніторами якості повітря, забезпечують аналіз повітря в режимі реального часу на різних висотах.

Галузі виробництва. Дрони можуть використовуватися для адитивного виробництва структур в єдиному сенсі або в рамках масштабної 3D-друку. Це особливо корисно для виробництва великих конструкцій і компонентів, де традиційна 3D-друк не може бути використана через обмеження розміру обладнання. Проблеми в цій галузі включають дуже високий попит на енергоефективність та стабілізацію виробничого обладнання в порівнянні з універсальним літальним апаратом.

У червні 2020 року поява технології адитивного виробництва металів з швидкою індукційної печаткою прискорило розвиток авіаційного виробництва, надавши більш безпечні та енергоефективні засоби виробництва конструкцій, що дозволяють створювати легкі бортові системи харчування, що відповідають вимогам галузі дронів, для підтримки виробничих програм.

Будівництво. У будівництві безпілотні літальні апарати можуть використовуватися для обстеження будівельних майданчиків, щоб відстежувати і повідомляти про хід робіт, виявляти помилки на ранньому етапі і уникати переробок і демонструвати готові проекти в маркетингових матеріалах. У Китаї дрони можуть літати над будівельним майданчиком, щоб відслідковувати прогрес протягом дня.

Отже, безпілотні літальні апарати є альтернативою традиційним літакам, оскільки при автономному польоті безпілотник практично не стикається з перешкодами на шляху для ефективного виконання поставленого завдання.

Компанія J'son & Partners Consulting класифікує дрони (БПЛА) за наступними основними характеристиками [52, с. 78]:

- по дизайну / конфігурації;
- за типом зльоту;
- за цільовим призначенням;
- за технічними характеристиками;
- за типом харчування силової установки;
- з корисного навантаження;
- за типом системи автоматизації;
- по системі запобігання зіткнень;
- за типом навігації;
- за типами захисту від глушіння сигналів;
- за пропускнуою здатністю радіочастотного спектру;
- за бортовою обробкою даних;
- за спеціалізацією програмного забезпечення.

На думку експертів, безпілотна авіація найближчим часом почне домінувати над пілотованою. Такий розвиток цього класу авіатехніки обумовлений специфічними рисами, реалізація яких дозволяє отримати суттєву перевагу над пілотованою авіацією для широкого спектру завдань. Основними властивостями БПЛА літакового і вертолітного типів, що вигідно відрізняють їх від пілотованих літаків і вертольотів, є [46, с. 226]:

- більш високий рівень виживання БПЛА в умовах протидії засобів ППО супротивника внаслідок їх меншої помітності у всіх діапазонах довжин радіохвиль;
- можливість їх зльоту практично при будь-якому рельєфі місцевості без проведення підготовчих інженерних робіт;
- здатність перебування у високих ступенях готовності практично необмежений час;
- більш короткі терміни і менша вартість навчання операторів наземних пунктів управління БПЛА порівняно з підготовкою екіпажів пілотованих літальних апаратів;

– значно менша вартість (на один-два порядки залежно від цільового призначення і параметрів БПЛА) та терміни розгортання їх серійного виробництва;

– можливість видачі інформації споживачам практично в реальному масштабі часу;

– здатність функціонувати в умовах високого радіоактивного, хімічного і бактеріологічного забруднення повітря і місцевості, а також при несприятливих метеоумовах.

Конкретизовану класифікацію БПЛА за функціональним призначенням наведемо на рис. 1.7.

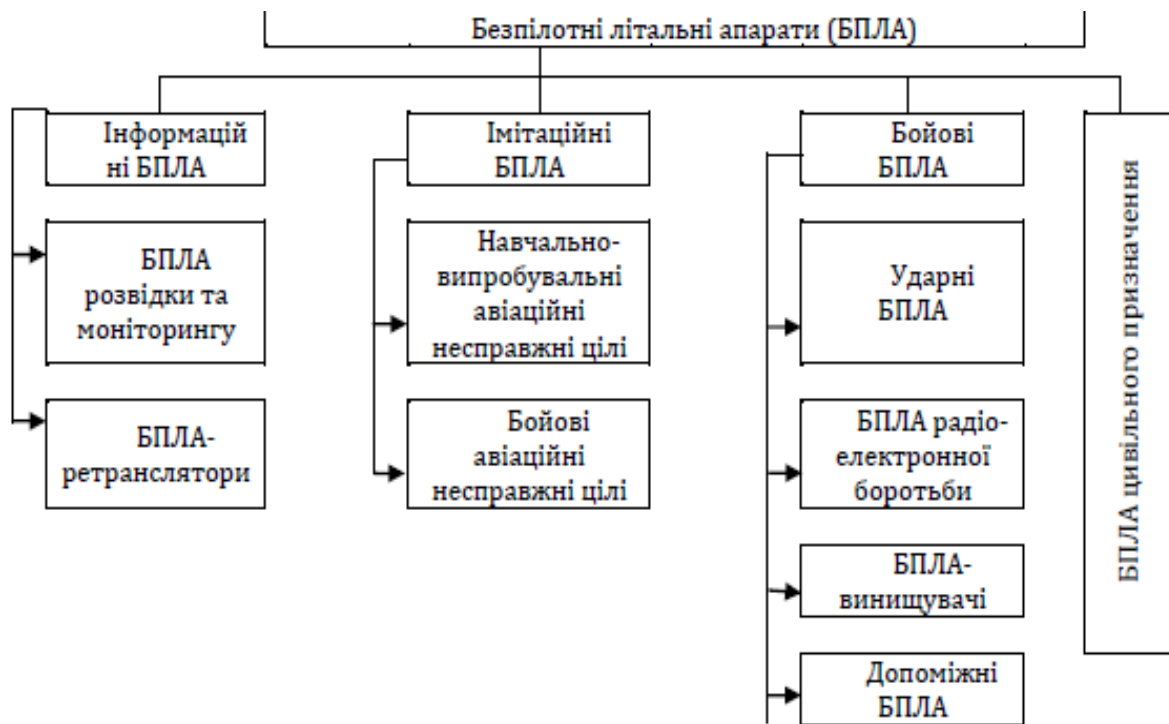


Рис. 1.7 Класифікація БПЛА за функціональним призначенням

БПЛА можуть загрожувати безпеці повітряного простору безліччю способів, включаючи ненавмисні зіткнення або інше втручання в роботу інших повітряних суден, навмисні атаки або відволікання пілотів або диспетчерів польотів. Перший інцидент зіткнення безпілотною з літаком стався в середині жовтня 2017 року Квебеку, Канада. Перший зареєстрований

випадок зіткнення безпілотної літачки з повітряною кулею стався 10 серпня 2018 року в Дріггсе, штат Айдахо, США; хоча повітряна куля не отримав значних пошкоджень і не отримав травм у трьох пасажирів, пілот повітряної кулі повідомив про інцидент в NTSB, заявивши, що «я сподіваюся, що цей інцидент допоможе створити бесіду про повагу до природи, повітряного простору, правилам і нормам». Не так давно безпілотні літальні апарати, що влітали в аеропорти або кружляли навколо них, відключали їх на тривалий час [60, с. 50].

БПЛА можуть бути завантажені небезпечним вантажем і врізатися в уразливі цілі. Корисні навантаження можуть включати вибухові речовини, хімічні, радіологічні або біологічні небезпеки.

БПЛА з зазвичай нелетальною корисним навантаженням можуть бути зламані і використані в зловмисних цілях. Держави розробляють системи протидії БПЛА для протидії цій загрози. До 2017 року дрони використовувалися для скидання контрабанди у в'язниці. У грудні 2018 року дрони завдали серйозної шкоди аеропорту Гатвік.

Підсумовуючи перший розділ, можемо зробити такі висновки:

1. Визначено сутність поняття «безпілотної авіації» та проведено історичний аналіз розвитку системи безпілотної авіації.
2. З'ясовано основні види, цілі та можливості БПЛА. Можливості конкретного БПЛА багато в чому залежать від характеристик системи управління. На сьогоднішній день існує великий вибір польотних контролерів з різними характеристиками і в широкому ціновому діапазоні. Вибір електроніки залежить від того, вирішення яких завдань покладається на даний пристрій.
3. Досліджено правове забезпечення польотів БПЛА в Україні.
4. Проаналізовано галузі використання безпілотної авіації. БПЛА є альтернативою традиційним літакам та поступово витісняють їх, оскільки при

автономному польоті безпілотник практично не стикається з перешкодами на шляху для ефективного виконання поставленого завдання.

5. З'ясовано специфіку виконання авіаційних робіт за допомогою дронів. Нині Україна експлуатує комплекси БПЛА військового призначення радянського виробництва. При цьому вони вже відстають від сучасних зразків подібної техніки і потребують заміни або дорогого ремонту та модернізації. Назріла необхідність розробки державної програми і концепції розвитку та впровадження безпілотної авіаційної техніки в Україні.

## 2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05. 21. 200 ПЗ				
Виконала	Кліщ О.О.			2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Дерев'янку Т.А.					Д	48	23
Консульт.	Дерев'янку Т.А.				ФТМЛ 275 ОП- 201Б			
Н. контр.	Дерев'янку Т.А.							
Зав. каф.	Шевчук Д.О.							

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ПРОМІНЬ»

#### 2.1 Організаційно-економічна характеристика підприємства ТОВ «Промінь»

Приватне сільськогосподарське підприємство ТОВ «Промінь» розташоване за адресою: вулиця МИРУ, буд. 36, м. Васильків, Київська обл. Керівник підприємства Козачук Сергій Михайлович, розмір уставного капіталу 20 тис. грн. Підприємство займається вирощуванням зернових та технічних культур, вирощуванням овочем, сезонних культур, розведенням молочних порід худоби, розведенням великої рогатої худоби, коней, овець, кіз, свиней та поросят.

*Таблиця 2.1.*

#### Продукція вирощування сільськогосподарських тварин

Назва сільгосп тварин за НПСГ	Жива маса одержаного приплоду	Жива маса приросту тварин від відгодівлі та нагулу	Жива маса тварин, які здохли
Велика рогата худоба	320,39	3187,94	10,36

*Таблиця 2.2.*

#### Продукція тваринництва інша

Назва сільгосп тварин за НПСГ	Обсяг виробництва (у цілих числах)
Молоко великої рогатої худоби, ц	89678



Підприємство має сертифіковану система управління безпеністю харчових продуктів на відповідність вимогам ДСТУ ISO 22000:2007. Завдяки розширенню виробництва площ та придбання сучасного обладнання, що сприяло визнанню підприємства на внутрішньому ринку країни.

Адміністрація підприємства та колектив підприємства постійно працюють над розширенням асортименту, впровадженням нових технологій виробництва та підвищенням якості продукції (рис. 2.1).

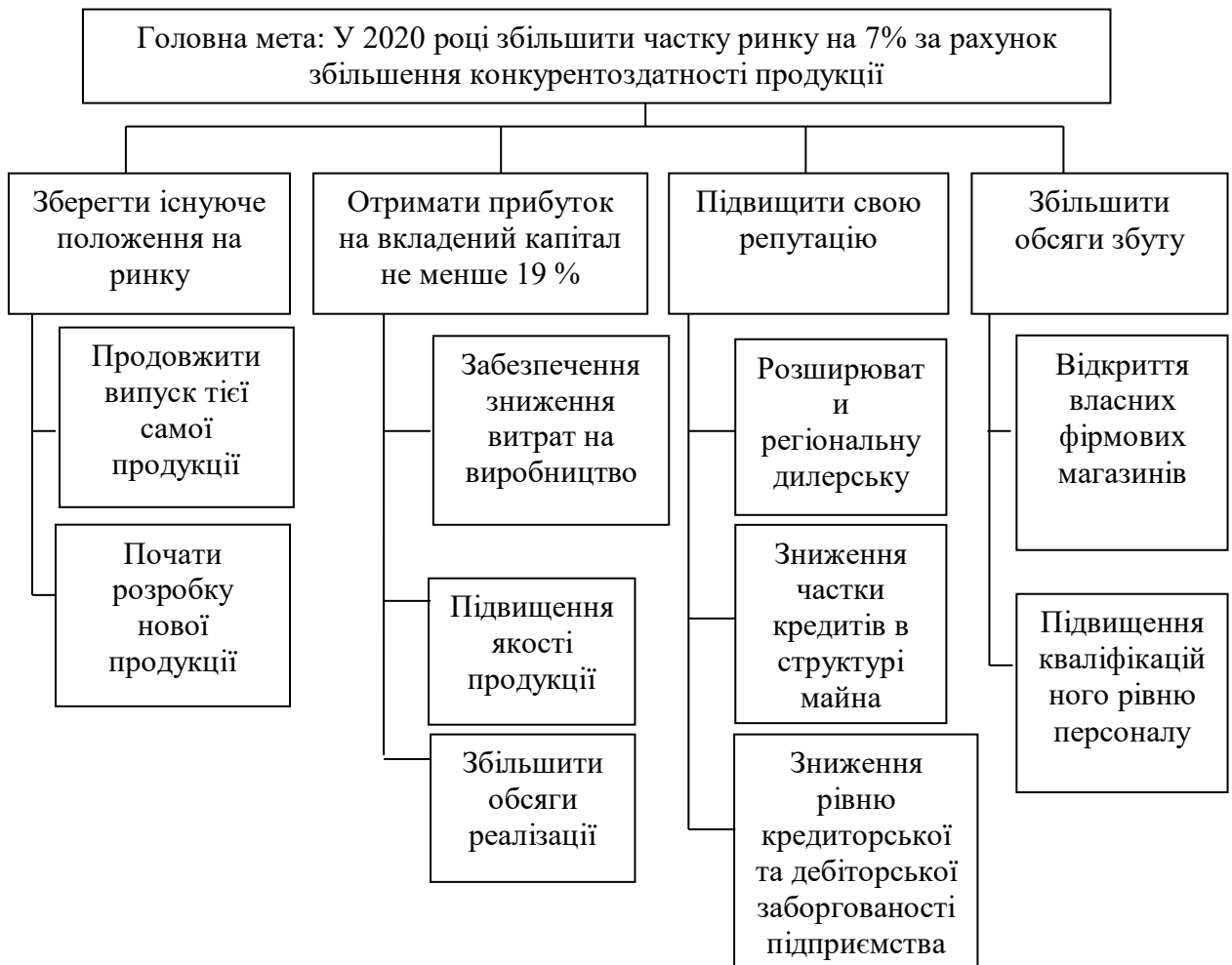


Рис. 2.1 Дерево цілей ТОВ «Промінь»

Цілі – це конкретний стан окремих характеристик організації, досягнення яких є для неї бажаним і на досягнення яких спрямована її діяльність.

Далі розглянемо систему управління ТОВ «Промінь».

Під системою управління на ТОВ «Промінь» мається на увазі система, вплив якої направлено на об'єкт управління з одночасною його трансформацією в бажаний стан відповідно до певних кількісних та якісних параметрів, та складається з елементів, які об'єднані загальною ціллю функціонування.

Структура управління підприємства ПП ТОВ «Промінь» представлена на рис. 2.2.

