

ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

ВОРОНЬКО Віталій Володимирович 

д-р. техн. наук, професор, професор кафедри транспортних систем і логістики
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

ВОРОНЬКО Ірина Олексіївна 

канд. техн. наук, доцент кафедри технології виробництва літальних апаратів
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

УКРАЇНА

Анотація: Установлено, що в останні десять років безпілотні літальні апарати набрали величезну популярність, особливо в найбільш розвинених державах світу. Область застосування безпілотників досить широка. Вони можуть моніторити дорожню ситуацію, як міську, так і на віддалених ділянках, вести контроль за пожежною обстановкою в лісах або за паводковими водами в регіонах і багато іншого. Несучи службу, безпілотники передають знятий матеріал на ноутбук, за допомогою якого можна управляти безпілотним засобом. В недалекому майбутньому безпілотна авіація займе головне місце в порівнянні з пілотованою. Це можна пояснити тим, що при використанні безпілотників не потрібні людські ресурси, а отже ніхто не піддає своє життя небезпеці, а також тим, що у безпілотників дуже широкий спектр застосування в оборонній промисловості, в сфері безпеки, в сфері охорони здоров'я, розваг і багатьох інших сферах. В Україні спостерігається щорічний приріст в розвитку безпілотної галузі. Компанії, які використовують БПЛА, не збираються знижувати стрімкі темпи. Розглянуто нинішні області застосування і перспективи для безпілотників в нашій країні.

ВСТУП.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) прийшли в світ з легкої руки військових. Саме там народилася ця технологія, яка, в основному, мала на меті військову розвідку. Цей клас ЛА близький до крилатих ракет і радіокерованих моделей, він має датчики і призначався для польотів на великих чи малих висотах, для передачі інформації на орбітальні супутники [1].

БПЛА не мають екіпажу, систем життєзабезпечення та іншого додаткового обладнання, яке гарантує безпеку людини на борту. Тому може запропонувати велику дальність і витривалість, що робить їх більш ефективними, ніж аналогічні пілотовані системи.

Крім цього, важливим моментом для безпілотної системи є відсутність впливу людського фактору при управлінні апаратом в екстремальних умовах, що перевищують або межують із фізіологічними можливостями організму.

Світова тенденція спрямована на закріплення стійких позицій БПЛА у військовій і цивільній сфері. Безпілотні системи наскільки розширили асортимент, що, в деяких випадках, їм немає альтернативи [2].

Стало прийнято називати БПЛА дронами, хоча не всі дрони є БПЛА. Існує різниця між безпілотними літальними апаратами, безпілотними літальними системами (БПЛС) і дронами [3].

ТИПИ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ. ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.

Дрони – літальні апарати з дистанційним (автономним) наведенням. Цей термін також описує різні транспортні засоби. Їх можна розділити на три основні типи відповідно до їх літаючих механізмів:

- Мультироторні дрони (вертолітні дрони). Вони засновані на принципі вертикального зльоту і посадки, можуть зависати в фіксованому місці, що дозволяє їм забезпечувати постійне покриття стільникового зв'язку в певних областях. Мультироторні безпілотні літальні апарати можуть діяти як базові станції в необхідних місцях з високою точністю і влучністю. Однак їх мобільність дуже обмежена, вони споживають велику кількість енергії.

- Дрони з нерухомим крилом більш енергоефективні, ніж мультироторні дрони. Це пов'язано з їх здатністю рухатися з високою швидкістю при перевезенні важких вантажів. Основними недоліками безпілотних літальних апаратів з нерухомим крилом є необхідність злітно-посадкової смуги через їх характерний горизонтальний зліт і посадку; нездатність зависати над фіксованими місцями розташування; дороге програмне/апаратне забезпечення.

- Дрон з гібридним крилом з'явився на ринку недавно. Ці безпілотні літальні апарати з фіксованим/обертним крилом можуть швидко

досягати пункту призначення, ковзаючи по повітря і зависаючи за допомогою чотирьох роторів.

