

УДК 631.937.33

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ

Valentyn Myronenko, Sergiy Maranda

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Heroiv Oborony Str. 15, Kiev, 03041, Ukraine

**Анотація.** Приведено історичні етапи впровадження авіації в сільське господарство, розвиток виробництва спеціальних літальних засобів та адаптація їх до вимог техніки безпеки та організації польотів при обробці сільськогосподарських культур, а також наведені можливості літальних засобів для моніторингу сільськогосподарських угідь.

**Ключові слова:** землеробство, ефективність, процес, рослинництво.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві.

З появою літальних апаратів – літаків та вертольотів, людство почало використовувати їх для різних господарських потреб: перевезення людей та вантажів, спостереження за об'єктами у сільськогосподарському виробництві.

Вперше сільськогосподарська авіація була визначена, як засіб боротьби з шкідниками посівів німецьким лісоводом Альфредом Циммерманом. В заявці на винахід від 29 березня 1911 року він описав застосування літаків для внесення пестицидів (вапняної води) для боротьби з міллю в лісах. Поширеного застосування літаків сільського господарства набуло після першої світової війни. На той час з'явилися пристосовані для такої роботи літаки та спеціально навчені пілоти. В 1920-х роках в багатьох країнах були виконані перші пробні польоти, про результати яких повідомили Нейлі і Хаузер (серпень 1921 року) в США та професор В.Ф. Болдирев (липень 1922 року) в СРСР [1].

Першим літаком спеціально розробленим для внесення хімічних препаратів був літак Ag-1, розроблений у 1949-1950 роках у Техаському авіаційному дослідницькому центрі A&M. Його конструкція стала основою для проектування майже всіх наступних літаків спеціального призначення. Однією з перших у світі розпочала масовий випуск літаків для сільського господарства фірма «Пайпер еіркфрафт корпорейшн» розробивши для цього літак PA-25 «Поні».

Історія використання авіації у сільському господарстві України розпочалася в 1923 році. Спеціалісти одеських авіаремонтних майстерень побудували двомісний навчально-тренувальний літак «Коньок-Горбунок». Завдяки гарних літних характеристик цей літак використовували не тільки для учбових польотів, а також в сільському господарстві. У 1925 році в Україні вперше провели авіахімічні роботи. В цьому ж році Косяненко А. пропонував наступні напрямки використання літаків: аерофотографія для агропропаганди; аерофотограмметрія для землеустрою; аерофотографія для обліку урожаю; боротьба зі шкідниками.

До війни в більшості областях України, особливо південний регіон авіація використовувалась, як для посівів так і для їх захисту. На той час масово використовувався літак По – 2 (АП). У 1947 році було розпочато випробування літака СХ – 1, із запуском цього літака в серійне виробництво він мав назву Ан – 2. У 1964 році авіацією було оброблено більше 10 млн. га посівів. На той час випробовувались такі літаки та вертольоти: Ан – 2, Як – 12, Ан – 14, Ми – 1, Ка – 15 та В – 2. 1976 року було виконано авіа розселення трихограми на

площі 500 тис. га. З кожним роком все більше використовувалось авіа розселення трихограми. У 1986 році розселено трихограми на площі 1,06 млн. га. З 90-х років використання авіації у сільському господарстві значно скоротилося. На 01.01.2000 в Україні зареєстровано 93 авіапідприємств, які надавали послуги сільськогосподарським підприємствам, в парку, яких нараховувалось 720 одиниць техніки: літаків Ан – 2, вертольотів Ми – 2, Ка – 26.

### РЕЗУЛЬТАТИ І ДИСКУСІЯ

На сьогодні літаки для сільськогосподарського виробництва випускається рядом фірм Європи та США. Для сільського господарства використовуються такі групи літальних апаратів:

1. Бувші у використанні військові літаки таких фірм, як «Боїнг» та «Грумман» (США);
2. Бувші літаки цивільного призначення, це DC – 6 (США), АН-2М (СРСР), «Бівер»;
3. Літаки спеціально вироблені для сільського господарства, таких фірм, як «Пайпер», «Єйрес», «Сесна» (США), тощо;
4. Вертольоти;
5. Дельтаплани;
6. Безпілотні радіокеровані літальні апарати (БЛА).

У сільському господарстві літальні апарати використовуються для таких технологічних операцій; як внесення мінеральних добрив (підживлення), та отрутохімікатів для боротьби зі шкідниками, бур'янами та хворобами сільськогосподарських культур.

Парк літаків та вертольотів України в основному складає АН-2, Як – 12, Ан – 14, Ми – 1, Ка – 15 та В – 2, а також мотодельтаплани та безпілотні літальні апарати (БЛА).

Літак Ан-2 конструкції О.К. Антонова для авіаційно-хімічних робіт у сільському господарстві обладнується обпилювачем або обприскувачем. Допустиме завантаження літака (хімікати, добрива та ін.) -1370 кг.