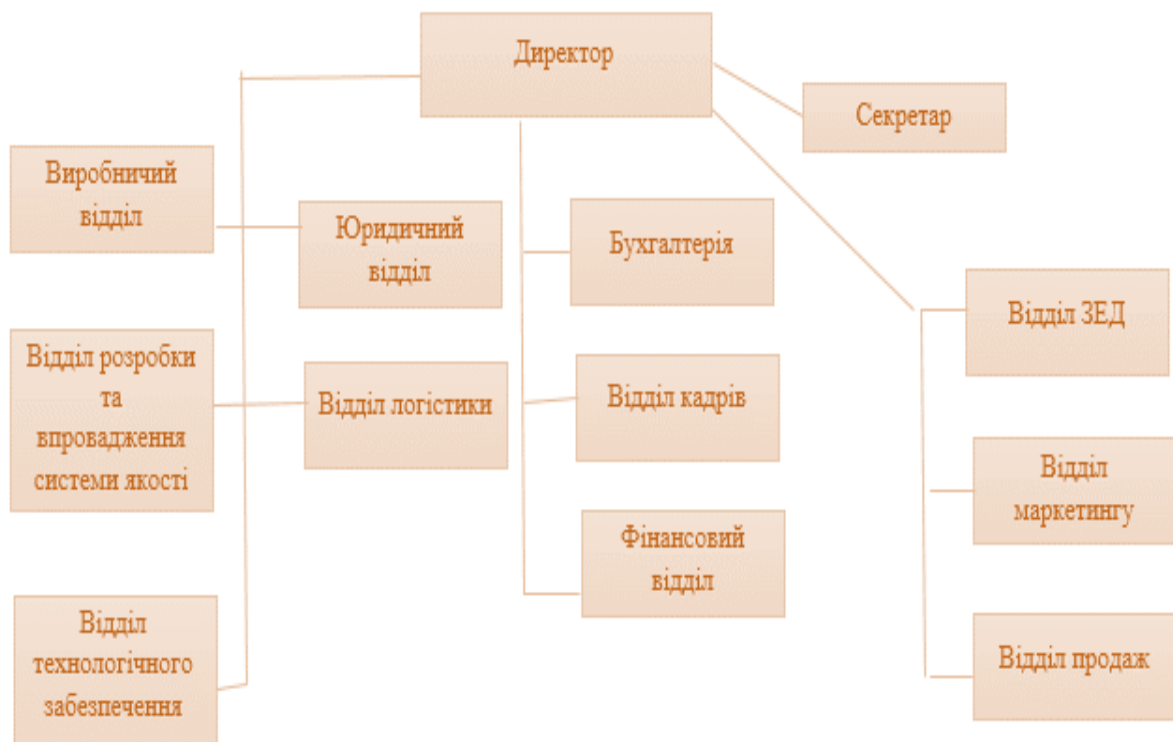


Рис. 2.2. Організаційна структура управління ТОВ «Промінь»

Менеджеру з виробництва підпорядковуються:

- Виробничо-диспетчерський відділ;
- Цех № 1;
- Цех № 2;
- Цех №3;

- Дизайн-студія.

Менеджеру з маркетингу підпорядковуються:

- Відділ маркетингу;

Менеджеру з якості підпорядковуються:

- Служба якості;

Головному бухгалтеру підпорядковуються:

- Відділ обліку фінансово-господарської діяльності;
- Сектор обліку готової продукції;

Фінансовому директору підпорядковуються:

- Відділ внутрішнього аудиту;
- Фінансовий відділ;
- Відділ економіки та розвитку.

У структурі управління ТОВ «Промінь» відбулася реорганізація відділів збуту та зовнішньоекономічних зв'язків і в результаті був створений відділ маркетингу (рис.2.3.).



Рис. 2.3. Структура відділу маркетингу ТОВ «Промінь»

Працівники відділу маркетингу постійно займаються вивченням перспективного і поточного попиту на послуги, що надаються ТОВ «Промінь», оформленням договорів надання будівельних послуг, розробляють

графіки поставок матеріалів на об'єкти у відповідності з підписаними договорами. Організаційна структура ТОВ «Промінь» спрямована насамперед на встановлення чітких взаємозв'язків між окремими підрозділами організації, розподілу між ними прав відповідальності. У ній реалізуються різні вимоги до удосконалювання систем управління, що знаходять вираження в тих чи інших принципах управління. Організаційна структура ТОВ «Промінь» і її управління не є чимось застиглим, вона постійно змінюється та удосконалюється.

## **2.2 Аналіз виробничо-фінансової діяльності підприємства ТОВ «Промінь»**

В умовах ринкової економіки виникає потреба в об'єктивному оцінюванні фінансового стану суб'єктів малого і середнього бізнесу.

По-перше, в умовах фінансової нестабільності підприємства його власник самостійно ухвалює рішення щодо проведення аналізу виробничо-фінансового стану свого підприємства з метою розроблення стратегії діяльності підприємства, в тому числі його фінансової санації. Аналогічне рішення може прийматися за ініціативою кредиторів на ухвалу арбітражного суду. По-друге, оцінюючи власні ризики, суб'єктів малого і середнього бізнесу вивчають їхній фінансовий стан. По-третє, оцінювання реального фінансового стану підприємства потребують потенційні інвестори та банки, що кредитують малий і середній бізнес. Оцінювання виробничо-фінансових результатів діяльності та фінансового стану підприємств малого і середнього бізнесу належить до спеціального аналізу і може здійснюватися з різним ступенем деталізації.

Поглиблений аналіз передбачає всебічне вивчення фінансового стану підприємства, тенденцій його зміни, джерел господарських засобів, складу активів, наявності й руху основних засобів, структури кредиторської і

дебіторської заборгованості, результатів виробничого господарської діяльності, основних напрямів використання прибутку тощо. Основною метою аналізу є розроблення стратегії подальшого розвитку господарюючого суб'єкта, зокрема зміна напрямів і видів виробничо-фінансової діяльності, здійснення реструктуризації, санаційних заходів тощо. Поглиблений аналіз покликаний виявити найслабші місця у стані та діяльності підприємства задля розроблення системи заходів підвищення ефективності виробничо-фінансової діяльності.

Проведемо аналіз основних фінансово-економічних показників господарської діяльності підприємства за 2017-2019 роки, для проведення економічної оцінки підприємства «Промінь», які представлені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

**Основні фінансово-економічні показники діяльності ТОВ  
«Промінь»**

Показник	Роки			Відхилення	
	2017	2018	2019	Абсолютне 2019/2017	Відносне, % 2019/2017
Чистий дохід від реалізації, тис.грн	63940	82915	126317	82377	161,96
Чистий прибуток, тис. грн.	549	651	1256	907	222,58
Собівартість продукції, тис.грн	60238	80351	97455	57217	142,20
Валовий прибуток, тис. грн.	3702	2384	8862	5160	139,38
Власний капітал, тис.грн	63082	62040	71296	9214	22,07

Закінчення табл.2.3

Рентабельність продажів, %	0,89	0,92	0,99	0,22	26,05
Рентабельність продукції, %	1,09	1,04	1,09	0,00	0,00
Рентабельність виробництва, %	0,87	0,75	1,08	0,22	24,93
Рентабельність власного капіталу,%	0,81	1,07	2,06	1,25	154,13

Згідно проведених розрахунків у табл. 2.3. представимо графічно динаміку основних показників роботи підприємства у 2017-2019 роках на рис. 2.4.

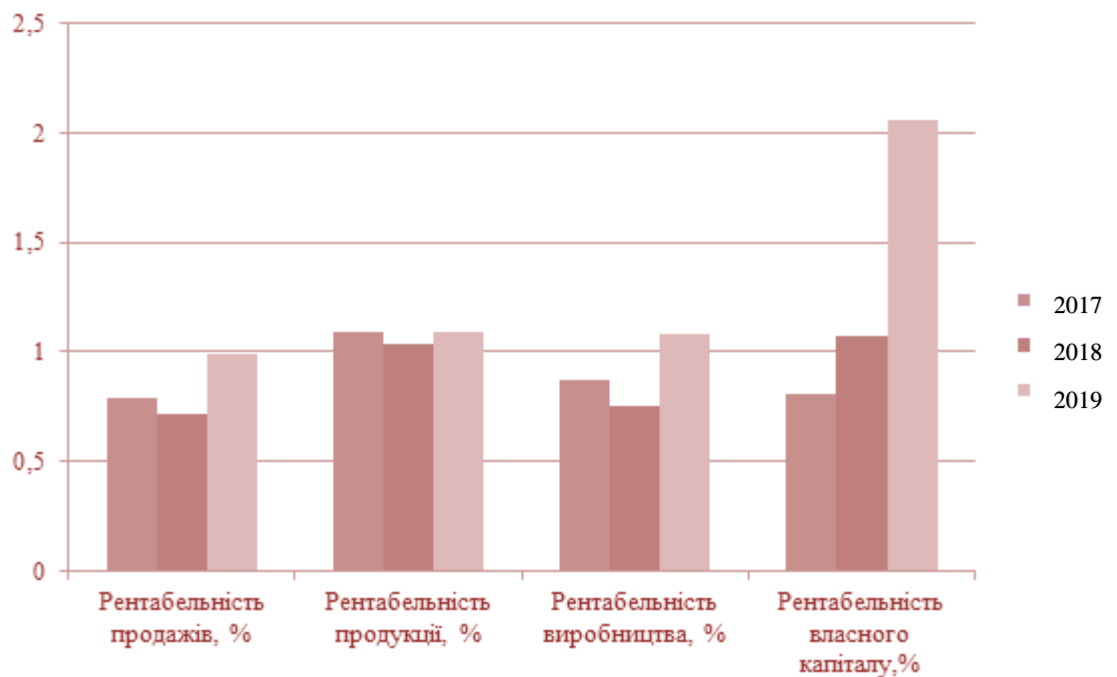


Рис. 2.4. Динаміка основних фінансово-економічних показників діяльності ТОВ «Промінь» за 2017-2019 рр.

Аналізуючи наведені дані, можна зробити висновок що рентабельність основних показників: продажів, продукції, виробництва та власного капіталу

має з кожним роком динаміку до збільшення, що дає можливість сказати, що підприємство активно розвивається, знаходить нові ринки збуту та ефективно веде свою виробничу діяльність.

Для оцінки господарської діяльності підприємства, проведемо вертикальний аналіз структури та динаміки активу та пасиву балансу.

Таблиця 2.4.

**Динаміка та структура необоротних та оборотних активів ТОВ  
«Промінь» за 2017-2019 рр.**

Показник	2017 рік		2018 рік		2019 рік		Відхилення 2017-2019	
	тис.грн	%	тис.грн	%	тис.грн	%	Абсолютне	Відносне, %
Необоротні активи	13160	29,1	20609	43,8	31199	45,8	18039	137,1
Нематеріальні активи	8	0,02	7	0,01	6	0,009	-2	-25,0
Незаввершені капітальні інвестиції	1879	4,2	-	-	7341	10,8	5462	290,7
Основні засоби	11273	25	20602	43,8	23852	35,0	12579	111,6
Оборотні активи	31989	70,9	26393	56,2	36696	53,4	334974	1047,2
Запаси	23028	51	16383	34,9	22955	33,7	-73	-0,3
Дебіторська заборгованість за послуги	5417	12	7149	15,2	10807	15,9	5390	99,5

Закінчення табл. 2.4

Інша поточна заборгованість	2341	5,2	1204	2,6	1035	1,5	-1306	-55,8
Гроші та їх еквіваленти	524	1,2	725	1,5	93	0,1	-431	-82,3
Інші оборотні активи	31989	70,9	26393	56,2	46	0,1	-31943	-99,9
Баланс	45149	100	47002	100	68162	100	23013	51,0

У 2019 році найбільшу частку у структурі активів складають оборотні активи, найбільше з них, дебіторська заборгованість за послуги, 15,9%, щоб мінімізувати дебіторську заборгованість, підприємству необхідно здійснити перевірку партнерів, за допомогою правильних формулювань умов контрактів, та контролювати розрахунки з підприємством. У компанії повинні бути налагоджені механізми виконання угод, система облік.

Далі представимо аналіз пасиву балансу підприємства ТОВ «Промінь», у табл. 2.5 на основі фінансової звітності підприємства за 2017-2019 роки.



Таблиця 2.5.

## Структура і динаміка пасиву балансу «Авангард» за 2017-2019 рр.

Показник	2017 рік		2018 рік		2019 рік		Відхилення 2017-2019	
	тис.грн	%	тис.грн	%	тис.грн	%	Абсолютне	Відносне, %
Власний капітал	61589	95,1	52040	89,4	49296	75,32	9707	2446,97
Пайовий капітал	40000	88,6	40000	85,1	-45000	-66,08	5000	-2334,36
Додатковий капітал	1240	2,75	1589	3,38	4789	7,03	3549	137,79
Нерозподілений прибуток	349	0,77	431	0,92	1507	2,21	1158	-25,17
Довгострокові зобов'язання	1350	2,9	1500	3,19	9000	13,22	7650	346,87
Поточні зобов'язання	2210	4,89	3462	7,37	7866	11,55	5656	290,57
За товари	1843	4,08	3016	6,42	7270	10,68	5427	260,97
З бюджетом	36	0,08	35	0,07	127	0,19	91	-93,69
Зі страхування	98	0,22	120	0,26	95	0,14	-3	-95,28
За оплати праці	208	0,46	286	0,61	371	0,54	163	78,37
Інші зобов'язання	25	0,06	5	0,01	3	0,004	-22	-88
Баланс	65149	100	67002	100	88102	100	32953	55,84

Пасив балансу має систематичну тенденцію до зростання показників, найбільше значення за досліджуваний період баланс має у 2019 році, власний

капітал, довгострокові та поточні зобов'язання також значно збільшились за період діяльності підприємства у 2019 році, що говорить про нарощування темпів виробництва продукції та стабільного функціонування на ринку.

Для проведення повного економічного аналізу результатів діяльності досліджуваного підприємства, проведемо ряд розрахунків, які дадуть змогу всесторонньо охарактеризувати якість та ефективність економічної діяльності підприємства. У табл. 2.6 проведемо аналіз показників майнового стану підприємства.

*Таблиця 2.6.*

**Аналіз показників майнового стану підприємства «Авангард»**

Показник	2017 рік	2018 рік	2019 рік	Відхилення 2019-2017
Майно підприємства	65149	67002	88162	33013
Середня величина основних засобів	12469	17937,5	24227	13758
Фондоозброєність	47,37	72,12	100,57	53,2
Фондовіддача	4,20	3,95	4,78	0,59
Частка основних засобів в активах	0,38	0,44	0,45	0,07
Коефіцієнт зносу основних засобів	0,34	0,23	0,22	-0,12
Коефіцієнт оновлення основних засобів	0,88	0,64	0,88	-0,01
Коефіцієнт мобільності активів	2,43	1,28	1,18	-1,25

З розрахунків проведених у табл. 2.6. можна зробити висновок, що: майно підприємств та середня величина основних засобів за досліджуваний період має тенденцію до збільшення, що є позитивним результатом діяльності ТОВ

«Промінь», фондоозброєність у 2019 році збільшилась на 53,2 тис. грн/чол., що говорить про достатнє забезпечення персоналу основними засобами, фондоддача у 2019 році на 0,59 показників більша ніж за аналогічний період 2017 року, це також позитивна тенденція, що говорить про ефективність використання основних фондів на підприємстві.

Коефіцієнт оновлення основних засобів у 2018 році мав тенденцію до зменшення, цьому сприяв інфляційних фактор, проте, у 2018 році показник знову на рівні 2017 року, що є позитивним у діяльності ТОВ «Промінь».

Коефіцієнт мобільності активів має тенденцію до зменшення за весь досліджуваний період з 2017 – 2019 роки, це є негативною тенденцією, та говорить про зменшення кількості активів, що мають можливість перетворення у ліквідні кошти.

Частка основних засобах в активах також збільшується, що говорить про зростаючі обсяги реалізації продукції підприємством. Коефіцієнт зносу основних засобів у 2019 році зменшився на 0,12, що говорить про фізичне зношення основних фондів та необхідність їх поступового оновлення.

Далі у табл. 2.7. проведено аналіз рентабельності підприємства ТОВ «Промінь» за 2017-2019 роки.

*Таблиця 2.7.*

**Аналіз показників рентабельності ТОВ «Промінь» за 2017-2019 рр.**

Показник	2017 рік	2018 рік	2019 рік	Відхилення 2017-2019
Рентабельність активів	0,009	0,009	0,009	0
Рентабельність виробничих фондів	0,008	0,08	0,009	0,001
Рентабельність витрат	0,03	0,003	0,09	0,06

Закінчення табл.2.7

Коефіцієнт реінвестування	1	1	1,42	0,42
Період окупності капіталу	113,19	102,16	52,52	-75,67
Період окупності власного капіталу	0,008	0,01	0,02	0,012

Можемо зробити висновок, що рентабельність активів у досліджуваній період є незмінною, що говорить про стабільність роботи, рентабельність виробничих фондів повинна мати тенденцію до збільшення, що і спостерігається в період з 2017-2019 роки. Коефіцієнт реінвестування має тенденцію до збільшення, що говорить про спрямування чистого прибутку на збільшення власного капіталу. Рентабельність витрат має позитивну тенденцію до збільшення, у 2019 році вона становить на 0,06 більше ніж за період 2017 року, це говорить про збільшення чистого прибутку на одиницю вартості виробничих фондів.

Період окупності капіталу як і період окупності власного капіталу має позитивну тенденцію до зменшення, що якісно впливає на ефективність роботи підприємства. У табл. 2.8. проаналізовано показники ліквідності підприємства.

