

**С. М. ПЕТРУК,**

старший науковий співробітник  
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

## Безпілотні авіаційні комплекси в збройних конфліктах останніх десятиріч

*Проведено аналіз застосування безпілотних авіаційних комплексів під час збройних конфліктів останніх десятиріч та з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей.*

*Ключові слова: безпілотні авіаційні комплекси, ретранслятори, радіоелектронне придушення.*

*Проанализировано применение беспилотных авиационных комплексов в вооруженных конфликтах последних десятилетий и с учетом опыта проведения антитеррористической операции на территории Донецкой и Луганской областей.*

*Ключевые слова: беспилотные авиационные комплексы, ретрансляторы, радиоэлектронное подавление.*

Воєнні конфлікти кінця ХХ – початку ХХІ століття характеризуються застосуванням великої кількості нового озброєння, що дозволило ворогуючим сторонам максимально дистанціюватися від безпосереднього зіткнення один з одним [1]. Одним з новітніх зразків озброєння на полі бою стали безпілотні авіаційні комплекси (БпАК), що під час воєнних конфліктів довели свою здатність значно ефективніше, ніж пілотовані літаки, вести повітряну розвідку та виконувати інші завдання бойового забезпечення, а також завдавати удари по противнику.

На сьогоднішні існує велика кількість різноманітної літератури про способи застосування БпАК під час збройних конфліктів останніх десятиріч, але цей досвід недостатньо систематизований.

Тому **метою** статті є систематизація способів застосування безпілотних авіаційних комплексів під час збройних конфліктів останніх десятиріч та з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей.

Можливість успішного виконання різноманітних завдань за допомогою БпАК продемонстровано під час воєнних конфліктів на Близькому Сході (1982–2008), Балканах (1999), в Афганістані (2001–2008) та на Кавказі (1994–2008) [2].

Після воєнного конфлікту в Іраку 1991 року зростає роль, кількість та різноманітність БпАК порівняно з пілотованою розвідувальною авіацією. БпАК у бойовій обстановці стали більш результативно та оперативно, ніж пілотовані літаки-розвідники, вирішувати завдання без ризику для особового складу.

З 2006 року в ізраїльській армії вперше застосували БпАК в інтересах усіх структурних підрозділів та частин від бригади до взводу всередині одного виду – сухопутних сил.

Розглянемо основні варіанти застосування БпАК під час локальних конфліктів останніх десятиріч. На першому етапі основними задачами, що вирішувались за допомогою БпАК, було виявлення цілей, оцінювання результатів повітряних ударів; проведення спільних операцій з пілотованими літаками і наземними частинами.

Крім того, БпАК використовували для відстеження пересування людей і техніки у прикордонних районах. Розвідувальні БпАК виконуються в основному за літаковими схемами. Серед розвідників найбільш популярним на світовому ринку є ізраїльський БпАК Hunter. До недоліків БпАК Hunter відноситься їх порівняно низька надійність, що проявилася на стадії військових випробувань [3].

Досвід бойових дій у Перській затоці виявив необхідність у спеціальних БпЛА типу HALE (High-Altitude Long-Endurance), що здатний тривалий час здійснювати польоти на великій висоті та передавати необхідну інформацію в реальному масштабі часу. Війна в Перській затоці сприяла формуванню в США концепції глобальної розвідувально-інформаційної системи С<sup>3</sup>I (командування, зв'язок, управління та розвідка). Пріоритетними в зазначеній системі є:

забезпечення екіпажів бойових літаків оперативною інформацією про тактичну обстановку;

зменшення ймовірності завдання авіаційних ударів по власних силах завдяки кращому інформуванню про лінію зіткнення військ;

використання розвідувальних даних для застосування високоточного озброєння;

різке зменшення часу затримки інформації, передача її в реальному масштабі часу;

забезпечення координації дії ударних та розвідувальних засобів [4].