БПЛА можуть літати віддалено/автономно за допомогою контролера, мобільного телефону, комп'ютера або навіть планшета. Вони характеризуються можливістю автономного польоту і можливістю працювати на великих відстанях з безпечною передачею прямої трансляції. Управління БПЛА можна класифікувати і розділити на три основні категорії:

- Дистанційне керування пілотом – статична автоматизація оператора, коли всі рішення приймаються дистанційним оператором.

- Віддалене контрольоване управління – адаптивна автоматизація. Воно дає дронам можливість запускати і виконувати заданий процес незалежно один від одного, з можливістю втручання людини, якщо це необхідно.

- Повне автономне управління – системна статична автоматизація, коли дрони можуть приймати всі необхідні рішення для успішного завершення місії без необхідності втручання людини.

До БПЛС відносяться БПЛА і дрони, а також оператори, що керують ними. БПЛА – це тип БПЛС, оскільки він відноситься до керованого транспортного засобу або літака.

Налічується багато класифікаційних ознак, за якими ділять БПЛА [4]: за масштабом завдань, що вирішуються, за масою, за тривалістю польоту, за практичною стелею польоту, за типом літального апарату, за базуванням, за використанням, за типом системи керування, за правилами польоту, за типом крила, за напрямком, за паливною системою, за типом паливного бака, за кількістю використань та за радіусом дії.

БПЛА широко застосовують в усіх сферах людської діяльності, які за використанням можна поділити на: військові, цивільні та антитерористичні. В свою чергу цивільні поділяються на: державні, комерційні, транспортні.

Основним недоліком безпілотних літаків в порівнянні з пілотуючими є менша гнучкість і автономність застосування, обумовлені недостатнім сучасним рівнем розвитку програмного забезпечення, що не завжди дозволяє повністю компенсувати відсутність екіпажу на борту.

З огляду на недоліки, слід урахувати питання, які виникнуть в разі спроб створення повністю автоматизованого БПЛА в найближчому

майбутньому. Наприклад, пасажирські перевезення, що вимагають підвищеної надійності, мають забезпечуватися присутністю на борту екіпажу, здатного взяти на себе управління у випадку збою в роботі автоматичної системи управління, або для нестандартних дій з порятунку літака в критичній ситуації.

При виборі альтернативи між пілотованим і безпілотним літаком слід проводити їх комплексне порівняння з урахуванням всієї сукупності переваг і недоліків застосування БПЛА при вирішенні того чи іншого завдання.

Ряд наступних проблем пілотованого ЛА робить БПЛА альтернативним засобом:

- велика тривалість польоту, несумісна з роботоздатністю екіпажу;
- тривалий політ на великій швидкості з урахуванням рельєфу місцевості, пов'язаний з тривалою дією різних перевантажень, з якими не можуть справитися льотчики;
- маневрування з перевантаженнями і кутовими швидкостями, що перевищують порогові значення для організму людини;
- застосування на борту літака радіоелектронних засобів, що створюють поля зі згубним впливом на людину;
- застосування літального апарата в умовах хімічного або радіоактивного зараження.

В даний час БПЛА знайшли застосування при вирішенні різних завдань силових структур. Перш за все, для пошуку і контролю ситуації використовують мікролітаки і дрони, що запускаються з руки, і призначені для з'ясування тактичної обстановки або використання стратегічних БПЛА, які курсують більше доби на висотах до 20 км і здійснюють моніторинг в залежності від поставленого завдання.

БПЛА літакового типу також можуть бути задіяні для:

- радіоелектронної боротьби;
- ретрансляції зв'язку, в тому числі і від інших БПЛА;
- лазерного «підсвічування» цілей;
- тренування персоналу комплексів протиповітряної оборони в якості авіаційних помилкових цілей або повітряних мішеней.