Таблиця 2.8.

**Аналіз показників ліквідності ТОВ «Промінь» за 2017-2019 рр.**

Коефіцієнт	2017 рік	2018 рік	2019 рік	Відхилення 2019-2017рр.
поточної ліквідності	14,43	7,6	4,7	-9,73
ліквідності швидкої	4,05	2,9	1,8	-2,25
ліквідності абсолютної	0,24	0,2	0,01	-0,23

Для наочності отриманих розрахунків з табл. 2.8. на рис. 2.5. зображено динаміку показників ліквідності ТОВ «Промінь» за 2017-2019 роки.

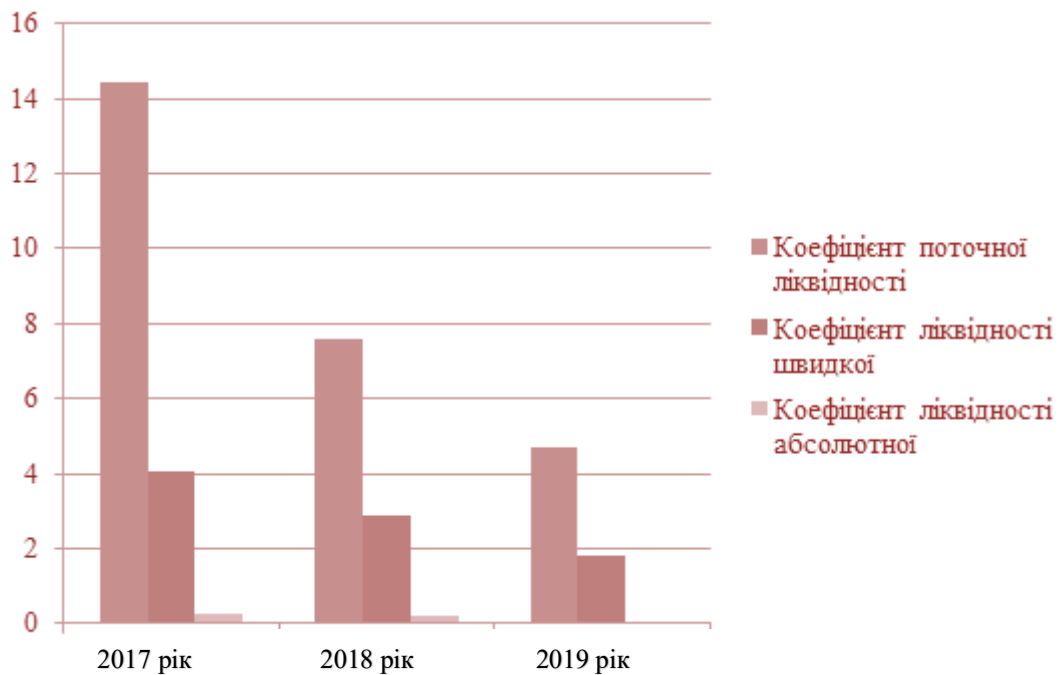


Рис. 2.5. Динаміка показників ліквідності ТОВ «Промінь»

Коефіцієнт поточної ліквідності має тенденцію до зменшення, але знаходиться в межах рекомендованих норм більше 1. Коефіцієнт швидкої ліквідності також має тенденцію до зменшення, що негативно впливає на підприємство, проте також знаходиться у межах рекомендованих норм.

Коефіцієнт абсолютної ліквідності підприємства характеризує готовність підприємства негайно ліквідувати короткострокову заборгованість, у 2018 році становив 0,23, що є рекомендованою нормою для підприємств, проте у 2019 році зменшився на 0,01 показник і у порівнянні з 2017 роком та становив 0,01, що говорить про зменшення оборотних коштів у підприємства.

### 2.3. Ефективність застосування БПЛА в сільському господарстві

Безпілотні літальні апарати застосовуються для вивчення місцевості, для вирішення сільськогосподарських завдань і створення карт в електронному форматі. Аерозйомка дозволяє більш ефективно і якісно проводити інвентаризацію сільськогосподарських земель, контролювати посіви і виявляти знос або деградацію ресурсів, мінімізувати загрози, пов'язані з виснаженням землі. Це хороший інструмент аналізу і визначення ресурсності сільського господарства.

У сільському господарстві безпілотну авіацію можна застосовувати для:

- моніторингу структури площ для посівів і контролі за використанням угідь;

- складання планів і карт сільськогосподарської землі;

- встановлення меж посівних територій і розрахунку їх площ;

- інвентаризації землі для посівів та інших сільськогосподарських потреб;

- аналізу заростання сільськогосподарських угідь деревами та чагарниками;

- визначення ділянок заболоченості місцевості, ерозії ґрунту, надлишку вологи або засихання території;

- вивчення змін ґрунтів і складанні планів і карт змін ґрунту;

- моніторингу випадків незаконного використання землі та ресурсів.

Отримані фотознімки обробляються професіоналами за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Після детального аналізу створюється електронна карта, що дозволяє з'ясувати:

- Електронні контури полів.

- Карту якості ґрунту на основі даних замовника.

- Ортофотоплан.

- Карту вегетаційного індексу NDVI.

Електронні контури полів дозволяють:

- Інвентаризувати сільгоспугіддя.

- Створювати кадастри земель.
- Межувати ділянки.

Карта якості ґрунту визначають:

- Зміст основних елементів (N, P, K).
- Підтоплення територій.
- Освіта ярів і зсувів.
- Сніговий покрив.

За допомогою ортофотоплану можна:

- Отримати точні контури сільськогосподарських угідь.
- Провести точний прорахунок корисної площі.
- Спрогнозувати витрата палива.

Карта вегетаційного індексу NDVI дозволяє:

- Прогнозувати і оцінювати врожайність і якість плодів.
- Виявляти хвороби і шкідників на ранніх стадіях розвитку рослин.
- Розраховувати точкове внесення мікродоз добрив і необхідних препаратів.
- Планувати комплекс агротехнологічних робіт для досягнення максимального врожаю.

Використання мультиспектральної зйомки в сільському господарстві – це новий крок в розвитку сільського господарства. Дана технологія надає фермерам майже миттєву максимально детальну інформацію про те, як себе відчувають посіви.

З її допомогою можна визначити індекс NDVI:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

де, NIR - відображення в ближній інфрачервоній області спектра,

RED - відображення в червоній області спектра.

В основі формули NDVI лежить той факт, що висока фотосинтетична активність, як правило, пов'язана з наявністю густої рослинності. Завдяки

цьому, з'являється можливість проводити картографування рослинного покриву на основі повітряних зйомок і виявляти площі, покриті і непокриті рослинністю.

Знаючи спектральні характеристики природних (сніг, лід, вода) і штучних матеріалів, а також характерні для них значення NDVI, можна розпізнавати та класифікувати їх на спектрональних знімках.

Сучасні комплекси БПЛС можуть використовуватися не тільки для збору інформації, але і для високоефективної і економічної боротьби з шкідниками врожаю за допомогою розселення трихограми.

Трихограмма - дрібна комаха, яке будучи личинкою, харчується яйцями паразитів. Та відбувається природний і біологічно безпечний процес по знешкодженню паразитів, що, в свою чергу, допомагає максимально зберегти врожай. Для розселення трихограми підходять порівняно невеликі БПЛС, що дозволяє знизити витрати на їх використання.

Трихограму можна розселяти для захисту від комплексу совок, кукурудзяного метелика, лучного метелика та інших лускокрилих шкідників. Вона паразитує на яйцях більше 60 видів шкідників.

Вона використовується на широкому діапазоні сільськогосподарських (пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, горох, плодовий сад і ін.) і декоративно-квіткових культур в умовах відкритого і закритого ґрунту.

Висока ефективність, зниження втрат врожайності в результаті обробки с / г культур більш ніж на 22%.

Авіавнесення (виключається потреба в застосуванні спеціальних обприскувачів). Спеціально встановлені дозатори дозволяють варіювати необхідну кількість біоматеріалу в залежності від культури, сезонності і погодних факторів. Розпилення з БПЛА гарантує впровадження особин трихограми рівномірно на всіх ділянках поля. За один політ БПЛС обробляє до 40 га, час обробки 40 га становить близько 20 хвилин. Найбільш ефективна



висота польоту: 10-15 м над культурою. Одна бригада може за день обробити до 500 га.

Застосування БПЛА і дронів в системі забезпечення безпеки агропромислових холдингів відкриває нові можливості, які були недоступні раніше. Тактико-технічні характеристики дронів дозволяють здійснювати оперативний моніторинг сільськогосподарських угідь та об'єктів інфраструктури, що знаходяться на відстані до декількох кілометрів. Це дозволяє своєчасно відреагувати на екстренну ситуацію, припинити протиправну діяльність.

Дрони і БПЛА можуть використовуватися як в денний, так і в нічний час доби. Для виконання завдань в нічний час на апарат встановлюють тепловізор.

Безпілотна авіація найближчим часом почне домінувати над пілотованою. Такий розвиток цього класу авіатехніки обумовлений специфічними рисами, реалізація яких дозволяє отримати суттєву перевагу над пілотованою авіацією для широкого спектру завдань. Основними властивостями БПЛА літакового і вертолітного типів, що вигідно відрізняють їх від пілотованих літаків і вертольотів, є:

- вищий рівень виживання БПЛА в умовах протидії засобів ППО супротивника внаслідок їх меншої помітності у всіх діапазонах довжин радіохвиль;

- можливість їх зльоту практично при будь-якому рельєфі місцевості без проведення підготовчих інженерних робіт [6, с. 25];

- здатність перебування у високих ступенях готовності практично необмежений час;

- коротші терміни і менша вартість навчання операторів наземних пунктів управління БПЛА порівняно з підготовкою екіпажів пілотованих літальних апаратів;

- значно менша вартість (на один-два порядки залежно від цільового призначення і параметрів БПЛА) та терміни розгортання їх серійного виробництва;

- можливість видачі інформації споживачам практично в реальному масштабі часу;

- можливість роботи умовах високого радіоактивного, хімічного і бактеріологічного забруднення повітря і місцевості, а також при несприятливих метеоумовах.

За конструкційним ознаками існуючі та перспективні БПЛА поділяються на такі види:

- БПЛА літакових схем;
- БПЛА вертолітних схем.

За можливостями вирішення цільових завдань БПЛА є таких типів:

- БПЛА ближньої дії з тривалістю польоту 1-2 години;
- БПЛА середньої дії з польотним часом 6-12 годин;
- БПЛА дальньої дії з тривалістю польотів 24-48 годин.

За додатковою класифікацією конкретний зразок БПЛА можна віднести:

- за злітною масою – до надлегких (до 5 кг), легких (до 200 кг), середніх (до 1 000 кг) та важких (понад 1000 кг) БПЛА;
- за тривалістю польоту – до малої (до 1 год.), середньої (до 10 год.) та великої (понад 10 год.) тривалості перебування БПЛА в повітрі;
- за висотою польоту – до низьковисотних (до 1 000 м), середньовисотних (до 10 000 м) та висотних (до 15 000-20 000 м) БПЛА.

Умовно всі дрони можна поділити на 4 групи:

1. Мікро. Такі БПЛА важать менше 10 кг, максимальний час перебування в повітрі - 60 хвилин. Висота польоту - 1 кілометр.
2. Міні. Вага цих апаратів досягає 50 кг, час перебування в повітрі досягає 5 годин. Висота польоту варіюється від 3 до 5 кілометрів.

3. Міді. Безпілотні літальні апарати вагою до 1 тонни, розраховані на 15 годин польоту. Такі БПЛА піднімаються на висоту до 10 кілометрів.

4. Важкі безпілотники. Їх вага перевищує тонну, розроблені апарати для далеких польотів тривалістю більше доби. Можуть переміщатися на висоті 20 кілометрів.

У конструкції безпілотного апарату є супутниковий навігатор і програмований модуль. Якщо БПЛА використовується для отримання, збереження і передачі інформації на пульт оператора, в ньому додатково встановлюються карта пам'яті і передавач.

Конструкція і функціональність змінюються в залежності від призначення апарату. Є моделі дронів, які вміють приймати команди людини і реагувати на них. У таких пристроях встановлені спеціальні модулі-приймачі команд.

Польотом дрона безпосередньо керує польотний контролер. Існують десятки моделей популярних польотних контролерів різних виробників. Їх характеристики у кожній цінній категорії загалом подібні, і вибір польотного контролера залежить від особистих уподобань конструктора дрона. Цінова шкала доступних на ринку польотних контролерів сягає від кількох десятків доларів до кількох тисяч доларів США.

До функцій польотного контролера відносяться [48]:

- стабілізація апарата в повітрі;
- утримання висоти (за допомогою барометра) та позиції (за допомогою GPS);
- автоматичний політ за заданими точками (опція);
- передача на землю поточних параметрів польоту за допомогою модема або Bluetooth (опція);
- забезпечення безпеки польоту (повернення в точку злету при втраті сигналу, автопосадка);

- підключення додаткової периферії: OSD (накладання параметрів польоту на відео), світлодіодна індикація і т.д. Кількість функцій залежить від наявності на борту коптера відповідної периферії, в дешевих контролерах ряд функцій може бути відсутнім.

Польотний контролер MultiWii популярний через низьку ціну і відкритість вихідних кодів. Компіляція програми виконується з допомогою безкоштовного середовища розробки Arduino IDE. Останні версії Multiwii мають більшість функцій, необхідних для польоту, в тому числі політ по точкам. Проект некомерційний і підтримується ентузіастами.

Польотний контролер ArduCopter: найбільш функціональний серед польотних контролерів з відкритим кодом. Має всі необхідні для польоту функції, у т.ч. автоматичний політ по точкам, накладання параметрів польоту на відео (OSD) утримання позиції та ін. Контролери випускаються компанією 3D Robotics (плати APM), їх ціна складає близько 150\$. Існують також китайські клони (HKPilot), ідентичні по «залізу» і сумісні по прошивкам, їх ціна близько 50\$. 24 Плата APM має лише базову функціональність, решта модулів (GPS, OSD, модем) купуються окремо.

Польотні контролери DJI випускаються компанією DJI Innovations, мають закриті прошивки і схему. Натепер випускаються такі види контролерів [59, с. 11]:

- DJI Naza-M Lite: базова версія, має режими стабілізації польоту та основні GPS-функції (утримання та повернення додому).

- Не підтримує можливість підключення зовнішніх модулів, в іншому функціональність аналогічна старшій моделі DJI Naza-M V2. Ціна близько 250\$. DJI Naza-M V2: більш нова версія, відрізняється можливістю підключення OSD, модуля Bluetooth або наземної станції, ціна близько 400\$.

За відгуками користувачів, контролери DJI мають високу стабільність польоту, кращу ніж у більш дешевих моделей. Хоча функціональність самих контролерів доволі обмежена, її можна значно розширити з допомогою

зовнішніх модулів (крім DJI Naza-M Lite). Наприклад для отримання можливості безпроводного налаштування потрібно придбати додатковий модуль Bluetooth (50\$), для ведення розширених польотних логів необхідний DJI iOSD MARK II (255\$), для польоту по точкам, передачі телеметрії або керування з планшета iPad необхідний 2.4G Bluetooth Datalink & iPad Ground Station (300\$). Таким чином головним недоліком цих контролерів є висока ціна як самого контролера так і додаткових модулів.

Телеметрія – модем (Bluetooth, WiFi) - для дистанційного налаштування і перегляду параметрів польоту можуть використовуватися безпроводні канали зв'язку: модем на 433 або 910 МГц, Bluetooth або WiFi-модуль. Дальність їх роботи відповідно, може складати від 50 м до 10 км.

Відеолінк – для можливості перегляду зображення з мультикоптера, на нього встановлюють міні-камеру та відеопередавач. Частота передачі зазвичай складає 900МГц, 1.2, 2.4 або 5.8ГГц. Більш високі частоти зручні більш компактними антенами, однак більш низькочастотні сигнали краще огинають перешкоди. Приблизна дальність прийому відеосигналу за допомогою передавача 200-400мВт складає близько кілометра, дальність може бути збільшена або направленими антенами, або більш потужним передавачем. Для передачі використовують аналогові камери стандартів PAL або NTSC, цифрові канали поки не використовуються через їх дороговизну і більшу масу.