На літаку встановлено дев'ятициліндровий поршневий двигун потужністю 820 к.с., який працює на бензині Б-91. Робоча швидкість літака Ан-2 при виконанні сільськогосподарських робіт-160 км/год. робоча висота польоту 5 – 10 м, ширина захвату до 22 м., витрата палива-150 кг/год. Літак має двомісну кабіну з подвійним керуванням [2].

Сипучі хімікати або добрива завантажують у бак, що встановлений у фюзеляжі літака. Два завантажувальних люка розміщені у верхній частині фюзеляжу. Сучасні конструкції баку виготовлені з пластику. Схема пристрою для обпилювання сільськогосподарських культур, що встановлюється на літаках Ан – 2 представлена на рис. 1.

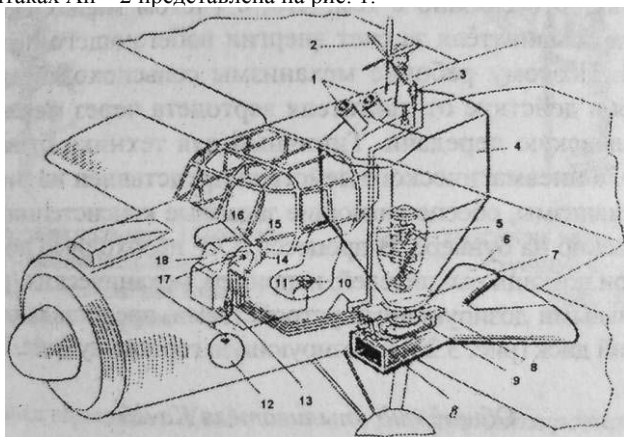


Рис. 1. Схема пристрою для обпилювання сільськогосподарських культур літака Ан – 2:

- 1 – завантажувальні патрубки, 2 – вітряк, 3 – пневмоциліндр гальма вітряка, 4 – бак,
- 5 – розпушувач, 6 – розподільник, 7 – роз'єм, 8 – циліндр заслінки, 9 – дозуюча горловина,
- 10 – трубопровід, 11 – манометр, 12 – балон стиснутого повітря, 13 – клапан, 14,16 – лампа сигналізації закриття та відкриття заслінки, 15 – важіль включення пневмокрана, 17 – пульт управління апаратури, 18 – автомат захисту мережі

На деяких авіаційних розкидачах для розпушування мінеральних добрив з поганою сипучістю всередині бака встановлені розпушувачі. Для зміни норм внесення сипучих матеріалів застосовують дозатори дискового типу.

На деяких моделях для регулювання подачі мінеральних добрив відносно великими нормами витрати почалося застосування дозатора пелюсткового типу з розпилювачем РТШ-1. Витрата добрив в цьому випадку змінюється в залежності від кута установки пелюсток.

При виконанні деяких авіаційно-хімічних роботах потрібно забезпечити дуже малу подачу сипучих матеріалів. Наприклад, при боротьбі зі шкідливими гризунами витрата отруйних зернових приманок іноді не повинна перевищувати 50...60г/с. Подавати таку малу кількість при звичайних розмірах дозуючої горловини обпилювача важко. Тому в подібних випадках всередину випускної горловини баку і дозуючої горловини вставляють ліжку для зменшення випускного отвору, під яким поміщають дозуючий диск зменшеного розміру. Диск ставлять замість кришки сальника втулки серійного дозуючого диску. За допомогою наявних дозуючих пристроїв обпилювача літака Ан-2 можна забезпечити дуже широкий діапазон внесення розпилюваних і розсіюваних речовин (від 50 ... 60 г/с отруйних зернових приманок до 50 – 60 кг/с мінеральних добрив).

Для приводу валу розпушувача і дозуючого механізму використовується лопатний металевий вітряк, що встановлюється на фюзеляжі (рис. 2). Діаметр лопатей вітряка – 560 мм. Вітряк обертає вал розпушувачів через черв'ячний редуктор з передаточним відношенням 40:1. Частота обертання вітряка в польоті близько 3000 об/хв.

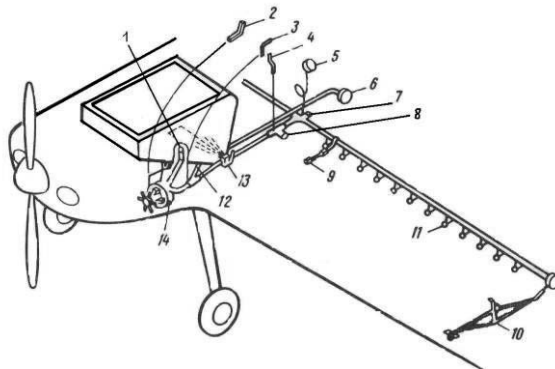


Рис. 2. Схема авіаційного обприскувача: 1,8 – фільтри, 2 – стопор, 3 – клапан, 4 – керування клапаном аварійного викиду, 5 – датчик тиску, 6 – лінія розташування фільтрів, 7 – випускний отвір, 9,10 – опори, 11 – форсунки, 12 – повернення хімікатів у бак, 13 – змішувач, 14 – насос

Система обприскувача, яка встановлюється на літаках не відрізняється від наземних обприскувачів за відміною приводу насоса робочої рідини. На осі насоса встановлений вентилятор, який від набігаючого повітря при польоті літака обертається разом з валом насоса.