В цивільних цілях безпілотні літальні апарати знаходять основне застосування для різного моніторингу, з метою:

– спостереження за громадським порядком, транспортним рухом, державним кордоном, заповідниками і надання інформаційної допомоги у виявленні та затриманні правопорушників;

– контролю над станом доріг, транспортних розв'язок, залізничних вузлів, інженерних споруд, нафто- і газопроводів;

– екологічного моніторингу, науково-дослідних завдань, допомоги службам прогнозу погоди, інформаційного забезпечення при надзвичайних ситуаціях (лісові пожежі, техногенні катастрофи тощо.).

Крім цього, БПЛА можуть знайти застосування, як:

– сільськогосподарські літаки, які при проведенні авіахімічних робіт змушені виконувати польоти на висотах близько декількох метрів, що пов'язано з підвищеною вірогідністю зіткнення з землею та іншими перешкодами (наприклад, кроною або верхівками дерев, електричними стовпами), а також для вивчення ґрунту, вологості, контролю агротехнічних операцій і т.п.;

– вантажні літаки. БПЛА типу «дрон» або «квадрокоптер» широко застосовуються для доставки посилок, пошти і вантажів, для запилення і хімічного оброблення в сільському господарстві, в туризмі та кіно- і телеіндустрії для зйомок, з боку поліції і МНС для моніторингу дорожньої або природної обстановки.

Області застосування БПЛА (рис. 1) [5]:



Рис 1. Області застосування безпілотних літальних апаратів

– Спектрозональна зйомка – найбільш інформативна і оперативна технологія збору даних в сільськогосподарському секторі. Аналіз відбивної здатності ґрунтів і рослинності в різних зонах спектра дозволяє отримувати вичерпні дані про стан рослин, ступень їх розвитку, потреби в добривах, поливі і т.д. Продуктивність дистанційного методу збору даних – поза конкуренцією [6].

Зйомка ведеться двома типами камер у видимому діапазоні та в вузько направленому інфрачервоному спектрі (рис. 2).

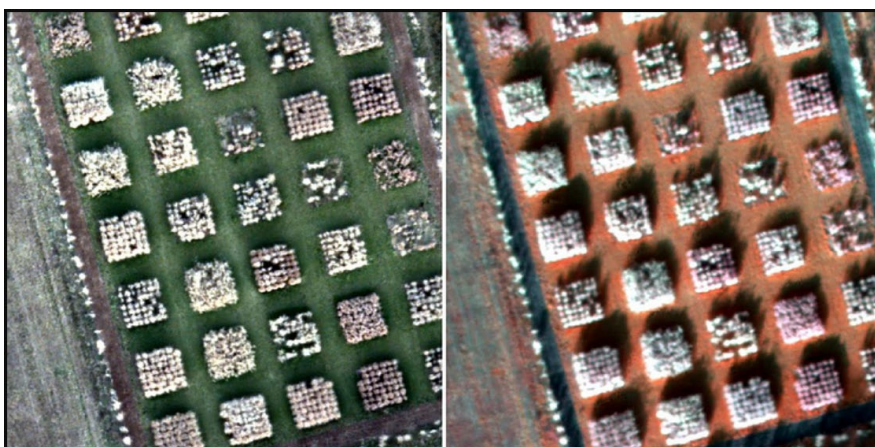


Рис 2. Видимий діапазон RGB та вузьконаправлений інфрачервоний спектр IR

– Аерофотозйомка – продуктивний метод документації місцевості. Зараз побачити приховані зміни стану місцевості можна не тільки з літака, але й за допомогою безпілотних технологій. При цьому технологічні можливості апарату дозволяють отримати знімки, роздільна здатність яких менша 1 см на піксель [7] (рис. 3).



а – створення топографічного плану 1:2000,
б – створення 3D-моделі проекту об'єкту будівництва

Рис 3. Ортофотоплан

Аерофотозйомки новітнього покоління дають фермеру можливість скласти мульти- та гіперспектральні карти. Мультиспектральні знімки зазвичай містять зображення рослинності в 4-5 діапазонах видимого спектру та в ближньому інфрачервоному діапазоні. Такі зображення можуть виявляти бур'ян, дефіцит азоту та прогнозувати врожайність.