OSD (On Screen Display) – підключається між камерою і відеопередавачем, використовується для накладання параметрів польоту (швидкість, висота, координати) на відео. Підвіс для фото/відеокамери - при встановленні на мультикоптер фото або відеокамери, контролер может керувати моторами підвісу, забезпечуючи стабілізацію камери при нахиланні коптера. Це забезпечує більш плавну відеозйомку і фотозйомку без нахилів та спотворень. Також користувач може сам керувати положенням камери.

Дрони обладнуються напівпрофесійними та професійними відеокамерами.

При використанні безпілотних повітряних суден маємо такі позитивні фактори [49, с. 470]:

- існує низка завдань, при яких присутність людини в літаку абсолютно не потрібна, що є значно дешевшим, ніж використання машини;

- застосування БПЛА не пов'язано з ризиком втратити екіпаж, на підготовку (і порятунок у випадку аварії) якого витрачається багато часу і коштів. Щодо недоліків застосування БПЛА відноситься той факт, що при знищенні супутників зв'язку і навігації, порушенні каналів комунікації миттєво порушуються процеси функціонування БПЛА, апарати виходять з-під контролю. До мінусів (які з часом можуть зникнути) слід також віднести малі швидкості.

Таким чином, розвиток будівництва нових літальних апаратів є досить швидким та має два напрями для швидкого впровадження: перше – зниження вартості дрона і додаткового устаткування, другий напрямок – поява на ринку великих безпілотників, що мають великий запас автономності та вантажопідйомності. Отже, є два напрями для швидкого впровадження БПЛА: перше – зниження вартості дрона і додаткового устаткування, другий напрямок – поява на ринку великих безпілотників, що мають великий запас автономності та вантажопідйомності.

З проведених розрахунків можна зробити висновок, що: майно підприємств ТОВ «Промінь» та середня величина основних засобів за досліджуваний період має тенденцію до збільшення, що є позитивним результатом діяльності ТОВ «Промінь», фондоозброєність у 2019 році збільшилась на 53,2 тис. грн/чол., що говорить про достатнє забезпечення персоналу основними засобами, фондовіддача у 2019 році на 0,59 показників більша ніж за аналогічний період 2017 року, це також позитивна тенденція, що говорить про ефективність використання основних фондів на підприємстві.

У даному розділі проведений аналіз стану сільського господарства в Україні показав, що близько 50-60% уражене зерно, це пов'язано як з нестійкими погодними умовами, так і з проблемами обробки с/г угідь авіаційним методом. Наприклад, в США оброблюється близько 30% зернових за допомогою авіації, при цьому слід зазначити, що структура с/г дуже схожа на українську, при цьому важно відмітити, що близько 4,5 млн. га в Україні можуть оброблюватися за допомогою літаків.

Також треба вказати, що на даний момент у світовому обігу знаходиться біля 35 тис. легких літаків і лише 10% мають злітну вагу не більше 1,5 т [1], а отже можна відмітити, що ринок БПЛА та ЛА з такими параметрами не насичений.

## 3. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05. 21. 300 ПЗ				
Виконала	Кліщ О.О..			3. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Дерев'янка Т.А.					Д	73	30
Консульт.	Дерев'янка Т.А.				ФТМЛ 275 ОП- 201Б			
Н. контр.	Дерев'янка Т.А.							
Зав. каф.	Шевчук Д.О.							



## РОЗДІЛ 3

### ПРОЄКТ РІШЕННЯ З ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

#### **3.1. Запропонований метод розрахунків для прогнозування ефективності БПЛА в галузі сільського господарства**

Сьогодні за допомогою дронів можна вирішити багато проблем, на які раніше у аграріїв витрачалося безліч часу та зусиль. Сучасні безпілотні літальні апарати – це ефективні рішення питань моніторингу поля, захисту врожаю та контролю якості виконання усіх виробничих процесів. Ще кілька років тому, щоб оцінити стан і розвиток рослин, агрономи були змушені об'їжджати все поле або навіть пройти його по діагоналі. Це призводило до зайвих витрат на паливо і займало багато часу. Та й ефективність такої роботи була не найвищою. Проблему моніторингу великих площ сьогодні допомагають вирішити дрони – безпілотні літальні апарати (БПЛА). З року в рік вони набувають все більшої популярності та стають «всевидящим оком» аграріїв.

Технологічні процеси, що відбуваються під час повітряних перевезень пасажирів і вантажів, сприяють посиленню негативного впливу на навколишнє середовище. При забрудненні атмосферного повітря фахівці вирізняють економічні, соціально-економічні, соціальні та екологічні збитки. До економічних збитків, які можливо розрахувати в монетарній формі, належать: збитки за рахунок коштів, потрібних для ліквідації наслідків забруднення в промисловості, житловому господарстві; збитки внаслідок зменшення обсягу промислової й сільськогосподарської продукції; збитки внаслідок зменшення продуктивності природних біогеоценозів; збитки, які утворилися, тому що з викидами в повітря потрапляє й частина матеріалів та природних ресурсів; витрати, потрібні для підтримки або налагодження необхідної рівноваги в природних екосистемах; витрати внаслідок зменшення

терміну дії будівель і споруд; збитки, які утворилися, тому що зменшилася продуктивність праці як наслідок зростання захворюваності населення.

Соціально-економічні збитки, які піддаються розрахункам, це: витрати на соціальне забезпечення населення, зростання захворювання якого пов'язане із забрудненням природного середовища; витрати, які постійно зростають, на збереження рекреаційних природних ресурсів; додаткові витрати, потрібні для забезпечення населенню повноцінного відпочинку; збитки, які зростають як наслідок екологічної міграції населення. До соціальних збитків, які майже не піддаються розрахункам, належать: естетичні збитки від часткової або повної деградації ландшафтів природного середовища; психологічні збитки, які нагромаджуються внаслідок невдоволеності населення якістю природного середовища. До екологічних збитків, які теж майже не піддаються розрахункам, ураховуючи величезний обсяг потрібної інформації, знань та часу, потрібних для цього, відносять: зникнення видів тваринного і рослинного світу; руйнування неповторних екологічних систем природного середовища, які накопичуються внаслідок генетичних помилок, характерних для нового, молодшого покоління населення. Компенсація збитків здійснюється у нормативному порядку шляхом застосування екологічного податку.

Отже, розглянемо ймовірну ефективність використання БПЛА на прикладі сільськогосподарської галузі (робота з пестицидами).

Спочатку необхідно визначити секундну витрату хімічних препаратів:

$$q_{сек} = \frac{N_x * Ш_{пр} * V_p}{10000} \text{ (л/сек.)}, \quad (3.1)$$

де,  $N_x$  - норма витрати хімічного препарату, л/га;

$Ш_{пр}$  - максимальна ширина робочого захвату, м;

$V_p$  - робоча швидкість ПС, км/год.

Наступним кроком є визначення загальної ширини площі, що оброблена за одне разове завантаження:

$$Ш_o = \frac{G_{np} * 10000}{N_x * L_r} (м), \quad (3.2)$$

де,  $L_r$  - довжина ділянки, що оброблюється, м;

$G_{np}$  - максимальне завантаження хімікатів у бак, л;

$N_x$  - норма витрати хімічного препарату, л/га.

Визначаємо кількість заходжень з разовим завантаженням:

$$n_{зах} = \frac{Ш_o}{Ш_p}, \quad (3.3)$$

де,  $Ш_o$  - загальна ширина площі, що обробляється за одне разове завантаження, м;

$Ш_p$  - конструкторська ширина робочого охопту літака, м.

Проте, необхідно пам'ятати, що у разі дробового результату виконується округлення до цілого числа за такими правилами:

Коли ЗПМ розташований збоку ділянки, що оброблюється, округлення виконується у бік непарного числа. Якщо ЗПМ розташований у створі з ділянкою, округлення виконується у бік парного числа.

Важливо додержуватися цього правила, якщо відстань від ЗПМ до ділянки, що оброблюється, становить до 5 км.

У разі округлення числа заходжень у більший бік, розраховується найвигідніша ширина захвату:

$$Ш_n = \frac{Ш_o}{n_{зах}}, \quad (3.4)$$

де,  $n_{\zeta\grave{a}\grave{o}}$  - кількість цільних заходжень заходжень при  $n_{\zeta\grave{a}\grave{o}} > n_{\zeta\grave{a}\grave{o}}$ ;

$Ш_o$  - загальна ширина площі, що оброблена за одне разове завантаження, м.

Якщо округлення проведено в менший бік, тоді  $Ш_n = Ш_p$ .

Далі розраховуємо найвигідніше завантаження:

$$G_n = \frac{N_x * Ш_n * L_i * n_{зах}}{10000} (л), \quad (3.5)$$

де,  $L_r$  - довжина ділянки, що оброблюється, м;

$G_{i\grave{o}}$  - максимальне завантаження хімікатів у бак, л;

$N_x$  - норма витрати хімічного препарату, л/га;

$n_{\zeta\grave{a}\grave{o}}$  - кількість заходжень з разовим завантаженням.

Після знаходження найвигіднішого завантаження, знайдемо тривалість елементів польоту:

$$T = \frac{n_{зах} * L_r}{60 * V_p} + n_{зах} * t_{роз} + \frac{L_n}{30 * V_n} + t_4 (хв.), \quad (3.6)$$

де,  $t_{\delta i \zeta}$  - час на розворот, хв.;

$t_4$  - час на злет, хв.;

$L_r$  - довжина ділянки, що оброблюється, м;

$n_{\zeta\grave{a}\grave{o}}$  - кількість заходжень з разовим завантаженням;

$L_i$  - відстань між ділянкою, що оброблюється та ЗПМ, м;

$V_i$  - швидкість підльоту до ділянки, що оброблюється, м/сек.;

$V_\delta$  - робоча швидкість ПС, м/сек..

Далі необхідно розрахувати продуктивність ПС:

$$P = \frac{G_n * 60}{N_x * T} \text{ (га / год.)}, \quad (3.7)$$

де,  $G_i$  - найвигідніше завантаження, л;

$N_x$  - норма витрати хімічного препарату, л/га;

$T$  - знайдемо тривалість елементів польоту, хв.;

60 – коефіцієнт для перерахунку часу.

Щоб розрахувати собівартість години виробничого нальоту, необхідно розрахувати собівартість виробничої години літака. Тобто, собівартість складається з прямих та непрямих затрат, а отже в прямі затрати входять: витрати на ПММ, амортизаційні відрахування, заробітна плата екіпажу, вартість доставки БПЛА до місця робіт.

Витрати на ПММ:

$$E_{ПММ} = (1 + k_n) * g * C_{ПММ} \text{ (грн. / год.)}, \quad (3.8)$$

де,  $k_i$  - коефіцієнт, який враховує невикористані години (приймають рівним 0,05);

$g$  – годинні витрати палива, л;

$C_{ПММ}$  - вартість 1 л палива.

Амортизація – систематичний розподіл вартості, яка амортизується, необоротних активів протягом строку їх корисного використання (експлуатації) [17].

Ліквідаційна вартість – сума коштів або вартість інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) необоротних активів після закінчення строку їх корисного використання (експлуатації), за вирахуванням витрат, пов'язаних з продажем (ліквідацією) [17].

Строк корисного використання (експлуатації) – очікуваний період часу, протягом якого необоротні активи будуть використовуватися підприємством або з їх використанням буде виготовлено (виконано) очікуваний підприємством обсяг продукції (робіт, послуг) [17].

Згідно чинного законодавства, літаки відносяться до п'ятої амортизаційної групи “Транспортні засоби”. Амортизація основних засобів (крім інших необоротних матеріальних активів) нараховується із застосуванням таких методів:

Прямолінійного, за яким річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів [17];

Зменшення залишкової вартості, за яким річна сума амортизації визначається як добуток залишкової вартості об'єкта на початок звітнього року або первісної вартості на дату початку нарахування амортизації та річної норми амортизації. Річна норма амортизації (у відсотках) обчислюється як різниця між одиницею та результатом кореня ступеня кількості років корисного використання об'єкта з результату від ділення ліквідаційної вартості об'єкта на його первісну вартість [17];

Прискореного зменшення залишкової вартості, за яким річна сума амортизації визначається як добуток залишкової вартості об'єкта на початок звітнього року або первісної вартості на дату початку нарахування амортизації та річної норми амортизації, яка обчислюється, виходячи із строку корисного використання об'єкта, і подвоюється [17];

Кумулятивного, за яким річна сума амортизації визначається як добуток вартості, яка амортизується, та кумулятивного коефіцієнта. Кумулятивний

коефіцієнт розраховується діленням кількості років, що залишаються до кінця строку корисного використання об'єкта основних засобів, на суму числа років його корисного використання [14];

Виробничого, за яким місячна сума амортизації визначається як добуток фактичного місячного обсягу продукції (робіт, послуг) та виробничої ставки амортизації. Виробнича ставка амортизації обчислюється діленням вартості, яка амортизується, на загальний обсяг продукції (робіт, послуг), який підприємство очікує виробити (виконати) з використанням об'єкта основних засобів [14].

Використовувати будемо кумулятивний метод, так як він у перші три – чотири роки дозволяє відбити 75% вартості ОФ:

$$A = (B_n - B_{л}) * \frac{P_{к}}{K_p} (\text{грн.}), \quad (3.9)$$

де,  $B_n$  - початкова вартість, грн.;

$B_{л}$  - ліквідаційна вартість, грн.;

$D_e$  - кількість років, яка остається до кінця корисного користування;

$K_p$  - сума кількості років корисного використання.

$\frac{P_{к}}{K_p}$  - кумулятивний коефіцієнт.

Істотним плюсом даного методу є нарахування більших сум амортизації в перших періодах використання об'єкта основних засобів у порівнянні з наступними періодами. До недоліку кумулятивного методу відносимо відносно високу складність розрахунків суми амортизації.

У прямі затрати входять податок за забруднення та заробітна плата екіпажу повітряного судна. Заробітна плата екіпажу повітряного судна є почасовою.

Також до прямих затрат відносимо і відрахування з заробітної плати у Єдиний соціальний фонд. Ті, що використовують працю найманих робітників із числа осіб літних екіпажів повітряних судів цивільної авіації (пілоти, штурмани, бортінженери, бортмеханіки, бортрадисти, льотчики-спостерігачі) і бортоператорів на спеціальних роботах, що виконуються у польотах — 45,96 відсотка від суми нарахованої заробітної плати по видах виплат, що включають основну й додаткову заробітну плату, інші заохочувальні й компенсаційні виплати, у тому числі в натуральній формі, обумовлені відповідно до Закону України «Про оплату праці» особам літних екіпажів повітряних судів цивільної авіації (пілотам, штурманам, бортінженерам, бортмеханікам, бортрадистам, льотчикам-спостерігачам) і бортоператорам, що виконують спеціальні роботи в польотах [15].

Згідно діючого законодавства відрахування з заробітної плати становлять 45,96%.

Відрахування з оператора БПЛА приймаємо як відрахування з заробітної плати програміста, або 36,76% від нарахованої заробітної плати (1 клас професійного ризику). Також слід узаплатити збір з застрахованих робітників у розмірі 3,6% від нарахованої заробітної плати.

У прямих витрати також включаємо льотні, медичні посвідчення, відрахування за метеозабезпечення та органам управління повітряного руху, страхування ПС, екіпажу та відповідальності перед третіми особами.

До непрямих затрат відносимо: зарплата адміністрації, бухгалтеру та інших робітників, витрати на рекламу, оренду офісу та ін..

Загальна формула собівартості:

$$C = C_{\text{п}} + C_{\text{н}}(\text{грн.}), \quad (3.10)$$

де,  $C_{\text{п}}$  - прямих витрати по собівартості, грн.;

$C_{\text{н}}$  - непрямих витрати по собівартості, грн..



Якщо  $\epsilon$  розрахована собівартість, тоді можна розрахувати вартість обробки 1 га:

$$B = \frac{C}{P} \text{ (грн./га)}, \quad (3.11)$$

де,  $C$  - собівартість 1 робочого часу нальоту, грн.;

$P$  - година продуктивність ПС, га/год..

Отже, була запропонована методика проведення розрахунків для знаходження економічної ефективності застосування БПЛА в галузі сільського господарства.

### 3.2 Проектні пропозиції вибору БПЛА для підприємства у сільськогосподарській галузі

Для того щоб спрогнозувати економічну ефективність застосування БПЛА в галузях господарства, оберемо конкретний приклади галузей для предметного аналізу та сформуємо методику розрахунків.