Підвищення стандартів до якості продукції рослинництва сільськогосподарського виробництва в світі призводить до впровадження технологій завдяки яким виробляється екологічно чиста продукція. При таких технологіях знижується до мінімуму або і взагалі не використовуються хімічні препарати, як для підживлення, так і захисту рослин від шкідників. Таким чином в основу захисту посівів від шкідників покладено біологічний спосіб захисту.

На даний час основним засобом біологічного способу боротьби зі шкідниками як на полях, так і в садах є трихограма. Трихограма відіграє визначальну роль в агробіоценозах і є єдиним ентомофагом, що стримує шкодочинність комплексу небезпечних шкідників таких, як: підгризаючі і листогризучі совки, вогнівки, білани, молі, садові листокрутки тощо [3].

Основними факторами, що визначають ефективність трихограми є період та термін її розселення. У період кладки яєць шкідниками потрібно вчасно та в короткі проміжки часу внести трихограму. До сьогодні та і на даний час у світі використовується багато методик та технологій розселення трихограми. Використовується ручний та механізований способи. Механізований спосіб виконується як наземними МТА, так і авіаційними. На рис. 3. наведена класифікація способів розселення трихограми.

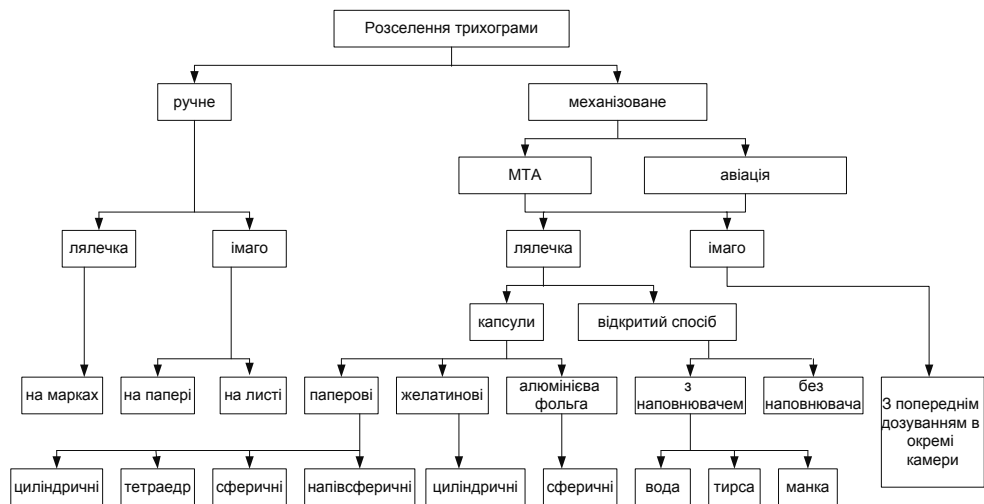


Рис. 3. Класифікація способів розселення трихограми

За даними Української лабораторії захисту рослин у 2010 році в Україні захист рослин з використанням трихограми здійснено на площі 677580 га., з яких 562966 га. оброблено авіаційним способом.

Використання авіації для розселення трихограми є одним з перспективних напрямів розвитку засобів механізації біологічного методу. Основним позитивним фактором при цьому є висока продуктивність (робоча швидкість - 150 км/год.).

ВНДІ захисту рослин СРСР разом з Середньоазіатським НДІ захисту рослин у 1986 році розробили технологію та пристрій АРТ – 2 для розселення трихограми за допомогою літака АН-2 для боротьби з стебловим метеликом на кукурудзі, комплексу совок на овочевих і технічних культурах та іншими шкідниками [4].

Пристрій АРТ – 2 (рис. 4), виконаний підвісним, на штангах серійного обприскувача. Пристрій складається з циліндричного бункера 1 з конічним дном та кришкою 2. в кришці закріплена трубка 8 для продування біоматеріалу. Для забезпечення постійної витрати через вихідний отвір незалежно від рівня біоматеріалу в бункері встановлений розвантажувальний конус 9. Випускний отвір 3 закривається голкою-дозатором 4 з пневмоприводом.