Розглянемо основні параметри каналів управління та передачі даних як ключової складової для всіх типів БпАК, що впливає на вибір способу застосування БпАК.

Канали зв'язку між БпЛА та наземними підрозділами можна прирівняти до авіаційного каналу з явищами багатопробного поширення радіохвиль, розсіювання та дифракції [9]. БпЛА спеціального призначення, як правило, працюють за умови відсутності прямої видимості між наземним пунктом управління та БпЛА, тому миттєве значення обвідної  $A_{\text{фл}}(t)$  флюктуючого сигналу розподілене за законом Релея [9]:

$$p(A_{\text{фл}}) = \frac{A_{\text{фл}}}{\sigma_{\text{фл}}^2} e^{-\frac{A_{\text{фл}}^2}{2\sigma_{\text{фл}}^2}},$$

де  $\sigma_{\text{фл}}^2$  – дисперсія швидкого замирання. Фаза замираючого сигналу  $\Theta_{\text{фл}}$  розподілена за рівномірним законом в інтервалі  $[0, 2\pi]$  [9].

Наступним параметром, що впливає на якість каналу зв'язку БпАК, є втрати при поширенні сигналів та затінювання, що виникає унаслідок нерівності земної поверхні. Середні втрати радіосигналу на трасі визначаються за формулою

$$L(d) = L(d_0) + 10\gamma \log_{10}(d/d_0) + X_{\sigma},$$

де  $L(d_0)$  – середні втрати на трасі прямої видимості при еталонній відстані  $d_0$  у вільному просторі між передавачем та приймачем,  $\gamma$  – експонента втрат на трасі, що залежить від навколишнього середовища,  $X_{\sigma}$  – логарифмічне нормальне замирання внаслідок затемнення.

Одним з важливих показників якості каналу є залежність ймовірності бітової помилки від відношення сигнал/шум. Різниця між реальними (прийнятими) відношеннями сигнал/шум дає енергетичний резерв лінії зв'язку

$$M = P_T + G_R + G_T - L_s - L_0 - P_s,$$

де  $L_0$  – коефіцієнт втрати системи, не пов'язаний з поширенням (втрати у фідері та в інших складових системи управління),  $P_s$  – чутливість приймача,  $G_R, G_T$  – коефіцієнти підсилення передаючої та приймальної антен,  $P_T$  – потужність випромінювання,  $L_s$  – втрати, пов'язані з поширенням радіохвиль.

Потребує також уваги і те, що БпАК також використовуються для забезпечення інформаційної підтримки бойових дій, що стало кардинальним рішенням у забезпеченні інформаційних послуг угруповань військ за

допомогою ширококутового безпроводового доступу, названих телекомунікаційними системами на базі високопіднятих аероплатформ (ТСВА), або англійською мовою High Altitude Platform Station (HAPS) [10]. Основний принцип ТСВА полягає в реалізації ширококутового зв'язку за допомогою ретрансляючої станції, розташованої на спеціальній аероплатформі у стратосфері.

Слід зазначити, що крім офіційного терміна HAPS, введеного рекомендаціями Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ, на англійському International Telecommunication Union, ITU), існують й інші назви подібних систем, наприклад, високопідняті платформи HAPs (High Altitude Platforms), платформи високопідняті тривалої дії HALE (High Altitude Long Endurance), стратосферна мережа безпроводового доступу (Stratospheric Wireless Access Network), стратосферна радіоплатформа SPR (Stratospheric Platform Radio) й ін. Загальна класифікація БпАК зображена на рис. 1.