Використовуючи методологію системного аналізу і теорію ефективності авіаційних комплексів, можна формалізувати класифікацію різних типів робіт в залежності від фізичних принципів їх виконання і особливостей взаємодії ЛА з об'єктом виконання робіт (об'єктом перевезення, обробки, порятунку і т. п.).

Для цього необхідно ввести такі позначення:

$S$  – тип роботи;

$\bar{r} = (i, j, k)$  – структурний вектор типу роботи;

$\bar{v}_r$  – параметричний вектор типу роботи, який має індекс  $r$  тому що, параметри роботи мають сенс тільки в тому випадку, якщо структура цієї роботи є заданою і визначеною.

Структурний вектор типу роботи  $r$  містить інформацію про її основні якісні ознаки, а значить, і відповідні значення індексів тривимірного вектора  $\bar{r} = (i, j, k)$ :

- галузь економіки, в якій виконується робота даного типу (індекс  $i$ ); галузі, в яких застосовується авіація, і відповідні значення індексу  $i$  перераховані вище;

- об'єкт виконання робіт (об'єкт впливу) (об'єкт перевезення (люди, вантаж), обробки, порятунку і т. п.) (індекс  $j$ );

- фізичний принцип виконання роботи - тип (особливості) взаємодії ЛА з об'єктом виконання робіт (індекс  $k$ ). Виділяються такі типи взаємодії ЛА з об'єктом виконання робіт:

- $k = 1$  - перевезення людей або вантажів з різними варіантами завантаження і вивантаження і при різному положенні об'єктів перевезення,

- $k = 2$  - десантування,

- $k = 3$  - монтаж і демонтаж,

- $k = 4$  - розвідка, моніторинг і зйомка різних об'єктів і середовищ,

- $k = 5$  - розподіл різних речовин по різних поверхнях.

Для структурного вектора типу роботи  $\bar{r}$ , що має індекси  $i$ ,  $j$  і  $k$ , повинні бути однозначно визначені значення кількісних параметрів, що складають багатовимірний параметричний вектор  $v_r$ . Приклади відповідних параметрів, згрупованих за відповідними фізичними ознаками, наведені в переліку нижче:

- кількість, маса і розміри об'єктів, що перевозяться, площа пошуку, розміри і кількість об'єктів, які необхідно виявити, і т. п.;

- умови зльоту і посадки (барометрична висота і температура повітря, розміри злітно-посадкової смуги і міцність її поверхні, навігаційне забезпечення);

- типові висоти, швидкості, дальності і траєкторії польоту при виконанні роботи;

- особливості атмосфери і навколишнього середовища при виконанні роботи;
- склад і характеристики спеціалізованого бортового обладнання;
- особливості умов проведення процедур технічної експлуатації та відповідних засобів і ін.

Таким чином, формалізоване представлення типу роботи  $S$  буде виглядати так:  $S = [\bar{r}, \bar{v}_r]$

В якості критерію оцінки ефективності  $K_{ef}$  застосування ЛА в галузях економіки зазвичай використовують відношення між величиною ефекту та застосування літальних апаратів  $E$  і витратами, пов'язаними з його використанням,  $B$ :  $K_{ef} = \frac{E}{B}$

При цьому показники якості  $P_{як}$  (наприклад, якість отриманих результатів розвідки, моніторингу або зйомки або якість проведення авіаційно-хімічних робіт) і безпеки  $P_{без}$  (наприклад, ймовірність запобігання загибелі і / або травм екіпажу ЛА і людей, що знаходяться на землі) проведення робіт можуть або враховуватися у вигляді обмежень, або оптимізуватися як допоміжні критерії (в разі рішення задачі багатокритеріальної оптимізації).

У процесі вироблення рішення про проведення авіаційних робіт у галузях економіки замовники цих робіт висувають ряд основних вимог, які формалізуються наступними показниками, які виступають у певних ситуаціях або у вигляді обмежень, чи критеріїв оптимізації при прийнятті рішень:

- 1) забезпечення безпеки проведення робіт:  $P_{без}$ ;
- 2) виконання заданих обсягів робіт з заданою якістю і в задані терміни (із заданою продуктивністю, тобто. швидкістю виконання робіт):  $P_{прод}$ ;
- 3) екологічні показники (емісія вуглекислого газу  $CO_2$ , рівень шуму):  $P_{екол}$ .

Таким чином, застосування БПЛА доцільно при наявності наступних умов:

1. Наявність економічної (або іншої - наприклад, підвищення ймовірності порятунку) вигоди від застосування БПЛА:  $K_{ef}^{БПЛА} > K_{ef}^{ПЛА}$ .

2. При виконанні завдань, пов'язаних з монотонністю роботи екіпажу:  
 $P_{\text{без}}^{\text{БПЛА}} > P_{\text{без}}^{\text{ПЛА}}$ .
3. При виконанні завдання протягом тривалого часу (тривале баражування):  $P_{\text{без}}^{\text{БПЛА}} > P_{\text{без}}^{\text{ПЛА}}$ .
4. При виконанні завдань з потенційно високою небезпекою для екіпажів ПЛА (в разі якщо при цьому відсутній ризик для інших людей - пасажирів або наземного персоналу):  $P_{\text{без}}^{\text{БПЛА}} > P_{\text{без}}^{\text{ПЛА}}$ .
5. Наявність переваг за екологічними показниками БПЛА в порівнянні з ПЛА:  $P_{\text{екол}}^{\text{БПЛА}} > P_{\text{екол}}^{\text{ПЛА}}$ .

Пропонуємо розроблений алгоритм «Порядок оцінки перспектив застосування БПЛА в галузях економіки », основний порядок дій якого представлений на схемі . В результаті докладного розгляду різних видів робіт, які виконуються ЛА в галузях господарства, і аналізу їх особливостей, тобто в результаті використання розробленої «Процедури оцінки перспектив застосування БПЛА в галузях господарства» були виявлені наступні види робіт, при виконанні яких застосування БПЛА представляється перспективним і раціональним(рис. 3.1).

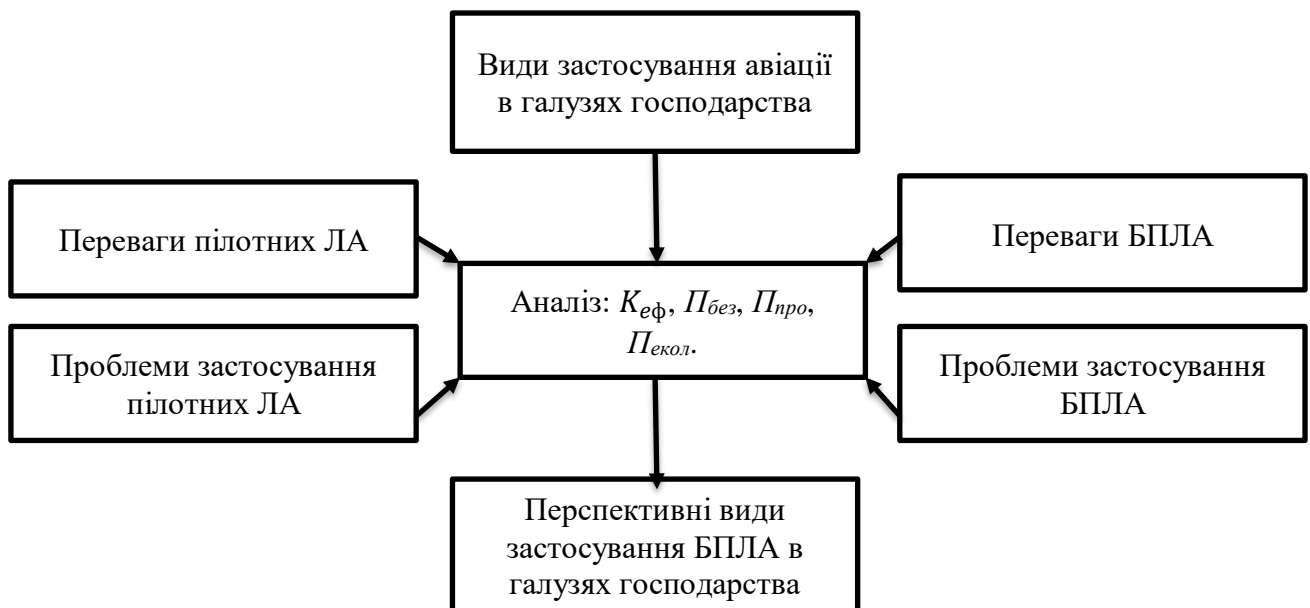


Рис.3.1 Алгоритм «Процедура оцінки перспектив застосування БПЛА в галузях економіки»

Пропонуємо обрати та розрахувати приклади серійних ПС та БПЛА, що є сертифікованими, або про проходять процес сертифікації на ринку України.

Для прикладу розрахунків виокремлюємо наступні літаки та БПЛА:

- 1) M8A PRO,
- 2) Аеропракт-20 СГ,
- 3) Вертолітний БПЛА Yamaha Fazer RG2
- 4) AGRAS MG-1S.

Характеристики ПС та БЛА заносимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1

## Вихідні дані та характеристики ПС для АХР

Показник	Тип ПС			
	M8A PRO(1)	Аеропрак т-20СГ (2)	Yamah a Fazer RG2 (3)	AGRAS MG- 1S(4)
Злітна вага (кг)	48	550	94	23,5
Ресурс(електро/паливо) (л)	Електрика(аккумулятор)	38	7	Електрика(аккумулятор)
Максимальна швидкість (км/год.)	36	150	72	54
Крейсерська швидкість (км/год.)	30	110	54	29
Робоча швидкість (км/год.)	28	95	20	25
Екіпаж (люд.)	-	2	-	-
Корисне навантаження (кг)	20	180	24	10
Ширина робочого охопту (м)	10	25	12	6

Дані ПС та БЛА призначені для хімічного ультрамалооб'ємного оприскування. Регіоном робіт являться уся територія України на основі договору о виконанні АХР потенційними замовниками у регіонах. Також відмітимо, що час на маневрування у всіх літаків – 0,5 хвилини, а час на зліт – 2 хвилини. Корисне навантаження приймаємо як 1кг = 1л, пов'язано це з тим, що більшість хімічних препаратів розчиняють у воді.

Таблиця 3.2

## Вихідні дані по полям, що оброблюються

Норма витрат (л/га)	Довжина гону (м)		
	800	1400	2000
	5	5	5

Дані розрахунки проводимо при нормі витрат 5 л/га:

За формулою (3.1) перевіряємо секундну витрату хімікатів:

$$q_{сек1} = \frac{5 * 10 * 20}{10000} = 0,1(л / сек.);$$

$$q_{сек2} = \frac{5 * 25 * 95}{10000} = 1,19(л / сек.);$$

$$q_{сек3} = \frac{5 * 12 * 20}{10000} = 0,12(л / сек.);$$

$$q_{сек4} = \frac{5 * 25,2 * 6}{10000} = 0,08(л / сек.).$$

Далі обчислюємо загальну ширину площі, що обробляється за одне разове завантаження за формулою (3.2).

Якщо довжина гону 800 м:

$$Ш_{o1} = \frac{20 * 10000}{5 * 800} = 50(м);$$

$$Ш_{o2} = \frac{180 * 10000}{5 * 800} = 450(м);$$

$$Ш_{o3} = \frac{24 * 10000}{5 * 800} = 60(м);$$

$$Ш_{o4} = \frac{10 * 10000}{5 * 800} = 25(м).$$

При довжині гону 1400 м:

$$Ш_{o1} = \frac{20 * 10000}{5 * 1400} = 28,6(м);$$

$$Ш_{o2} = \frac{180 * 10000}{5 * 1400} = 257,1(м);$$

$$Ш_{o3} = \frac{24 * 10000}{5 * 1400} = 34,3(м);$$

$$III_{o4} = \frac{10 * 10000}{5 * 1400} = 14,3(м).$$

При довжині гону 2000 м:

$$III_{o1} = \frac{20 * 10000}{5 * 2000} = 20(м);$$

$$III_{o2} = \frac{180 * 10000}{5 * 2000} = 180(м);$$

$$III_{o3} = \frac{24 * 10000}{5 * 2000} = 24(м);$$

$$III_{o4} = \frac{10 * 10000}{5 * 2000} = 10(м).$$

Визначимо кількість заходжень із одним разовим завантаженням за формулою (3.3).

При довжині гону 800 м:

$$n_{зах1} = \frac{50}{10} = 5;$$

$$n_{зах2} = \frac{450}{25} = 18;$$

$$n_{зах3} = \frac{60}{12} = 5;$$

$$n_{зах4} = \frac{25}{6} = 4,16.$$

При довжині гону 1400 м:

$$n_{зах1} = \frac{28,6}{10} = 2,86;$$

$$n_{зах2} = \frac{257,1}{25} = 10,3;$$



$$n_{зax3} = \frac{34,3}{12} = 2,86;$$

$$n_{зax4} = \frac{14,3}{6} = 2,38.$$

При довжині гону 2000 м:

$$n_{зax1} = \frac{20}{10} = 2$$

$$n_{зax2} = \frac{180}{25} = 7,2;$$

$$n_{зax3} = \frac{24}{12} = 2;$$

$$n_{зax4} = \frac{10}{6} = 1,67.$$

Розрахуємо найвигідніше разове завантаження за формулою (3.5).

При довжині гону 800 м:

$$G_{n1} = \frac{5 * 10 * 800 * 5}{10000} = 20(л);$$

$$G_{n2} = \frac{5 * 25 * 800 * 18}{10000} = 180(л);$$

$$G_{n3} = \frac{5 * 12 * 800 * 5}{10000} = 24(л);$$

$$G_{n4} = \frac{5 * 6 * 800 * 4,16}{10000} = 10(л).$$

При довжині гону 1400 м:

$$G_{n1} = \frac{5 * 10 * 1400 * 2,86}{10000} = 20(л);$$

$$G_{n2} = \frac{5 * 25 * 1400 * 10,3}{10000} = 180,25(л);$$

$$G_{n3} = \frac{5 * 12 * 1400 * 2,86}{10000} = 24,03(л);$$

$$G_{n4} = \frac{5 * 6 * 1400 * 2,38}{10000} = 10(л).$$

При довжині гону 2000 м:

$$G_{n1} = \frac{5 * 10 * 2000 * 2}{10000} = 20(л);$$

$$G_{n2} = \frac{5 * 25 * 2000 * 7,2}{10000} = 180(л);$$

$$G_{n3} = \frac{5 * 12 * 2000 * 2}{10000} = 24(л);$$

$$G_{n4} = \frac{5 * 6 * 2000 * 1,67}{10000} = 10,02(л).$$

Розрахуємо тривалість елементів польоту за формулою (3.6).

При довжині гону 800 м:

$$T_1 = \frac{5 * 800}{60 * 10} + 5 * 0,5 + \frac{20}{30 * 30} + 1 = 10,19(хв.);$$

$$T_2 = \frac{18 * 800}{60 * 30} + 18 * 1 + \frac{500}{30 * 40} + 5 = 31,4(хв.);$$

$$T_3 = \frac{5 * 800}{60 * 7,5} + 5 * 0,5 + \frac{20}{30 * 12} + 1 = 12,44(хв.);$$

$$T_4 = \frac{4,16 * 800}{60 * 8} + 4,16 * 0,5 + \frac{20}{30 * 15} + 1 = 10,06(хв.).$$

При довжині гону 1400 м:

$$T_1 = \frac{2,86 * 1400}{60 * 10} + 2,86 * 0,5 + \frac{20}{30 * 30} + 1 = 9,13(хв.);$$

$$T_2 = \frac{10,3 * 1400}{60 * 30} + 10,3 * 0,5 + \frac{500}{30 * 40} + 5 = 18,58(хв.);$$

$$T_3 = \frac{2,86 * 1400}{60 * 7,5} + 2,86 * 0,5 + \frac{20}{30 * 12} + 1 = 11,38(хв.);$$

$$T_4 = \frac{2,38 * 1400}{60 * 8} + 2,38 * 0,5 + \frac{20}{30 * 15} + 1 = 9,18(\text{хв.}).$$

При довжині гону 2000 м:

$$T_1 = \frac{2 * 2000}{60 * 10} + 2 * 0,5 + \frac{20}{30 * 30} + 1 = 8,69(\text{хв.});$$

$$T_2 = \frac{7,2 * 2000}{60 * 30} + 7,2 * 0,5 + \frac{500}{30 * 40} + 5 = 17,02(\text{хв.});$$

$$T_3 = \frac{2 * 2000}{60 * 7,5} + 2 * 0,5 + \frac{20}{30 * 12} + 1 = 10,94(\text{хв.});$$

$$T_4 = \frac{1,67 * 2000}{60 * 8} + 1,67 * 0,5 + \frac{20}{30 * 15} + 1 = 8,84(\text{хв.}).$$

Розрахуємо продуктивність польоту за формулою (3.7).