Гіперспектральна зйомка отримує зображення рослин у видимому і інфрачервоному спектрі, використовуючи фільтри і температурні сенсори. Гіперспектральні знімки мають точно визначати причину нездорового стану рослин: конкретні хвороби, шкідники та бур'яни; дефіцит мікроелементів; родючість рослин і потенціал урожайності [8].

Аерофотозйомка відбувається з застосуванням аерофотоапарату. В результаті фотографування земної поверхні з повітря отримують знімки, що представляють собою зображення рельєфу і геологічних об'єктів в центральній проекції (рис 4):



Рис 4. Аерофотознімок об'єкту будівництва і міст Патона

– Геодезичні дрони ідеально підходять для потреб землевпорядників. Це промислові, функціональні безпілотники, які відповідають завданням картування місцевості і об'єктів (рис. 5). Мають систему супутникової навігації, яка використовується для підвищення точності даних про місцезнаходження БПЛА, яка дозволяє підвищити точність GPS-позиціонування до 2,5 см [9].

Матеріали зйомок можуть бути використані при ведення державного кадастру нерухомості та контролю містобудівної діяльності в населених пунктах; реагування на надзвичайні ситуації; контроль снігового і льодового покриву, кромки льодоставу, моніторинг місць розливів річок; оновлення топографічних карт; моніторинг різних типів об'єктів; моніторинг стану сільськогосподарських угідь, в тому числі над цільовим використанням земель, оперативна оцінка стану і ступеня деградації земель, прогноз врожайності; створення географічних інформаційних систем [11].



а

б

а – приклад двомірної ортомозаїчної карти,
б – карта, створена за допомогою тепловізійної камери
Рис 5. Карти для топографічних даних [10]

– Моніторинг застосовують в різних сферах: для охорони важливих об'єктів (в денній і нічний час) [12]; лісових угідь (контроль за вирубкою, запобігання пожежам (рис. 6), оцінки збитку після катаклізмів, визначення осіб порушників) [13, 14]; в ремонтно-будівельних роботах (виявлення пошкоджень, планування ремонтних робіт, моделювання можливих небезпечних ситуацій); в нафтогазовидобувній промисловості (виявлення родовищ, контроль за виникненням аварій). Використання дронів для промислового моніторингу займає третину серед інших видів послуг і гарантує безпеку підприємству.



Рис 6. Моніторинг лісових пожеж з БПЛА

– Активно починають застосовувати безпілотну авіаційну техніку прикордонники. БПЛА мають засоби розпізнавання об'єктів і цілей, яка обладнана 30-кратним збільшенням та тепловізором, що дає змогу виявляти порушників у будь-який час доби [15].

– Дрон-поліцейський – в деяких країнах поліція отримала дозвіл на використання дронів для допомоги в роботі (рис. 7). Застосовувати техніку дозволено з дотриманням конфіденційності населення. Безпілотники використовуються для спостереження та оцінювання ДТП, при пошуках зниклих людей або ж в разі збройних сутичок [16].



Рис 7. Використання поліцією США безпілотних літаків

– БПЛА для доставки вантажів клієнтам (рис. 8). Система доставки за допомогою безпілотників працює в тестовому режимі майже в усіх куточках світу [17]. Основна мета – термінова доставка за допомогою дронів (поштові посилки, біологічні матеріали, медикаменти, документи, гуманітарна допомога).



Рис 8. Доставка вантажу мультикоптерами

– Допомога в екстрених ситуаціях. Компанія Google поділилася анонсами на проект безпілотників-рятувальників. Вони виступлять посередниками (здійснюватимуть зв'язок через Wi-Fi) між постраждалими та медиками, щоб ті могли проінструктувати потерпілих для надання самопомоги. А фахівці тим часом зможуть дістатися на місце виклику та встигнуть врятувати життя [18].