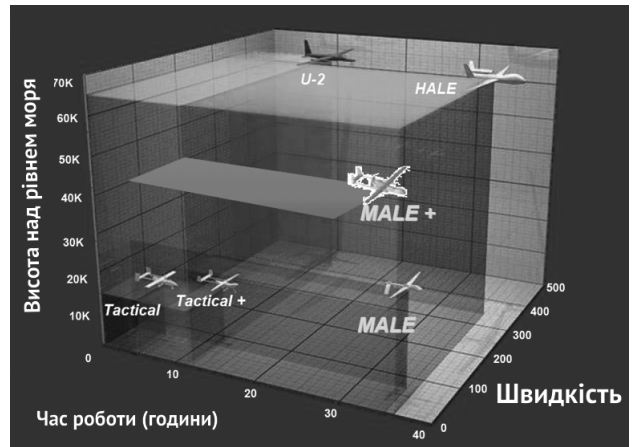


Рис. 1. Загальна класифікація БпАК

Розглянемо основні типи БпЛА, що використовуються для забезпечення потреб зв'язку угруповань військ. Найбільш дешевим та простим рішенням є застосування дирижаблів різної технічної конструкції (рис. 2).



Рис. 2. Прив'язний аеростат Au-17

Прив'язний аеростат являє собою платформу-носію корисного вантажу. Кабель-трос утримує аеростат під час підйому, спуску і стоянці на робочій висоті, забезпечуючи електропостачання бортових систем і корисного вантажу.

Найчастіше аеростати застосовуються з метою: боротьби з контрабандою; виявлення ракет на малій висоті;

охорони границь, боротьби з піратством; дальньої радіолокаційної розвідки; ретрансляції різних видів зв'язку.

Важливою віхою в створенні аероплатформ стало використання економічних безпілотних літаків. Так, як середньопідняту аероплатформу компанія General Atomics пропонує БпАК «Predator RQ-1» (рис. 3).



Рис. 3. БпЛА Predator RQ-1

БпАК має в своєму складі телевізійну і інфрачервону камери, РЛС, обладнання зв'язку й керування. Управління БпЛА відбувається із Землі оператором через спеціальну станцію з 6,25-метровою антеною в Кудіпазоні.

У рамках проекту ERAST (Environmental Research Aircraft and Sensor Technology), що здійснюється під егідою NASA, компанія AeroVironment Inc. розробляє безпілотні аероплани, джерелом електроенергії для яких служать розміщені на верхній поверхні крил сонячні батареї компанії SunPower Corp. із загальною потужністю 35 кВт і з коефіцієнтом корисної дії 18,4% (розмір однієї чарунки батареї складає 32×70 мм).

Наступним етапом в розвитку літаків на сонячних батареях став Centurion із розмахом крил 62 м, що послужив конструктивною основою для створення в 1999 році унікального автономного літака «Helios» (рис. 4).

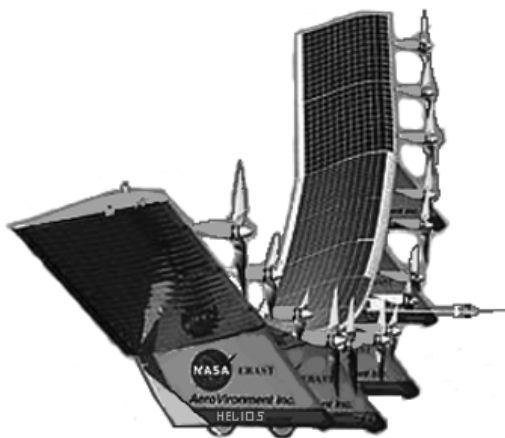


Рис. 4. БпАК «Helios»

Позитивний досвід, отриманий компанією AeroVironment Inc., спонукав підрозділ Politecnico di Torino при ASI (Italian Space Agency) розпочати роботу над проектом аналогічного безпілотного літака на сонячних батареях під назвою HELIPLAT (скорочення від слів HELIos PLATform) для створення європейської аероплатформи під ТСВА (рис. 5).

Ця аероплатформа призначається для навігаційних та телекомунікаційних цілей, причому, у першу чергу, для забезпечення мобільного зв'язку 3-ї і 4-ї генерацій.