При довжині гону 800 м:

$$П_1 = \frac{20 * 60}{5 * 10,19} = 23,6(\text{га / год.});$$

$$П_2 = \frac{180 * 60}{5 * 31,4} = 68,8(\text{га / год.});$$

$$П_3 = \frac{24 * 60}{5 * 12,44} = 23,2(\text{га / год.});$$

$$П_4 = \frac{10 * 60}{5 * 10,06} = 12(\text{га / год.}).$$

При довжині гону 1400 м:

$$П_1 = \frac{20 * 60}{5 * 9,13} = 26,3(\text{га / год.});$$

$$П_2 = \frac{180,25 * 60}{5 * 18,58} = 116,4(\text{га / год.});$$

$$П_3 = \frac{24,03 * 60}{5 * 11,38} = 25,3(\text{га} / \text{год.});$$

$$П_4 = \frac{10 * 60}{5 * 9,18} = 13,1(\text{га} / \text{год.}).$$

При довжині гону 2000 м:

$$П_1 = \frac{20 * 60}{5 * 8,69} = 27,6(\text{га} / \text{год.});$$

$$П_2 = \frac{180 * 60}{5 * 17,02} = 126,9(\text{га} / \text{год.});$$

$$П_3 = \frac{24 * 60}{5 * 10,94} = 26,3(\text{га} / \text{год.});$$

$$П_4 = \frac{10,02 * 60}{5 * 8,84} = 13,6(\text{га} / \text{год.}).$$

Представимо розрахунки продуктивності ПС та БПЛА у вигляді таблиці.

Таблиця 3.3

Узагальнена таблиця продуктивності ПС та БПЛА

Продуктивність ПС (га/год)	Тип ПС			
	М8А PRO(1)	Аеропракт- 20СГ	Yamaha Fazer RG2	DJI AGRAS MG-1S(4)
0,8 км (5 л/га)	23,6	68,8	23,2	12
1,4 км (5 л/га)	26,3	116,4	25,3	13,1
2 км (5 л/га)	27,6	126,9	26,3	13,6

За даними таблиці 3.3 побудуємо діаграму продуктивності в залежності від довжини гону (м) та норми витрату хімікату (л/г) для всіх типів БЛА та ПС.

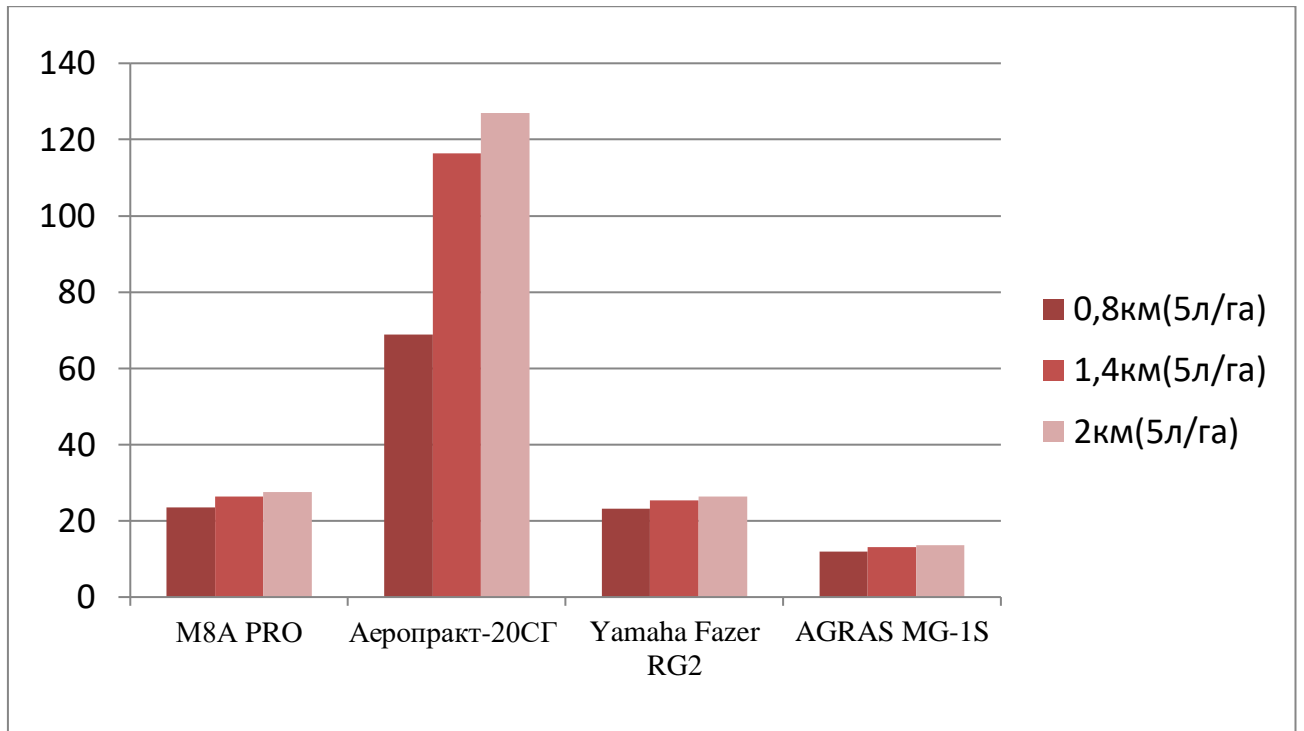


Рис. 3.2 Продуктивність БПЛА та ПС в залежності від довжини гону та норми витрат хімікату

Дивлячись на діаграму залежності продуктивності БПЛА та ПС від довжини гону та норми витрати хімікатів, можна сказати, що БПЛА Yamaha AGRAS MG-1S є найменш продуктивним і це впливає з того, що він поступаються швидкістю та вантажопідйомністю на відміну від інших представлених БПЛА. Найбільш ефективним та продуктивним – є ПС Аеропракт-20СГ, що впливає з його вантажопідйомності та швидкості. M8A PRO та Yamaha Fazer RG2 практично виступають на одному рівні конкурентоспроможності серед БПЛА, проте більш як у 3 рази поступаються по відношенню до Аеропракт-20СГ.

### 3.3 Розрахунок ефективності застосування БПЛА

Ефективність виробництва - категорія, яка характеризує віддачу, результативність виробництва. Вона свідчить не лише про приріст обсягів виробництва, а й про те, якою ціною, якими витратами ресурсів досягається цей приріст, тобто свідчить про якість економічного зростання. Розрахунок собівартості льотної години при виконанні агроавіаційних робіт за допомогою БПЛА для підприємства ТОВ «Промінь». Виконавши аналіз підприємства а саме, його виробничі та фінансові показники за досліджуваний період, можна виконати підрахунок собівартості льотної години для виконання агроавіаційних робіт. «Прямі матеріальні витрати» включають в себе витрати на усі види ПММ та інші (враховуючі транспортно-заготівельні витрати), що використані як безпосередньо на виконання перевезень (робіт, послуг), так і на технологічні операції під час підготування рухомого складу, а також витрати ПММ на допоміжно-службовий, учбово-тренувальний та невиробничий нальоти. Розрахунок цієї статті витрат вимагає визначення витрат ПММ на одну льотну годину ПС виходячи з його технічних характеристик, коефіцієнту невиробничих витрат палива та ціни на ПММ.

Спочатку розрахуємо годинні витрати на ПММ за формулою (3.8):

$$E_{ПММ1} = (1 + 0,05) * 16 * 2 = 33,6(\text{грн./ год.});$$

$$E_{ПММ2} = (1 + 0,05) * 10 * 25 = 262,5(\text{грн./ год.});$$

$$E_{ПММ3} = (1 + 0,05) * 2,1 * 25 = 55,12(\text{грн./ год.});$$

$$E_{ПММ4} = (1 + 0,05) * 8,4 * 2 = 17,64(\text{грн./ год.}).$$

Таким чинником, що впливає на собівартість – є амортизація. Для літака Аеропракт-20СГ, будемо обчислювати амортизацію окремо на двигун та фюзеляж. Амортизація буде обчислюватися кумулятивним методом, тому що даний метод дозволяє відбити до 75% вартості у перші роки експлуатації основних фондів, а так як у нас послуги надає певна авіакомпанія, то ОФ – є

ПС/БПЛА. Розрахуємо амортизацію за допомогою Matchcad. Допонення до розрахунків представлені в додатку А.

Зазначимо, що остаточно вартість планеру складає 7% від початкової, а двигуна – 10% від початкової. Остаточна вартість вертолітного БПЛА складає 10% від початкової. Аеропракт-20СГ оснащено двигуном Rotax 912 uls (ресурс - 6000 годин). Планер літака витримує до 4000 льотних годин з можливістю подовження ресурсу в залежності від стану.

Таблиця 3.4

### Загальна вартість планеру та фюзеляжу ПС та БПЛА

Показник (грн.)	Тип ПС/БЛА			
	М8А PRO(1)	Аеропракт-20СГ	Yamaha Fazer RG2	AGRAS MG-1S
Вартість планеру	842674	995000	2 450 000	395 970
Вартість двигуна		597500		
Загалом		1592500		

Таблиця 3.5

### Амортизація БПЛА та ПС (кумулятивним методом)

Амортизаційні відрахування (гр.од./год.)	Тип ПС			
	М8А PRO	Аеропракт-20СГ	Yamaha Fazer RG2	AGRAS MG-1S
Фюзеляж	149	196	456	70,5
Двигун		89,4		
Загалом	149	285,4	456	70,5

Відрахування на ТО являють собою 10% від амортизаційних відрахувань.

Таблиця 3.6

## Відрахування на ТО

Відрахування на ТО (грн/год)	Тип ПС			
	M8A PRO	Аеропракт-20СГ	Yamaha Fazer RG2	AGRAS MG-1S
	14,9	28,54	45,67	7,05

Крім цього, в собівартість входить збір за забруднення навколишнього середовища згідно чинного законодавства (формула 3.9), погодинна зарплата членів екіпажу, та відрахування з зарплати:

- внески до Єдиного соціального фонду (для пілотів 45,96% от заробітної плати, для оператора БЛА – 36,76% от заробітної плати);
- єдиний знос с застрахованих робітників у розмірі 3,6% від заробітної плати.

Важливим моментом є, що також враховуємо плату за Сертифікат експлуатанта, ліцензій та дозволів, страхування життя, здоров'я членів екіпажів ПС, повітряних суден та відповідальності перед третіми особами, плату за метеозабезпечення та УВР виходячи с даних бізнес-плану компанії, оренду місці стоянки ПС в аеропорту.

Отже, розрахуємо збір за забруднення навколишнього середовища, згідно чинного законодавства, для цього проведемо індексацію нормативу збору у поточному році за формулою:

$$H_i = H_n * \frac{I}{100}, \quad (3.12)$$

$H_n$  - проіндексований норматив збору у попередньому році, грн.;



$I$  - індекс споживчих цін, або індекс інфляції за попередній рік, %;

За тону використаного бензину, норматив збору складає 4,5 грн., індекс інфляції становить 0,126%.

$$H_i = 22,66 * 1,123 = 25,45(\text{грн.}).$$

Збір за забруднення розраховується по наступній формулі:

$$P_{en} = \sum_{i=1}^n M_i * H_i * K_{nac} * K_{\phi}, \quad (3.13)$$

$M_i$  - маса використаного пального, т;

$H_i$  - нормативний коефіцієнт збору, грн./т;

$K_{nac}$  - коригуючий коефіцієнт для населених пунктів в розмірі 1,25%;

$K_{\phi}$  - коригуючий коефіцієнт за забруднення с/г угідь в розмірі 1,8%.

Густина бензину  $740 \text{ кг} / \text{м}^3$ .

Узагальнені результати розрахунків заносимо у таблицю 3.7

Виплати на відрядження по Україні беремо згідно діючого законодавства, у розмірі не більш 20% від прожиткового мінімуму, який складає 2189 грн..

У непрямі витрати входить – зарплата директора та замісника директора, бухгалтера, інженера по охороні праці, оренда офісу, реєстрація підприємства, підтримка сайту, орг. техніка, плата за кореспонденцію, та преміальні.

В собівартість БПЛА Yamaha Fazer RG2 входить доставка його до місця робіт фургоном Mercedes Sprinter 315CDI.

Таблиця 3.7

## Узагальнена таблиця собівартості однієї години польоту БПЛА та ПС

Показник (грн./год.)	Тип ПС			
	M8A PRO(1)	Аеропракт- 20СГ (2)	Yamaha Fazer RG2 (3)	AGRAS MG-1S (4)
Страховання	32,5	92,8	104,5	13,1
Метеозабезпечення та УВР		553,2	-	
Амортизація	149	285,4	456	70,5
Плата за Сертифікат експлуатанта, ліцензій та дозволи	-	100,3	-	-
Доставка БПЛА	360	800	792	360
Заробітна плата оператора БПЛА/КВС	375	680	375	375
Збір за забруднення навколишнього середовища	0,09	0,42	0,09	0,09
ТО	14,9	28,54	45,67	7,05
Затрати на ПММ	33,6	262,5	55,12	17,64
Відрахування від з/п (ЄСВ та взнос с застрахованих робітників)	140,6	381	140,6	140,6
Оренда місць стоянки на аеродромі	-	480,3	-	-
Відрядження	300	355	300	300
Плата за продовження льотних, медичних посвідчень.	-	182	-	-
Непрямі витрати	568	1540	1575	273
Загалом	1973,69	5741,46	3843,98	1556,98

Розрахуємо вартість обробки 1 га ПС та БПЛА при нормі витрати 5 л/га.  
за формулою (3.11)

При довжині гону 800 м:

$$B_1 = \frac{1973,69}{23,6} = 83,6(\text{грн./га});$$

$$B_2 = \frac{5741,46}{68,8} = 83,5(\text{грн./га});$$

$$B_3 = \frac{3843,98}{23,2} = 165,7(\text{грн./га});$$

$$B_4 = \frac{1556,98}{12} = 129,8(\text{грн./га}).$$

При довжині гону 1400 м:

$$B_1 = \frac{1973,69}{26,3} = 75,1(\text{грн./га});$$

$$B_2 = \frac{5741,46}{116,4} = 49,3(\text{грн./га});$$

$$B_3 = \frac{3843,98}{25,3} = 151,9(\text{грн./га});$$

$$B_4 = \frac{1556,98}{13,1} = 118,9(\text{грн./га}).$$

При довжині гону 2000 м:

$$B_1 = \frac{1973,69}{27,6} = 71,51(\text{грн./га});$$

$$B_2 = \frac{5741,46}{126,9} = 45,24(\text{грн./га});$$

$$B_3 = \frac{3843,98}{26,3} = 146,2(\text{грн./га});$$

$$B_4 = \frac{1556,98}{13,6} = 114,5(\text{грн./га}).$$

Отримані дані з розрахунку вартості обробки 1 га занесемо у таблицю

Таблиця 3.8

## Загальна таблиця вартості обробки 1 га

Довжина гону (м)	Норма витрати (5л/га)		
	800	1400	2000
Тип ПС/БПЛА	Вартість (грн./га)		
М8А PRO	83,6	75,1	71,51
Аеропракт-20СГ	83,5	49,3	45,24
Yamaha Fazer RG2	165,7	151,9	146,2
AGRAS MG-1S	129,8	118,9	114,5

Зобразимо у вигляді діаграми на рис.3.3.