Допомога безпілотної авіації очевидна, тому що вони швидше дістаються місць катастрофи і можуть подолати непрохідні для людини перешкоди (рис. 9).



Рис 9 Дрон Gimball обстежу тріщину [19]

– Дрон-офіціант. Деякі ресторани світу застосовують дрони для доставки їжі до столиків. Це приваблює клієнтів і спрощує роботу офіціантів. Відвідувачі роблять замовлення за допомогою планшетного комп'ютера, закріпленого на столі, а їжа і напої прилітають з кухні на квадрокоптерах. Дрон має чотири захищених гратами гвинта і круглу платформу в середині, на яку і встановлюються їжа або напої на підносах (рис 10) [20].



Рис 10. Дрон обслуговує відвідувачів ресторану

– Дрон, що роздає Internet. Холдинг Alphabet успішно протестував гігантський дрон Sunlider (конструкція з крилом 78 метрів), який працює на сонячній енергії і літає на висоті 19 кілометрів. Завдання дрона роздача інтернету над територіями, де він буде пролітати (рис. 11) [21]:

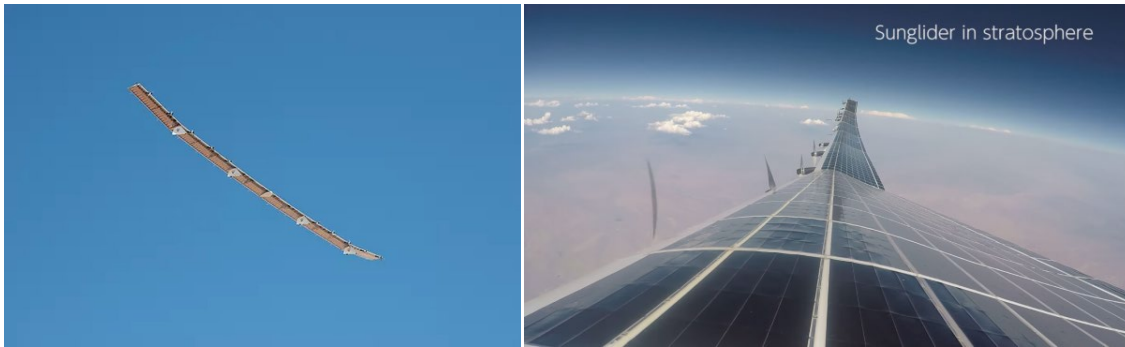


Рис 11. Дрон SunGlider

– Пляжний рятувальник. Для прикладу показано австралійський дрон, яким оснащені рятувальники на набережних (рис. 12). Їх завданням є скоротити час операції і надати допомогу у вигляді скидання рятувних засобів потопаючим. Загалом, дрони можуть доставляти потерпілим не тільки надувні засоби, але і дефібрилятори, відлякувачі акул, набори для виживання (воду, комплект першої допомоги, рацію) [22].



Рис 12. Пляжний дрон-рятувальник

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.

Поки 93% українського ринку утримують іноземні гравці. Перше місце займає DJI, його частка в нашій країні сягає близько 70-85% ринку. Причиною тому є те, що саме вони стояли біля витоків освоєння сегмента споживчих дронів. На другу позицію вийшов французький бренд Parrot, завдяки створенню напрямку промислових рішень, популярних в українських аграріях. Також на українському ринку присутня продукція компаній Aee, Sky-hero, Youneek, Zerotech, Xiaomi та інших [23].

Перспективну нішу стали оперативно освоювати і вітчизняні компанії. За кілька років до розробки військових і цивільних дронів

долучилося не менше ніж одинадцятьма підприємств, таких як ВАТ «Меридіан», ТОВ «НВП» Атлон Авіа», ТОВ «Укрспецсистемс», що розробляють і виготовляють безпілотники. Дев'ять з них працюють над дронами військового призначення. БПЛА виробництва DroneUA збирають дані про землі та посіви, систематизують їх, інтерпретують і дають аграріям науково обґрунтовані рекомендації. Крім агропромислового комплексу, їх застосовують у телекомунікаціях, геодезії, топографії та у видобувній промисловості [24].