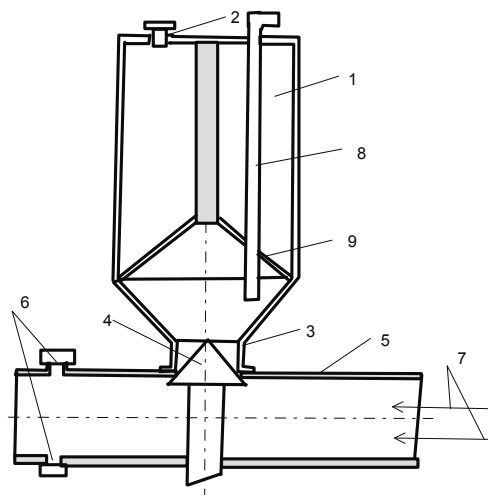


Рис. 4. Принципова схема пристрою розселення трихограми АРТ-2

Нижня частина бункера з'єднана з трубою 5, яка спрямовує набігаючий потік у зону випадання біоматеріалу. На вихідному кінці труби виконана кільцева форсунка 6 для розпилення води, яка поступає з насосного агрегату обприскувача АН-2.

В пристрої використано пасивний спосіб виведення біоматеріалу бункера, дозування з застосуванням сипкого наповнювача та спосіб осадження за допомогою крапель води.

Після ввімкнення пристрою в роботу в момент відкриття голки-дозатора біоматеріал поступає через кільцеву щілину в дні бункера в вихідну трубу, на кінці якої змочується водою з форсунки і разом з каплями опускається на землю.

Використання пасивного дозатора у вигляді кільцевої щілини, яка може змінювати свою ширину, приводить до того, що малі норми розселення з допомогою АРТ-2 можна забезпечити лише з використанням сипкого наповнювача, перемішуючи його з трихограмою у співвідношенні 10:1. Це підвищує нерівномірність розселення трихограми. Недоліком АРТ-2 є те що на пристрої використано індивідуальні дозатори для кожного робочого органу. Тому, щоб перекрити потрібну ширину захвату, доводиться використовувати декілька пристроїв АРТ-2.

Для усунення недоліків пристрою АРТ – 2 Пасько А.К. запропонував пристрій з активним централізованим дозатором, вибравши при цьому дозування чистого біоматеріалу (рис. 5). Дозатор пристрою складається з циліндричного бункера 1 з конічним дном, дозуючого диска 2 з канавкою 3 та відсмоктуючого патрубку 4. Дозування біоматеріалу проходить шляхом рівномірного засипання біоматеріалу у канавку диска рівномірним шаром та постійних обертів цього диска [5].

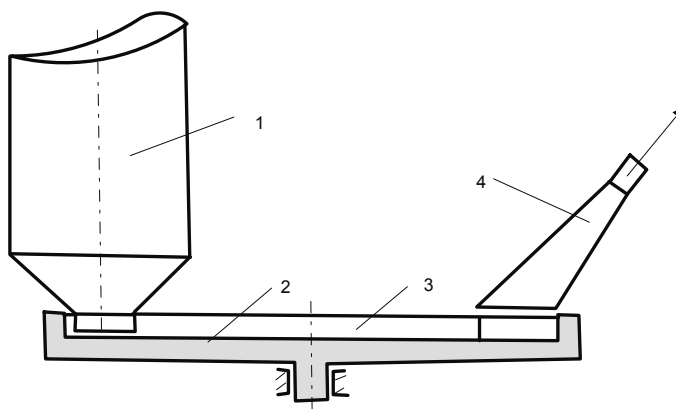


Рис. 5. Пристрій для розселення трихограми з активним дозатором

Вказані пристрої для розселення трихограми були розроблені для поширеного у сільському господарстві літака АН-2. При цьому недоліком пристрою АРТ-2 є необхідність транспортування літаком великої кількості води.

Для підвищення ефективності технологічної операції розселення трихограми у багатьох західних країнах та в бувшому СРСР проводились експериментальні дослідження з вивчення можливостей застосування мотодельтапланів. Зокрема Краснодарським філіалом НДІ цивільної авіації були розроблені технологія та апаратура для розселення трихограми з мотодельтапланів. Робоча швидкість при цьому становить до 60 км/год., ширина захвату до 15м., продуктивність обробки біля 100 га/год. Такі показники разом з витратою палива 5-8 л/год. та малою вартістю МДП дозволяє зробити висновок про доцільність використання МДП для виконання механізованого розселення трихограми з повітря [6]. Слід зауважити, що МДП є більш доступним для сільського господарства ніж літаки, що сприяло їх широкому впровадженню.

З розвитком електроніки, і появи малогабаритних пристроїв таких, як кишенькові рації, системи керування, їх почали застосовувати у виробництві систем радіоуправління машинами. Це було поштовхом до появи безпілотних радіокерованих літальних апаратів – БЛА.

Подібні апарати використовуються сьогодні для військових цілей, наукових досліджень та у спорті.

Завдяки розробкам апаратури радіокерування авіамоделями стало можливим продовжити роботи над удосконаленням БЛА сільськогосподарського призначення. Ця малогабаритна, цифрова, багатофункціональна апаратура призначена для керування моделями в межах візуального спостереження. Принципово новим є те, що система стала пропорційною, тобто величина відхилення важелів управління на пульті керування відповідає величині відхилення елементів керування літаком. Вага бортової частини комплексу разом із джерелом живлення становить біля 1 кг. Вартість таких систем управління становить біля 200 доларів США [7].