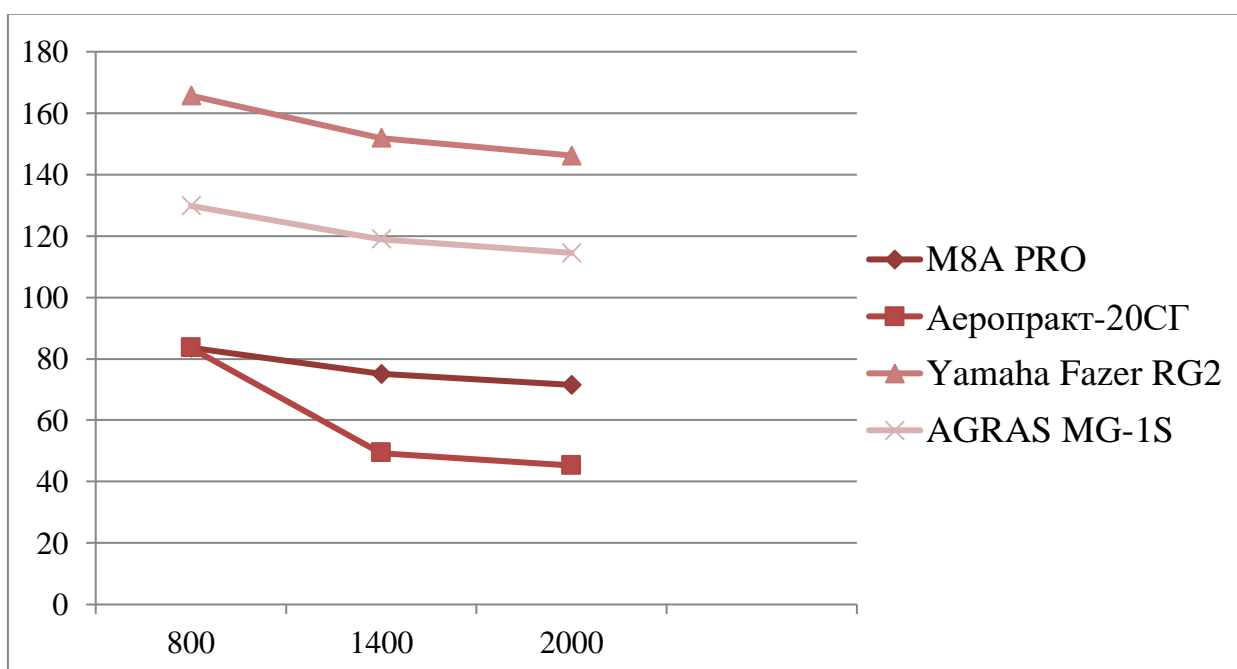


Рис. 3.3 Залежність вартості обробки 1га за допомогою запропонованих БПЛА та ПС в залежності від довжину гону, та норми витрат

Коли знайдено годинну собівартість, тоді можна розрахувати собівартість за 400 годин нальоту, а отриманий результат собівартості за 400 годин нальоту викладемо у таблицю 3.9 та зобразимо у вигляді діаграми на рис. 3.4.

Таблиця 3.9

## Собівартість за 400 годин нальоту

	Норма витрат (л/га)		
	5		
Довжина гону (м)	800	1400	2000
Тип ПС/БЛА	Вартість (грн./га)		
M8A PRO	33440	30040	28604
Аеропракт-20СГ	33400	19720	18096
Yamaha Fazer RG2	66280	60760	58480
AGRAS MG-1S	51920	47560	45800

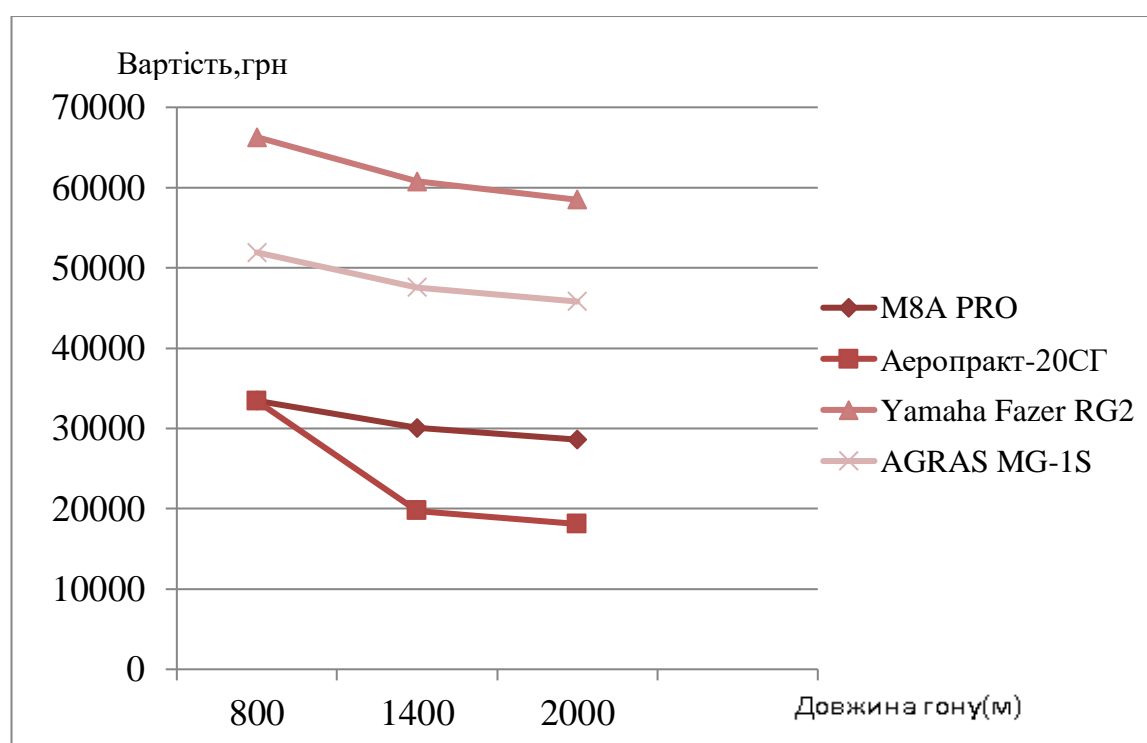


Рис 3.4 Собівартість за 400 годин нальоту

Маємо, якщо норма витрати хімікатів 5 л/га, найбільш економічно доцільним літаком є Аеропракт-20СГ. І хоча собівартість найбільша, але

порівняно більша вантажопідйомність та швидкість роблять цей літак найбільш продуктивним, а разом із тим і найбільш привабливим з точки зору обробки. Майже такий же результат має БПЛА M8A PRO.

БПЛА Yamaha Fazer RG2 є найменш економічно доцільним з розглянутих, пов'язано це з однією з найменших вантажопідйомністю та найбільшою ціною, що не виправдовує необхідних результа у даному прикладі. Якщо розглядати AGRAS MG-1S з приватної точки зору для особистого застосування, то можна виділити наступні переваги перед пілотованими ПС:

- Легкість розвертки перед обробкою;
- Не треба реєстрації та авіаційної страховки;
- Велика маневреність та можливість проведення АХР на обмежених площах, гірських районах, тощо;
- Не треба ніяких дозволів для експлуатації;
- Можливість швидкого переобладнання для аерофотозйомок, моніторингу.
- Відносно низька ціна.

БПЛА AGRAS MG-1S є дуже привабливим для особистого некомерційного використання для заможного фермерства. але все ж таки, більш доцільним БПЛА буде M8A PRO по причині більшої вантажопідйомності, при тому що збільшення до 40-50 кг. корисного навантаження дасть невелику економічну перевагу.

Можемо зазначити, що для комерційного використання найбільш дешевшим при 2000 метрі гону, з нормою витрати препаратів 5 л/га буде використання судна Аеропракт-20СГ, з огляду на його собівартість. Більш доцільним БПЛА в порівнянні з AGRAS MG-1S буде M8A PRO.

Застосування БПЛА у у галузі сільського господарства є важливим кроком у розвитку даної галузі, проте якщо розглядати його з огляду економічної доцільності для невеликих сільгосп комплексів, як у нашому

випадку, то маємо ряд проблем у його застосуванні. Достатньо висока вартість апарату не дає можливості виконання великої кількості агроавіаційних робіт на великій території, що вказує на необхідність застосування пілотованої авіації.

Якщо розглядати великі агрохолдинги нашої країни, то постійне використання БПЛА при моніторингу угідь є неминучим, адже даний тип суден є максимально ефективним, через свою мобільність, безпечність для користувачів, економічну доцільність та меншу кількість необхідних дозволів та документів для початку роботи.

Найбільш тяжкою проблемою у законодавстві України є правила використання БПЛА при виконанні завдань сільської галузі та й загальне регулювання правил користування БПЛА в Україні для усіх галузей. Ці перешкоди не дають право зробити висновок про те, що БПЛА у даний час є значно простішими та ефективнішими у використанні, хоча дає поштовх для розвитку, щоб стверджувати у майбутньому про незамінну ефективність використання.

# ВИСНОВКИ

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05. 21. 002 ПЗ			
Виконала	Кліщ О.О.			ВИСНОВКИ	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Дерев'янка Т.А.				Д	105	5
Консульт.	Дерев'янка Т.А.				ФТМЛ 275 ОП-201Б		
Н. контр.	Дерев'янка Т.А.						
Зав. каф.	Шевчук Д.О.						



## ВИСНОВКИ

Підсумовуючи загальний зміст дослідження, можемо зробити такі загальні висновки:

1. БПЛА визначається як «літальний апарат з двигуном, який не має на борту пілота, використовує аеродинамічні сили для підйому транспортного засобу, може літати автономно або управлятися дистанційно, може бути витратним або відновлюваним і може переносити вантаж. Найпершим зареєстрованим використанням безпілотного літального апарату для бойових дій вважається 1849 рік, коли він використовувався в якості авіаносця при першому наступальному використанні авіації в морській авіації. Інновації в області БПЛА почалися на початку 1900-х років і спочатку були зосереджені на створенні навчальних цілей для навчання військовослужбовців. Розробка БПЛА тривала під час Першої світової війни, коли компанія Dayton-Wright Airplane Company винайшла безпілотну повітряну торпеду, яка вибухнула в заданий час.

2. На сьогоднішній день важливе місце в єдиній транспортній структурі України належить повітряному транспорту, важливість якого повсякчас підвищується. При цьому необхідним елементом сучасної авіації є система безпілотної авіації, яка стрімко розвивається. Відомо, що безпілотними спочатку використовувалися для військових цілей, таких як розвідка і спостереження. Крім того, значна частина цивільних застосувань безпілотних технологій протягом багатьох десятиліть була присвячена аерофотозйомці та дистанційному зондуванню. Зараз безпілотні літальні апарати (БПЛА) стають важливими в багатьох галузях народного господарства, таких як сільське господарство, управління культурною спадщиною, пошуково-рятувальні місії, інспекція інфраструктури, управління природними ресурсами, міське планування та багато інших

3. Безпілотні літаки дозволяють обійтися без людини для виконання складних задач, таким чином мінімізуючи або виключаючи ризики, пов'язані з діями людського фактору. Так, наприклад, у телекомунікаційній галузі однією з найбільш перспективних стратегій застосування безпілотників є використання їх в якості допоміжного присторою, що направлений на розширення можливостей чи покриття бездротових систем за допомогою антенно-цифрових комунікаційних мереж. В даному випадку йдеться про додавання пристроїв для передачі інформації на борту безпілотних літальних апаратів. Крім того, низьке енергоспоживання та величезне число компонентів зв'язку, які підтримують БПЛА (комунікаційні чіпи, антени) - це одні з найзасадничіших функцій, які пропонуються для виконання таких задач. Отже, ці пристрої можуть розгортати бездротові мережі, які діють як мережеві вузли в межах архітектурної складової системи, та дозволяють користувачеві отримувати зв'язок через них.

4. Світове законодавство із застосування дронів та інших літальних апаратів тільки набуває окреслених ознак, тому на рівні національного законодавства в Україні слід впроваджувати оптимальні нормативні документи у відповідності до розвитку сфери польотів безпілотної авіації. Оскільки в світі відбувається тенденція щодо зростання застосування БПЛА різноманітними відомчими установами, які закупають їх, готують до експлуатації, та не лише у сільській галузі господарства. Якщо до цього додати велику кількість аграріїв, холдингів і сервісних організацій, які також прагнуть мати гігантське число безпілотників, то питання нормативного регулювання повітряних польотів БПЛА набуває актуальності.

5. По виду і галузі виконуваних завдань дрони діляться на 3 основних типи:

- безпілотні літаки;
- безпілотні вертольоти;
- безпілотники мультимоторного типу.

6. Безпілотні літаки здатні долати великі відстані, складну аерозйомку практично при будь-яких метеоумовах максимальна якість роботи і ефективність виконуваних завдань можливі на відстані не більше 70 км від наземної станції управління. Під час польоту потрібно підтримання високої швидкості (до 400 км / год). Час перебування в польоті: від 30 хвилин до 8 годин. До недоліків можна віднести складність запуску і посадки. Запуск необхідно здійснювати, використовуючи спеціальний пристрій (катапульта), щоб надати апарату початкову швидкість. Посадка вимагає посадкової смуги або виконується з використанням парашута, що в значній мірі затрудняє забезпечення точної посадки. Плюс до всього, посадка на парашутній системі викликає виникнення перевантажень, негативно позначаються на незахищених елементах корисного навантаження і фотообладнання. Безпілотні вертольоти не вимагають спеціальних пристроїв для зльоту або злітно-посадкових смуг. На відміну від літаків вони трохи більше вибагливі до погодних умов. Час польоту – від 30 хвилин до 3 годин.

7. На даний момент БПЛА підпадають під регулювання наступних нормативно-правових актів:

- Повітряного кодексу України,
- Правил реєстрації цивільних повітряних суден в Україні,
- Положення про використання повітряного простору України,
- Правилами польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України.

8. За прогнозами фахівців, до 2021 року світовий ринок БПЛА досягне 21,47 млрд доларів США, а ринок Індії досягне позначки в 885,7 млн доларів США. розвиток будівництва нових літальних апаратів є досить швидким та має два напрями для швидкого впровадження: перше – зниження вартості дрона і додаткового устаткування, другий напрямок – поява на ринку великих безпілотників, що мають великий запас автономності та вантажопідйомності.

8. Європейська агенція з безпеки польотів докладає зусиль аби врегулювати використання дронів у спільному європейському просторі. Більш того, міжнародна група експертів працює над розробкою стандартів для БПЛА, включаючи безпечну інтеграцію малих та великих БПЛА у повітряний простір та аеропорти. Хоча Україна і не є членом цієї організації, вона, як частина міжнародного повітряного простору, зобов'язана забезпечувати безпечні умови для цивільної авіації.

9. Ключовими перспективами розвитку ринку дронів в Україні є: застосування поліцією великих міст; застосування пожежними; застосування в охороні здоров'я; застосування в картографії; термінова доставка покупок, їжі, запасних частин, батарей, кабелів; кур'єрські послуги; аерозйомка для потреб агро-бізнесу і точного сільського господарства; моніторинг трубопроводів і ЛЕП; використання в якості останньої милі для поліпшення покриття мереж; вихід на ринок БПЛА авіакомпаній; використання в ЗМІ; збільшення комерційної активності в розробці програмного забезпечення; збільшення продажів дронів з високоякісними камерами і системами стабілізації.

10. Технологічні чинники які найбільше впливають на продуктивність, а отже і вартість застосування БПЛА в сільському господарстві:

- Довжина гону - чим менше гін, тим менше продуктивність ПС через втрати часу на новий захід;
- Вантажопідйомність – чим вище вантажопідйомність, тим більше продуктивність завдяки більшому часу робочого польоту;
- Швидкість ПС – чим вище робоча швидкість, тим продуктивніше ПС за рахунок зменшення часу на подолання гону та заходів на новий гін.

У даній роботі запропоновані економічні основи для розрахунку вартості обробки БПЛА, а також порівняння між собою серійного БПЛА, серійних літаків. Отже, найбільш ефективним концептуальним ЛА виявляється Аеропракт-20СГ завдяки порівняно низькій ціні самого літака,

оптимальної вантажопідйомності та більшої швидкості робочого польоту. А серед БПЛА провідну роль займає M8A PRO.

11. Необхідність розвитку законодавчої бази для застосування БПЛА залишається невирішеними питання стосовно правил експлуатації та правил польотів, виконання робіт для БПЛА. Особливо гостре стоїть питання у тому, що немає чіткого пояснення як сертифікувати концептуальні БПЛА на базі серійних, хоча з іншого боку їх можна зареєструвати як експериментальні ПС.

12. Функціональні можливості БПЛА постійно удосконалюються. Відсутність Державного замовлення на проведення науково дослідних і конструкторських робіт необхідність використання власних коштів при створенні БПЛА немає чітких гарантій на отримання прибутку в майбутньому спонукає розробників і власників відмовитися від виконання наукомістких досліджень у цій галузі . У більшості випадків використовується досвід створення і застосування вже існуючих зразків БПЛА.