Фахівці ВАТ «Меридіан» ім. С.П. Корольова», що входить до складу кластеру радіолокації, радіозв'язку та спеціального приладобудування ДК «Укроборонпром», займаються розробками нових видів військової техніки. Київський "Меридіан" постачає на озброєння безпілотні авіаційні комплекси Spectator, що складаються зі станцій управління та безпілотників.

Крім того, в 2020 році представив перший український військовий квадрокоптер "Берегиня" для розвідувальних операцій. "Берегиня", на відміну від дронів для цивільних потреб, має захищені канали зв'язку, які приховують пілота від виявлення спеціалізованим обладнанням [25].

Київський НВП «Атлон Авіа» також займається розробками та серійно випускає безпілотні авіаційні розвідувальні комплекси. Прикладом є БПЛС А1-СМ «Фурія». До складу цього комплексу входять декілька літальних апаратів, денне та нічне корисне навантаження (включаючи тепловізійну камеру), наземна станція управління та обробки інформації, антени та інше додаткове обладнання [26].

Приватна компанія «Укрспецсистемс» за останні кілька років перетворилася в одного з вагомих гравців на українському ринку безпіотної техніки. Підприємство пропонує гнучкі рішення для безпілотних літальних апаратів (БПЛА) військового призначення, в тому числі планерного типу PD-1, з телевізорними і денними камерами, квадрокоптера серії PC-1 і супутнього устаткування. Завдяки використанню новітніх технологій та прогресивним інженерним напрацювань «Укрспецсистемс» пропонувати конкурентоспроможну продукцію [27].

Група компаній DroneUA є одним з найбільш інноваційних підприємств в сільськогосподарському секторі України [28].

Компанія веде свою діяльність в сферах енергетики та нафтогазової промисловості, а також в сферах геодезії і топографії. Основними

напрямами роботи DroneUA є, розробка та впровадження галузевих рішень, заснованих на технології дронів, надання послуг, з використанням БПЛА, а також обробка отриманих за допомогою безпілотників даних. Технології цієї компанії використовуються на більш ніж 4 млн гектарів посівних площ України.

На сьогодні одна з найбільш затребуваних задач цивільних дронів – створення відеоконтенту (для зйомок фільмів, блогів тощо).

Основним промисловим сегментом, який використовував дрони, залишається сільськогосподарська галузь. У структурі доходів DroneUA ця галузь часом становить 95%. Найбільш популярними сервісами є виконання агромоніторингу за допомогою дронів і створення карт полів для пайового обліку підприємств. Також затребувані послуги зі створення карт засміченості рослин, підрахунків сходів і розрахунок вегетаційних індексів.

Невдовзі дронами в країні будуть користуватися дуже багато галузей. Найбільш очікувана сфера – логістика. Технологія готова до впровадження, проте чекає регуляторних правил для можливості застосування цих технологій в доставці. Наприклад, «Нова пошта» вже кілька разів заявляла про бажання використовувати дрони.

Навесні 2018 року державна авіаційна служба України Міністерства оборони України зареєструвала Наказ «Про затвердження авіаційних правил України «Правила використання повітряного простору України», в якому мова йде про такий важливий аспект як використання безпілотних літальних апаратів в межах повітряного простору України та законності тих чи інших пристроїв. Положення тлумачить про регулювання використання повітряного простору, говорить про обмеження та дозволи, які повинні мати відповідні категорії БПЛА. Виключенням стали моделі спортивного і розважального призначення, загальною вагою менше 20 кг, на них розпорядження не поширюється [29].