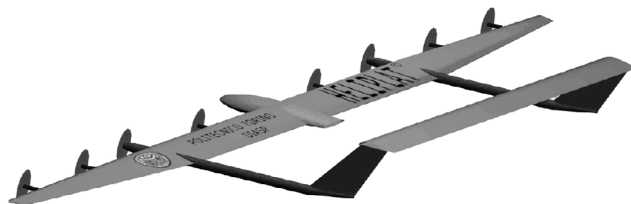


Рис. 5. БпЛА HELIPLAT

Використання сучасних новітніх технологій дозволило підняти на якісно новий рівень створення й експлуатацію літальних апаратів як важчих, так і легших за повітря, а на їх базі почати розгортання аероплатформ для реалізації нового виду телекомунікацій – ТСВА.

Потрібно відзначити, що однією з найпривабливіших властивостей аероплатформ, на відміну від супутників, є можливість безпосереднього доступу до телекомунікаційного устаткування. Це робить системи на базі аероплатформ гнучкими, дозволяє проводити обслуговування бортового обладнання та його модернізацію [10]. Як телекомунікаційні аероплатформи можуть бути залучені як аеростатні БпЛА, так і БпЛА літакового типу.

До переваг використання аеростатних БпЛА відносяться їх спроможності довгого перебування у повітрі без допоміжної дозаправки паливом чи газом, підйому значних вантажів, простота керування. Основною проблемою при використанні аеростатних БпЛА залишається не вирішене до кінця питання забезпечення їх економічними потужними двигунами, що повинні підтримувати аеростат у заданому положенні на значних висотах і, особливо, у стратосфері.

Переваги літакових БпЛА як носіїв телекомунікаційного обладнання полягають у тому, що вони не залежать, як аеростати, від повітряних потоків, можуть деякий час знаходитися в режимі планування, мають відпрацьовані технології свого будівництва й підтримки польотів.

До недоліків звичайних літакових БпЛА з паливними двигунами можна віднести постійну потребу в паливі, що значно обмежує їх перебування в повітрі. Причому з ростом висоти польоту потреби в паливі збільшуються. Даного недоліку не мають автономні аероплани на сонячних батареях. У них поки що одна вада – невелика вантажопідйомність.

З проведеного аналізу БпАК для телекомунікаційних систем поки що можна вважати найуспішнішими проектами створення дирижабля «StratSat» та автономних безпілотних літаків «Pathfinder Plus», «Centurion» і «Helios».

Розглянемо поетапні зміни і трансформацію завдань бойового забезпечення та поступове перетворення розвідувальних БпАК у розвідувально-ударні.

Поступово на безпілотну авіацію почали перекладатися інші завдання, властиві раніше лише пілотованій

авіації. Серед них завдання бойового забезпечення: виявлення та дезорієнтування зенітно-ракетних комплексів противника; радіоелектронна протидія; радіоперехоплення; пошук та виявлення мін; ретрансляція сигналів. Успішне виконання цих завдань стимулювало збільшення кількості завдань для БпАК. Тому розпочалися роботи із створення БпАК тилової підтримки, БпАК евакуації поранених з поля бою та БпАК-заправників.

Досвід взаємодії розвідувальних БпАК і ударних засобів показав важливість проблеми максимального скорочення часу на доведення інформації до ударних засобів. Головною проблемою була втрата часу ударними літаками на пошук цілей, що вже були до цього виявлені за допомогою БпАК. Вихід було запропоновано в 1982 році, коли ізраїльські БпАК застосовували лазерні цілевказники.

З того часу БпАК після виявлення та ідентифікації цілі, у разі визначення цієї цілі для ураження, підсвічував її лазером, по якому ракети з лазерною системою наведення наводилися на ціль з ударних літаків. Екіпаж літака вже не втрачав час на пошук, ідентифікацію та супроводження цілі, а зосереджувався тільки на застосуванні озброєння.