У 1976 році Московський авіаційний інститут разом з НДІ захисту рослин розпочали роботу над створенням БЛА як носія пристрою для механізованого розселення трихограми. Цей літак (рис. 6) має штовхаючий гвинт та двотактний поршневий двигун робочим об'ємом  $10 \text{ см}^3$  потужністю 1,2 кВт. Він також оснащений пристроєм для капсульного розселення трихограми з приводом від повітряної турбіни. Точки скидання капсул розміщені на кінцях крил. Продуктивність БЛА складає 30 – 35 га/год. при робочій швидкості до 150 км/год. Вага БЛА в сухому стані – 6 кг.

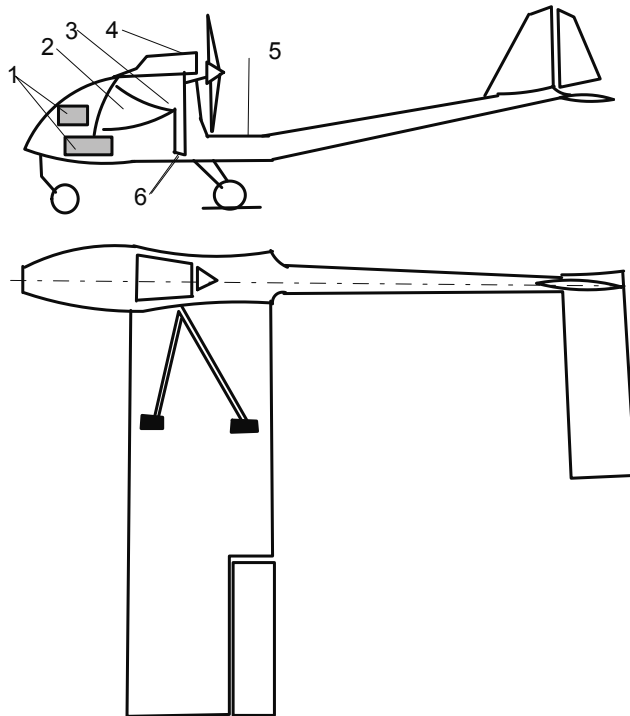


Рис. 6. Схема БЛА для механізованого розселення трихограми у капсулах:  
1 – радіоапаратура, 2 – контейнер для капсул, 3 – капсули з трихограмою, 4 - двигун,  
5 – регульований повітрязбірник, 6 – отвори для виходу капсул

При виконанні технологічної операції БЛА рухався, в автоматичному режимі, підтримуючи всі важливі функції. Однак, у будь-який момент часу пілот-оператор може перейти на ручне радіоуправління, що гарантує безпеку і безаварійність використання БЛА.

Досвід використання БЛА показав, що за рядом таких важливих показників, як продуктивність, економічність, коефіцієнт завантаження вони переважають інші засоби для механізованого розселення трихограми. Тому виникає необхідність дослідження та

обґрунтування параметрів пристрою механізованого розселення трихограми та БЛА як носія цього пристрою.

Аналіз наземних [7-10] і повітряних способів розселення трихограми свідчить, що наземні машино-тракторні агрегати малопродуктивні та мають високу вартість. Процес розселення із застосуванням наповнювача, як при наземному так і повітряному способі не дає гарантії рівномірного розподілу біопрепарату на поверхні поля. Використання способу розселення з застосуванням капсул має недоліком високу трудомісткість виготовлення капсул. Використовувати літаки типу АН-2 для розселення трихограми не рентабельно. Мотодельтаплани та БЛА, які використовуються в технологічному процесі розселення трихограми, не задовольняють якісним показникам розселення таким, як задана норма та рівномірність розподілу. Тому для виконання даної задачі доцільно було б використовувати БЛА легкої конструкції з простим способом дозування та розселення трихограми по поверхні поля та застосуванням сучасних систем навігації для забезпечення рівномірного розподілу біопрепарату.

Науковими співробітниками НУБіП України та НТУУ «КПІ» було розроблено радіокерований безпілотний літальний апарат БЛА «А – 1» (рис. 7) для розселення трихограми в стадії імаго, тобто трихограми, яка знаходиться в яйцях зернової молі. При цьому використовується технологія суцільного, або локального розселення трихограми.



Рис. 7. Безпілотний літальний апарат «А – 1»

Для суцільного розселення трихограми використовується система автопілоту, в якій встановлюється задана ширина оброблюваної ділянки, висота польоту та зона розвороту, а для локального розселення під час льоту на механізм управління дозатора подається сигнал від інфрачервоного датчика, який налаштований на фіксацію зміни густоти насаджень на оброблюваній ділянці. Принципова схема системи розселення, яка встановлена в фюзеляжі БЛА, зображена на рис. 8.