Отже, зовсім скоро стануть дуже затребуваними професії, пов'язані з двома умовними групами: виробниками і споживачами дронів. Перші потребуватимуть фахівців з розроблення, проектування, програмування (інженерів безпілотних систем, складальників підвісів і корпусів, технічних фахівців центрів обслуговування дронів). Другим будуть потрібні оператори дронів, а також аналітики і фахівці з оброблення зібраних даних, менеджери проектів і керівники польотних груп.

ВИСНОВКИ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

До переваг безпілотних авіаційних комплексів можна віднести очікуване зниження вартості комплексу в порівнянні з авіаційним комплексом, що включає пілотовані літаки, за рахунок: менших експлуатаційних витрат; економії коштів на підготовку екіпажу і персоналу; значно меншої вартості самого безпілотного літака порівняно з пілотованим аналогом, за рахунок виключення ряду систем життєзабезпечення пілота.

У результаті аналізу існуючих програм в області безпілотного літакобудування та найбільш очікуваної програми в сфері логістики в Україні виявлена тенденція до зростання розмірів БПЛА, маси їх корисного навантаження, а також льотних характеристик (в першу чергу – висоти польоту і дальності). Ця тенденція обумовлена в першу чергу економікою – більш важкий апарат здатний довше перебувати в повітрі, мати більшу робочу висоту, більш широкий діапазон застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] John F. Guilmartin (2020). Unmanned Aerial Vehicle. Military Aircraft. *Britannica*. Вилучено із <https://www.britannica.com/technology/unmanned-aerial-vehicle>.
- [2] Тимочко О.І., Голубничий Д.Ю., Третяк В.Ф. & Рубан І.В. (2007). Класифікація безпілотних літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*. (1/9), 61-67.
- [3] Jean-Paul Yaacoub, Hassan Noura, Ola Salman & Ali Chehab (2020). Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations. Elsevier Public Health Emergency Collection. Вилучено із <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7206421/>.
- [4] Knysh B.P., Brovko P.V. & Popil D.S. (2017). The classification of the certain types of the unmanned aerial vehicles. *Modern engineering and innovative technologies*. (2/1), 34-39. <https://doi.org/10.21893/2567-5273.2017-02-01-004>.
- [5] Капуста А.І. (2019). *Нелінійна стохастична фільтрація звукових сигналів безпілотних літальних апаратів*. Харків: ХНУРЕ.
- [6] *Как беспилотники используются в точном земледелии*. (2015). ParaGraf.ru. Вилучено із <https://www.paragraf.ru/post/2015/11/01/paragrafru-как-беспилотники-используются-в-точном-земледелии>.
- [7] *Аерофотозйомка за допомогою БЛА (БПЛА)*. (2019). Банкомзв'язок. Вилучено із <https://www.bkc.com.ua/news-type/aerofotozjomka-za-dopomogoju-bla-bpla/>.
- [8] Богдан Малиновский. (2017). Про що розповість аерофотозйомка сільгоспугідь, зроблена за допомогою дрона? *Пропозиція*. Вилучено із <https://propozitsiya.com/ua/o-chem-rasskazhet-aerofotosemka-selhozugodiy-sdelannaya-s-pomoshchyu-drona>.
- [9] *Дроны для геодезической съёмки*. (2019). pervo.ru. Вилучено із <https://www.pervo.ru/news/hi-tech/48069-drony-dlja-geodezicheskoy-semki.html>.
- [10] По Ольга (2020). Все, что вам необходимо знать о геодезических исследованиях с помощью дронов. *dji BLOG*. Вилучено із <https://dji-blog.ru/naznachenie/geodesia/vse-chto-vam-neobhodimo-znat-o-geodezicheskikh-issledovaniyah-s-pomoshhju-dronov.html>.
- [11] Костин А.С. (2019). Классификация гражданских беспилотных летательных аппаратов и сферы их применения. *Системный анализ и логистика*. (19), 70-80.