13. Доне дослідження практично реалізувало проект з прогнозування ефективності використання БПЛА на прикладі галузі сільського господарства. В результаті проведених розрахунків переконались, що застосування безпілотної авіації в різних сферах господарства є економічно обґрунтованим та достатньо ефективним.

14. Ефективність застосування БПЛА у сільському господарстві має велике значення . За допомогою « хмарних » засобів обробки даних з дронів і малої безпілотної авіації фермери відстежують не тільки всходження рослин, але і можуть спостерігати за відхиленням техніки від заданого курсу польових робіт, не виходячи з офісу. Безпілотні літальні апарати – вже не нова транспортна парадигма, яка активно розвивається у всьому світі, тому Україна має збільшити коло застосування їх в нашій державі, та зможе регулювати на законодавчому правовому рівні активне впровадження і постійне використання БПЛА не лише у розглянутих агроавіаційних роботах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Азаров І.* Використання безпілотного літального апарата як засобу дистанційного моніторингу надзвичайних ситуацій / І. Азаров, В. Сидоренко, Ю. Серета // *Безпека життєдіяльності.* - 2015. - № 2. - С. 22- 30.
2. Аналіз доцільності створення та застосування багатофункціональних безпілотних авіаційних комплексів цивільного призначення / А. В. Приймак, Я. В. Дар'їн, Д. М. Стрюк, А. А. Слободянюк // *Системи озброєння і військова техніка.* – 2010. - № 3. – С. 142-145.
3. *Бабак С. В.* Особливості практичного використання автономних діагностичних комплексів для теплового контролю повітряних ліній електропередачі / С. В. Бабак, М. В. Мислович // *Технічна електродинаміка.* – 2016. - № 1. – С. 73-80.
4. *Барабан М. В.* Моделювання системи доставки об'єктів безпілотними авіаційними засобами / М. В. Барабан, О. М. Бевз, Я. А. Кулик // *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія.* – 2018. - № 3. – С. 54-63.
5. *Барсов В. І.* Концепція створення системи обробки інформації безпілотних літальних апаратів на основі використання модулярної арифметики / В. І. Барсов // *Електроінформ.* - 2008. - № 4. - С. 9-11.
6. *Бахтіяров Д.* Дослідження мультиплексованого сигналу керування безпілотними літальними апаратами / Д. Бахтіяров // *Information technology and security.* – К., 2015. – С. 152-159.
7. Безпілотні ударні літаки: перспективи розвитку // <http://olymp.as-club.ru>: клуб авіабудівників. URL: [http://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv\\_rabot/dvenadcataja\\_olimpiada\\_2014\\_15\\_uch\\_god/bespilotnye\\_udarnye\\_samolety\\_perspektivy\\_razvitija/34-1-0-1294](http://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv_rabot/dvenadcataja_olimpiada_2014_15_uch_god/bespilotnye_udarnye_samolety_perspektivy_razvitija/34-1-0-1294).
8. *Белінська Ю. С., Четвериков В. Н.* Управління чотирьох гвинтовим вертольотом // *Наука і освіта.* - 2012. - № 5. - С. 157-171.

9. *Беляев Ю. Б.* Моделирование процесса принятия решений оператором авиационной эргатической системы в особых случаях полета / Ю. Б. Беляев, Т. Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда // Автоматизация производственных процессов. – 2003. – № 2 (17). – С. 17-23.

10. *Богословский С. В., Дорофеев А.Д.* Динамика полета летательных аппаратов, навчальний посібник, Санкт-Петербург 2002. – С. 12-35.

11. *Бондарев Д.І* Системний аналіз і класифікація групових польотів безпілотних літальних апаратів // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 56-61.

12. *Бондарев Д. І* Визначення критеріїв ефективності групових польотів безпілотних літальних апаратів методами теорії графів / Бондарев Д. І., Кучеров Д. П., Т. Ф. Шмельова, // Матеріали XIV міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Авіа-2015» – Київ, 28-29 квітня 2015 р. – К.: НАУ, 2015. – С. 9-12.

13. *Волошин Д. В.* Моделирование автономной навигации беспилотного летательного аппарата на основе обработки видеоданных / Д. В. Волошин // Электронное моделирование. – 2016. – Т. 38, № 3. – С. 109-118.

14. *Галушко С.* Беспилотные летательные аппараты кардинально изменят облик авиации будущего [Электронный ресурс] / Галушко С. // Авиапанорама – 2005. – № 4. – Режим доступа: URL: [http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005\\_4/bpla.html](http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005_4/bpla.html) .

15. *Гельміза Н.* Безпілотні літаки: максимум можливостей. // А. Х. Карімов // Наука і життя. 2002. - № 6. – С. 22-53.

16. *Глотов В.* Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Глотов, А. Гуніна // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. / Західне геодезичне т-во Українського т-ва геодезії і картографії, Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Львів, 2014. - Вип. II (28). – С. 65-70.

17. *Гребенников А. Г.* Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ.пособие / А.Г. Гребенников, А. К. Мялица, В. В. Парфенюк и др. - Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. - 377 с.

18. *Гур'янов А. Є.* Моделювання управління квадрокоптера / електронний науково-технічний журнал «Інженерний вісник», Росія. МГТУ ім. Баумана, 2014 – С. 59-72.

19. *Долгих В. С.* Перспективы развития беспилотной транспортной авиации / В. С. Долгих, Д. С. Конышев, С. А. Филь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. / Нац. аэрокосм. ун-т имени Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт». - Х. : ХАИ, 2018. - Вып. 80. - С. 23-28.

20. Дрони та українське законодавство [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://lesovod.blogspot.com/2016/08/blogpost\\_902.html](http://lesovod.blogspot.com/2016/08/blogpost_902.html).

21. *Животовський Р. М.* Удосконалена методика адаптивного управління параметрами сигналу для безпілотних авіаційних комплексів / Р. М. Животовський // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2016. – Вип. 3. – С. 140-145.

22. *Завалов О. А.* Современные винтокрылые беспилотные летательные аппараты / О. А. Завалов, А. Д. Маслов. М. : Московский авиационный институт (МАИ), 2008. - 196 с.

23. Застосування безпілотних літальних апаратів для контролю параметрів радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів / П. В. Опенько, В. В. Ткачов, В. В. Кобзєв, В. А. Васильєв // Наука і оборона. – 2017. - № 3/4. – С. 61-65.

24. *Звиглянич С. М.* Вибір раціонального варіанту проведення повітряної розвідки безпілотними літальними апаратами / С. М. Звиглянич, М. П. Ізюмський, С. В. Орлов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. - № 4. – С. 21-27.



25. *Иванов Д. Я.* Принципы организации децентрализованных сетевых информационных-управляющих систем / Д. Я. Иванов, Э. В. Мельник // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 4. – С. 25-30.

26. *Ильин В.* Беспилотные летательные аппараты: состояние и перспективы развития / В. Ильин // Вестник авиации и космонавтики. – 2001. - № 6. – С. 16-25.

27. *Ильюшко, В. М., Митрахович, М. М.* Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович. – К.: 2009. – 304 с.

28. *Ильницька С. І.* Підвищення ефективності функціонування інтегрованої навігаційної системи безпілотного літального апарата : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук : [спец.] 05.22.13 «Навігація та упр. Рухом» / Ильницька Світлана Іванівна ; МОНмолодьспорт, Нац. авіаційний ун-т. - К., 2013. – С. 8-15.

29. *Казак В. Н.* Математическая модель системы «Самолет – пилот – среда» в условиях развития особой ситуации в полете / В.Н. Казак, Е.Н. Тачина // Проблеми інформатизації та управління. – 2006. – № 3 (18). – С. 1-4.

30. *Казакова А.* Безпілотники АТО: реалії та перспективи / Анна Казакова // Авіатор України. – 2015. - № 1. – С. 2-6.

31. Класифікація безпілотних літальних апаратів / О. І. Тимочко, Д. Ю. Голубничий, В. Ф. Третяк, І. В. Рубан // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 1. – С. 61-66.

32. *Ключникова Н.А.* Дрон в агросекторі: способи застосування / інтернет журнал AgroPortal 2017. – С. 3-22.

33. *Клюшников І. М.* Шляхи вирішення проблем безпеки польотів в повітряному просторі України при застосуванні в ньому безпілотних

повітряних суден / І. М. Ключников, А. Г. Єрилкін, В. М. Петров // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. - № 2. – С. 30-32.

34. *Ковбасюк С. В.* Підходи з розширення можливостей застосування безпілотних авіаційних комплексів щодо виявлення замаскованих об'єктів / С. В. Ковбасюк, Л. Б. Каневський, М. П. Романчук // Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ : зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф., Львів, 17-18 трав. 2018 р. / Міноборони, Нац. акад. сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного. - Л. : НАСВ, 2018. – С. 97-98.

35. *Красильщиков, М.Н.* Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / М.Н. Красильщикова. – Москва: Физматлит, 2009. – 556 с.

36. *Краснов А.* Беспилотные летательные аппараты: от разведки к боевым действиям / А. Краснов // Зарубежное военное обозрение. – 2004. - № 4. – С. 41-47.

37. *Лісовський В. А.* Аналіз автоматизованої системи «аеронавігаційні збори» для обліку повітряного руху / В. А. Лісовський., В. Б. Семененко // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 60-67.

38. *Луппо О. Є.* Новий підхід до моделювання польоту літального апарату / Луппо О. Є., Луцик І. А. // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.- С. 34-53.

39. *Матійчик М. П.* Тенденції застосування безпілотних повітряних суден в цивільній авіації / М. П. Матійчик , А Качало // Матеріали XI міжнародної наук. техн. конфер. «АВІА 2013» . - 2013. - С. 88-97.

40. *Медведев Г. А.* Інтеграція безпілотних авіаційних комплексів до загального повітряного простору. Світовий досвід та основні завдання / Г. А.

Медведєв // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації : щоріч. наук.-теорет. та наук.-практ. зб. наук. пр. / М-во оборони України, Нац. авіац. ун-т, Держ. НДІ авіації. - К., 2015. - Вип. № 11 (18). – С. 25-29

41. *Митрахович М. М.* Беспилотные авиационные комплексы. Методика сравнительной оценки боевых возможностей / М. М. Митрахович, В. И. Силков, А. В. Самков, : ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2012. - 288 с.

42. *Мосов С. П.* Безпілотники підкорюють небо / С. П. Мосов, С. П. Гурак // Оборонний вісник. – 2019. - № 1. – С. 14-19 ; № 2. – С. 14-19.

43. *Никифоров А А .* Анализ зарубежных беспилотных летательных аппаратов / А А . Ники форов , В А . Мунимаев. СПб. : Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 2010 . – С. 6-18.

44. Обґрунтування напрямів удосконалення тактико-технічних характеристик безпілотних авіаційних комплексів / О. О. Головін, В. П. Бунаков, А. М. Маланчук, О. О. Білобородов // Наука і оборона. – 2015. - № 3-4. – С. 79-82.

45. Оцінка ризику експлуатації навігаційно-обчислювальної системи безпілотного літального апарата / Б. Ю. Волочій, Л. Д. Озірковський, Ю. М. Пащук [та ін.] // Військово-технічний збірник / Міноборони, Нац. акад. сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. - Л., 2015. - Вип. № 13. – С.77-85.

46. *Павлушенко М.* Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития [Текст] / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко // Научные записки ПИР Центра: национальная и глобальная безопасность. – М.: Изд.-во «Права человека», 2005. – 612 с.

47. Повітряний кодекс України : Закон України від 19 трав. 2011 р. № 3393-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 48–49. – Ст. 536.

48. Правила гарного дрону – Ахон – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://axon.partners/uk/uncategorized/the-rules-of-good-drone/> – Дата доступу: 09/06/2017.

49. Правила польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України : наказ Міністерства транспорту України 16 квіт. 2003 р. № 293 // Офіційний вісник України. – 2003. – № 20. – С. 470-486.

50. Проблемы создания беспилотных авиационных комплексов в Украине / Гребеников А.Г., Журавский А.Г., Мялица А.К. [и др.] // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2009. – № 42. – С. 111–119.

51. Про затвердження Положення про використання повітряного простору України : Постанова Кабінету Міністрів України від 29 берез. 2002 р. № 401 // Офіційний вісник України. – 2002. – № 14. – С. 85. – Ст. 727, Ст. 896.

52. *Растопчин В. В.* Беспилотные авиационные системы / В. В. Растопчин, С. С. Румянцев // Вестник воздушного флота. Аэрокосмическое обозрение. – 2001. - № 2. – С. 78-83.

53. *Ратушняк В. С.* Зліт: безпілотні літальні апарати в сільському господарстві / електронний журнал «Агропрактик», 2016. – С. 34-58.

54. *Сечин А. Ю.* Беспилотный летательный аппарат: Применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 2) / Сечин А. Ю., Дракин, Киселева А. С. // Ракурс. – 2011. – С. 3-12.

55. *Совенко А.* XXI век. В небе – роботы / Андрей Совенко // Авиация и время. – 2016. - № 3. – С. 26-43.

56. *Станкевич С. А.* Застосування сучасних технологій аерокосмічного знімання в аграрній сфері / Станкевич С.А., Васько А.В. // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій: матеріали наук.-практ. конфер. – 2011. – С. 44–50.

57. *Стаховский И.* Беспилотная авиация Украины – рождение отрасли / Игорь Стаховский // *Авиация и время.* – 2017. - № 4. – С. 34-37.

58. *Стратий А. В.* Консолідація інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 90-98.

59. *Трубников Г. В.* Беспилотные летательные аппараты и технологическая модернизация страны / Трубников Г. В., Воронов В. В. // *Экспорт вооружений.* – 2009. – № 4. – С. 11–20

60. *Хрупенко А. М.* Обґрунтування необхідності та перспектив створення безпілотних літальних апаратів для використання в Україні / А. М. Хрупко // *Системи озброєння і військова техніка.* – 2007. - № 2. – С. 50-52.

61. *Учуваткин М.* Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в экономике / М. Учуваткин // *РwС.: И ннополис* – 2016. – С. 6-36.

62. AeroQuad Forum – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://aeroquad.com/showthread.php?951-AeroQuad-v1-8-v1-9-Shield/page7>.

63. Arduino-based drone – Atmel – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://atmelcorporation.wordpress.com/2015/06/08/>

64. *Blaschke, T.* Object based image analysis for remote sensing. ISPRS J.P. 65, 2 – 16. [https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004.\(eng\)](https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004.(eng))

65. Drone.UA – Офіційний дилер продукції компанії DJI в Україні. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://drone.ua/dji/dji/?gclid=CLr72ZTUodQCFQWUsgodw50FCQ>

66. *Gini R.* Aerial images from an UAV system: 3D modeling and tree species classification in a park area / Gini R., D. Passoni D., Pinto L., Sona G. // – XXII ISPRS Congress. Melbourne. – 2012. – P. 361–366.

67. *Klishch O.* Lenkflugzeuge – ein modernes werkzeug für die Landwirte // XVI International Scientific and Practical Conference "FLIGHT. MODERN PROBLEMS OF SCIENCE ". Kyiv – 2016

# ДОДАТКИ

КАФЕДРА ОАП				НАУ. 20. 05.21. 003 ПЗ			
Виконала	Кліщ О.О..			ВСТУП	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Дерев'янка Т.А				Д	119	1
Консульт.	Дерев'янка Т.А				ФТМЛ 275 ОП-201Б		
Н. контр.	Дерев'янка Т.А.						
Зав. каф.	Шевчук Д.О.						

## Собівартість перевезення автомобільним транспортом

Марка автомобіля	Річна собівартість перевезень, грн	Собівартість 1-го кілометру, грн/км
DAF - XF 105 – 46 Space cab	744116,67	6,2
VOLVO FH13 Globetrotter XL	768933,33	6,41
RENAULT Premium 430 dxi 11	846264,83	7,05
SCANIA R480 Topline EGR	851383,33	7,09
MA3 - 643008	765016,67	6,38
KAMA3 - 54115	692200	5,77
DAF LF45.220	490833,33	4,09
MAN TGL 8.210	451733,33	3,76
Fiat Ducato XL	224011,05	1,87
Mercedes Sprinter 315 cdi	216449,07	1,8