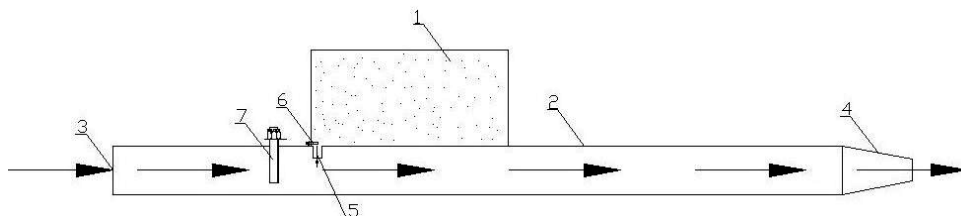


Рис. 8. Принципова схема системи розселення трихограми: 1 – бункер, 2 – повітряний канал, 3 – вхідний дифузор, 4 – насадка-розпилювач, 5 – перепускний клапан, 6 – регулятор подачі трихограми, 7 – регулятор швидкості потоку

Безпілотний літальний апарат «А – 1» відноситься до легких БЛА з максимальною злітною масою – 5 кг. Маса цільового навантаження – 1,5 кг. Для покращення транспортування на місце виконання робіт конструкція літака виконана – розбірною, демонтуються крила. Запуск літака відбувається з руки. На БЛА встановлений електричний двигун потужність, якого дає можливість стартувати без прикладання великих зусиль для його запуску. Посадка літака здійснюється на поверхню поля.

При виконанні сільськогосподарських робіт за допомогою авіації обробка полів відбувається окремими паралельними смугами, ширина яких відповідає захвату обробки. Оброблювана площа не повинна бути з пропусками та перекриттями. Тому кожна площа повинна бути розмічена на паралельні умовні лінії відстань між якими відповідає ширині захвату літального засобу. Але умовна лінія на полі це лінія між двома орієнтирами, які бачить пілот літака.

Існує декілька видів орієнтирів, які можуть використовуватись пілотами літаків:

1. природні орієнтири,
2. штучні орієнтири,
3. використання сигнальників,
4. використання електронних систем управління.

Природними орієнтирами на полі можуть бути дерева у посадкових насадженнях, або опори ліній електропередач. Схема руху літака за заданими орієнтирами представлена на рис. 9.

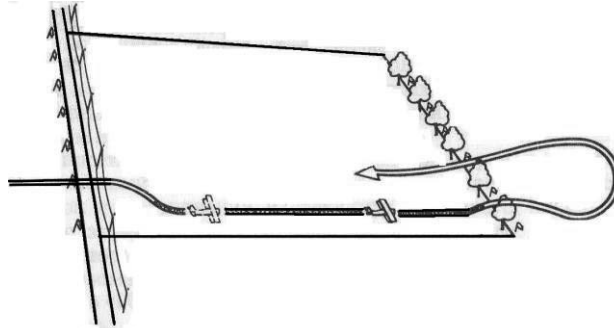


Рис. 9. Схема руху літака за заданими орієнтирами

Правило вибору природних орієнтирів визначення не має. Існують також і інші орієнтири такі, як дамби, згини русел річок, пусті поля, тощо. Один орієнтир може застосовуватися для декількох прольотів: не важко визначити одну полосу з одного боку, центральну полосу та полосу з другого боку.

Для підвищення точності виконання прольотів по оброблюваному полі використовують штучні орієнтири. Ці орієнтири виставляються на кінцях поля з відстанню між ними рівною шириною захвату оброблюваної полоси. Штучні орієнтири можуть бути різної форми та матеріалу. Це можливо прапорці яскравого кольору площею 1м<sup>2</sup>, або щити аналогічного розміру що добре відбивають сонячне світло. За допомогою них пілот виводить літак на задану оброблювану ділянку. Не достатком таких орієнтирів є те, що з мірою росту рослин їх потрібно підіймати вище, також для обробки великих площ потрібно затратити багато часу на їх виготовлення та установку. Використовуються ще такі штучні орієнтири як паперова стрічка довжиною 2,5-4,5 м. з закріпленими вантажами на кінцях вантажами. По ходу літака пілот випускає стрічки що лягають на рослини паралельними лініями які вказують напрямок наступного прольоту літака.

Одним із варіантів орієнтирів на полі є використання сигнальників. Перш за все необхідно розташовувати сигнальників таким чином, щоб їх було видно пілотам. Сигнальники повинні мати одяг чи прапори, добре помітні на фоні рослинності. При обробці довгих гонів вони повинні розташовуватись на деякій відстані від кінця поля і починати перехід до слідуючої позиції, як тільки літак вийшов на заданий курс польоту. Якщо гони занадто короткі і сигнальник не встигає перейти на наступну позицію то в даній ситуації одним з методом є установка прапорів. Вони вказують пілоту напрямок руху потім переходять на



ділянку іншого прольоту. Але використання такої методики також може заважати не достаток часу. Тому краще використовувати метод маркування меж полос (рис. 10).