- [12] ДТЭК Сети запустил проект мониторинга электросетей беспилотниками. (2020). Крылья. Вилучено із <http://www.wing.com.ua/content/view/26533/90/>.
- [13] *Using Drones to Control Forest Fires*. (2015). dronelife. Вилучено із <https://dronelife.com/2015/06/11/using-drones-to-control-forest-fires/>.
- [14] *Мониторинг лесных пожаров с БПЛА*. (2019). Альбатрос. Вилучено із <https://www.alb.aero/about/articles/monitoring-lesnykh-pozharov-s-bpla/>.
- [15] Адміністрація Державної прикордонної служби України. (2020). Прикордонники придбали сучасні квадрокоптери. *Урядовий портал*. Вилучено із <https://www.kmu.gov.ua/news/prikordonniki-pridbali-suchasni-kvadrokopteri>.
- [16] Megan Geuss. (2015). Illinois State Police will fly “unmanned aircraft” not “drones”. *ARSTECHNICA*. Вилучено із https://arstechnica.com/tech-policy/2015/05/illinois-state-police-will-fly-unmanned-aircraft-not-drones/?utm_source=ixbtcom.
- [17] Александр. (2020). Доставка грузов дронами. *com-stil.com*. Вилучено із <https://com-stil.com/vse-stati/dostavka-gruzov-dronami>.
- [18] *Спасательные операции*. (2016). DRONARIUM. Вилучено із <https://www.dronarium.com.ua/uslugi/spasatelnye-operacii/>.
- [19] Николай Воронцов. (2016). Беспилотник поможет спасателям искать альпинистов в трещинах. *N+1*. Вилучено із <https://nplus1.ru/news/2016/01/21/gimball-crevasse>.
- [20] *Летающие официанты в ресторанах Сингапура*. (2015). Art Travel blog. Вилучено із <https://arttravelblog.ru/interesnoe/letayushhie-oficianty-v-restoranax-singapura.html>.
- [21] Михайло Года. (2020). Google запустив гігантський дрон для роздачі інтернету. *ТЕХНО24*. Вилучено із https://tech.24tv.ua/ru/google-zapustil-gigantskij-dron-dlja-razdachi-novosti-tehnologij_n1433635.
- [22] Дроны-спасатели: ждать ли в промышленности? (2018). *ГЕТСИЗ.РУ*. Вилучено із <https://getsiz.ru/drony-spasateli-zhdai-li-v-promyshlennosti.html>.
- [23] Евгения Подгайная (2018). Отрасли будущего: как беспилотники покоряют Украину. *mind*. Вилучено із <https://mind.ua/ru/publications/20187343-otrasli-budushchego-kak-bespiilotniki-pokoryayut-ukrainu>.
- [24] Микийчук М. М. & Зіганшин Н. С. (2018). Метрологічне забезпечення моніторингу з використанням безпілотних літальних апаратів. *Вимірювальна техніка та метрологія*. (79/4), 47–53.
- [25] УКРОБОРОНПРОМ. (2020). Укроборонпром показал первый отечественный военный квадрокоптер. *Экономическая правда*. Вилучено із <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2020/01/21/656089/>.
- [26] Олег Катков. (2020). Безпілотник "Фурія" прийнято на озброєння Збройних Сил України. *Defense Express*. Вилучено із https://defence-ua.com/weapon_and_tech/bezpilotnik_furija_prijnjato_na_ozbrojennja_zbrojnih_sil_ukrajini_vid_477.html.
- [27] Дмитрий Бадрак. (2020). Беспилотный взлет компании «Укрспецсистемс». *Оборонно-промисловий кур'єр*. Вилучено із <http://orpk.com.ua/беспилотный-взлет-компании-укрспец/>.
- [28] *Беспилотные решения №1 в Украине*. (2020). DroneUA. Вилучено із <https://drone.ua/#>.
- [29] *Про затвердження Авіаційних правил України «Правила використання повітряного простору України»* (НАКАЗ). № 1056/3250830. (2021). Вилучено із http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1056-18?fbclid=IwAR0aFppn4oUfoRRRZhpAcC1ftUXTHjJNLY_m2tzFotSrxh749zQ2vIRWeTU.