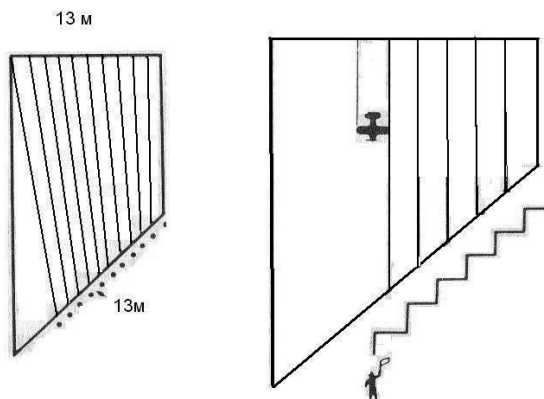


Рис. 10. Переміщення сигнального для орієнту пілота

В основному сигнальні розташовуються на відстані ширини полоси від меж поля. Переміщати сигнальні можуть на наступну позицію тільки після прольоту над ними літака. При маркуванні першої полоси першим орієнтиром при кожному прольоті є точка на половині шляху між межею та сигнальником, що змушує часто перевіряти правильність оцінки відстані. Для забезпечення задовільного виконання сигнальниками роботи існують правила, які повинні вони виконувати, а саме: одяг повинен бути контрастного кольору чи пофарбований яскравою флуоресцентною фарбою в залежності від умов роботи; використовувати крокомір для полегшення підрахунку відстані між суміжними прольотами; використовувати радіостанції. На даний час розроблені електронні системи наведення невеликих літаків, які задовольняють специфічним вимогам до сільськогосподарських робіт. Нижче наведені основні принципи дії цих систем.

*Автономні електронні системи.* Інерційні навігаційні системи. Вони являють собою засоби забезпечення точної навігації чи наведення, які цілком автономні, не потребують зв'язку з радіостанціями, орієнтації на небесні тіла або інші зовнішні орієнтири. Ця система (рис. 11) складається з трьох акселерометрів, розміщених на гіроплатформі та комп'ютера, який на основі поступаючих даних про прискорення видає значення швидкості та визначає швидкість в здовж осі акселерометра. Ця інформація подається на панель управління. Акселерометри установлені на гіростабілізаційну платформу, яка ізолює їх від впливу сили тяжіння та забезпечує постійну орієнтацію їх осей відносно поверхні Землі не залежно від кута орієнтації літака. Але інерційні системи з гіроскопічним пристроєм не придатні для легких літаків.

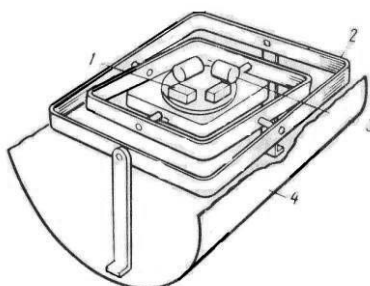


Рис. 11. Схема інерційного датчика: 1 – акселерометр, 2 – рамка підвіски гіроскопа, 3 – гіроскоп, 4 – корпус літака

На даний час великого поширення для керування літаками, МТА набули системи на основі супутникової навігації. Так, як в наші розробки взято за основу безпілотний літальний

апарат (БЛА) то керування ним може бути, здійснено двома способами: дистанційне (ДУ) та автоматичне (АУ). Перший спосіб має обмежені можливості за дальністю керування, обумовлені обмеженими можливостями візуального спостереження. Другий спосіб – це обладнання літака автопілотом, до складу якого входить малогабаритна інерційна навігаційна система (МІНС) та приймач ГСП (рис. 12).

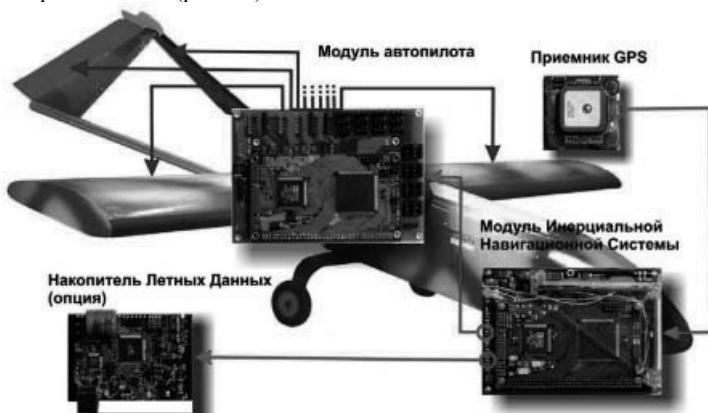


Рис. 12. Функціональна схема бортового комплексу

Комплект є повнофункціональним автопілотом з можливостями програмування польоту за заданим маршрутом на заданій висоті. Основною відмінністю запропонованої системи від аналогів – це наявність малогабаритної ІНС в складі бортового обладнання БЛА. Наявність такої системи забезпечує велику точність пілотування з можливістю виходу БЛА в задану точку простору і в заданий час, а також забезпечує велику точність польоту по заданій лінії, що не може забезпечити використання приймача ГСП разом з курсовим гіроскопом. Для забезпечення заданої висоти польоту то використовують дані баровисотоміра, ГСП та інерційних датчиків забезпечує точність по висоті в прямолінійному польоті на рівні 1м. Враховуючи при плануванні польоту даних цифрових карт рельєфу місцевості дозволяє БЛА слідувати по лінії з огинанням рельєфу, чим забезпечує безпеку польоту та точність керування. Точне визначення МІНС курсової швидкості БЛА дозволить економно дозувати витратні матеріали при обробці полів.

У випадку встановлення на БЛА пристрою передачі зображення (відеокамера) можливості дистанційного способу управління значно розширюються і можна здійснювати управління БЛА без візуального спостереження за ним. Для покращення відеозображення може застосовуватись наземна станція, яка забезпечує дистанційне управління за даними МІНС, встановленої на БЛА які вона передає на землю по радіоканалу. В цьому випадку БЛА керується з пульта ДУ, а комп'ютер наземної станції відображає параметри польоту на навігаційному дисплеї (рис. 13).

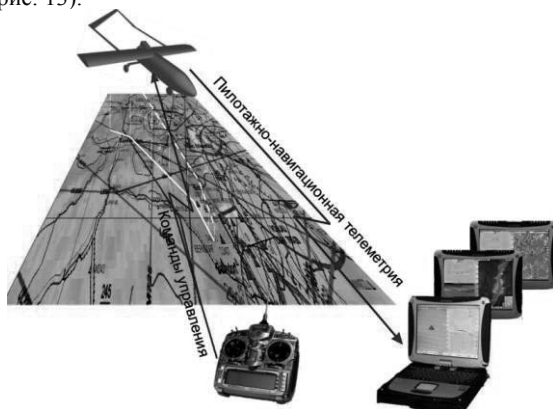


Рис. 13. Управління БЛА без візуального спостереження

В цьому випадку пілот може знаходитись на великій відстані від керованого літака та повністю спостерігати за параметрами польоту на дисплеї. Це дає можливість забезпечувати високоточне керування БЛА з врахуванням прогнозу висоти, швидкості. Спеціальне програмне забезпечення (ПЗ) підготовки літного завдання забезпечує планування польоту з врахуванням особливостей конкретного літального засобу, рельєфу місцевості та мети польоту. Таким чином установка на БЛА МІНС дозволяє вирішити задачу керування і навігації, як в ручному так і автоматичному режимах, максимально ефективно та безпечно використовувати літальний апарат для вирішення різних задач сільського господарства.

## ВИСНОВКИ

Перевагами використання авіаційної обробітки посівів є велика швидкість, та продуктивність при виконанні польових робіт. Насадження не пошкоджується ходовою частиною, а також немає залежності від стану поверхні поля, зокрема вологості ґрунту.

Використання малогабаритних БЛА в сільському господарстві, обладнаних засобами моніторингу та малогабаритними висівними системами підвищує якість та точність виконання технологічних операцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Квонтик Х.Р. Справочник пилота сельскохозяйственной авиации: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1991. – 255 с.
2. Применение авиации в сельском хозяйстве: Справочное пособие / [А.И. Тимин, А.В. Степанович, А.П. Скоробогатов и др.]; Под ред. А.И. Заикина. – Мн.: Урожай, 1980. – 119 с.
3. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
4. Барабаш А.В. Для авиарасселения трихограммы // Защита растений. – 1990. – № 8. – С. 27.
5. Пасько А.К. Авиарасселение трихограммы // Защита растений. – 1982. – № 7. – С. 37–38.
6. Пушкарёв Б.В., Ермолов А.А. Вместо самолёта – мотодельтаплан // Защита растений. – 1982. – № 8. – С. 40 – 41.
7. Баранов С.К. А.С. № 1103835 /СССР/. Способ подготовки капсул к рассеву. – Оpubл. в Б.И., 1984, № 27. – 6 с.
8. Гончарук А.И., Абашкин А.С. Установка расселения трихограммы УРТ-20. – М.: Агропромиздат, 1989. – 20 с.
9. Гринберг Ш.М., Боббетрын И.Н. Расселение трихограммы с помощью авиации. – М.: Агропроиздат, 1986. – 128 с.
10. Кіку Б.В. Изыскание и обоснование принципиальной схемы и основных параметров установки для расселений трихограммы : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – зерноград, 1990. – 15 с.
11. Авиация в сельском и лесном хозяйстве / В.М. Шумилин, В.М. Агарков, В.В. Белозеров и др. – М.: Колос, 1995. – 208 с.

## OPPORTUNITY OF USING OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURE OF UKRAINE

**Summary.** Adduced historical aspects of the aircraft in agriculture, the development of specially designed aerial vehicles and their adaptation to the requirements of safety and flight organization for use in the fields. There are possibilities of aerial monitoring of agricultural land.

**Key words:** farming agriculture, efficiency, process, plant growing.