Під час бойових дій в Косово у 1998–1999 роках, коли БпАК доводилося діяти по мобільних об'єктах, розвідувальна інформація від БпАК надходила до ударних літаків із запізненням і координати об'єктів вже не відповідали їх дійсному місцезнаходженню, що призводило до марного вильоту бойової авіації або витрат боєприпасів. Один із способів вирішення цієї проблеми – забезпечити прямий зв'язок між БпАК у повітрі та конкретним літаком, призначеним для завдання ракетно-бомбового удару, – було реалізовано на Балканах завдяки включенню БпАК в єдину систему обміну даними на базі повітряних командних пунктів (КП), що стали основою розвідувально-ударних систем.

Переломною подією в безпілотній авіації стало використання БпЛА як носія засобів ураження. Перше бойове застосування розвідувально-ударного БпЛА «Predator», озброєного двома протитанковими ракетами «Hellfire», відбулося в Афганістані в жовтні 2001 року [5].

Поява розвідувально-ударного БпАК привела до змін в тактиці бойового застосування безпілотної авіації, яка почала суміщати тактику пілотованої розвідувальної та бомбардувальної авіації. На зміну “спеціальному бойовому польоту” прийшла нова форма бойових дій БпАК – “авіаційний удар”. Відзначено появу нового для БпАК способу застосування – “вільного полювання”, нових тактичних прийомів – пошук цілі в заданому секторі (зоні) та баражування в заданому районі.

В останній час стали говорити, що бойовий БпАК можна вважати винищувачем шостого покоління, так як сучасні винищувачі п'ятого покоління, скоріш за все, стануть останніми пілотованими літаками у своєму класі. Створення спеціалізованих БпАК зараз має пріоритетний характер. За думкою фахівців, саме такі БпАК будуть найбільш ефективні, так як при їх створенні можуть бути використані найбільш передові технології. Бойові БпАК дозволять не тільки виключити ризик

для льотного складу (особливо при виконанні особливо важливих та небезпечних завдань), але й здійснювати польоти з перевантаженнями більше 15g. Використання технології “Стелс” дозволить знизити радіолокаційну та теплову помітність. Бойові БпЛА можуть тривалий час знаходитися в повітрі, вести пошук цілей та знищувати їх. Окрім рішення бойових задач такі апарати зможуть використовуватися одночасно для розвідки та радіоелектронної боротьби [6].

Застосування БпАК у воєнних конфліктах відбувалося під впливом трьох основних груп факторів: особливостей умов ведення збройної боротьби, науково-технічного прогресу та воєнно-економічних чинників.

На застосування БпАК найсуттєвіше впливали зміни характеру збройної боротьби, що сталися в зазначений період, та складні фізико-географічні умови районів ведення бойових дій. Складний рельєф, кліматичні та метеорологічні умови районів конфліктів, переміщення бойових дій на вулиці міст істотно зменшували, а іноді робили неможливим застосування наземної розвідки та пілотованої розвідувальної авіації. Однак на БпАК ці умови впливали значно менше, що обумовило пріоритетність їх застосування. Крім того, особливості фізико-географічних умов висунули додаткові вимоги безпосередньо до БпАК, що привело до відповідних змін їх характеристик та можливостей.

Зростання кількості нових типів БпАК супроводжувалося збільшенням та трансформацією завдань, що на них покладалися, а збільшення кількості завдань логічно взаємопов'язано зі змінами льотно-технічних характеристик та можливостей БпАК, які відбувалися паралельно. У результаті БпАК почали поділятися на класи: стратегічні, оперативно-тактичні та тактичні.

У період з 1982 по 1991 рік для безпілотної авіації були притаманні два основні завдання: розвідка та імітація повітряних цілей. З 1982 року від операції “Мир Галілеї” під час арабо-ізраїльського конфлікту БпАК почали виконувати лазерне супроводження цілі, що істотно скоротило час на реагування ударних засобів. У 1991 році під час конфлікту в Іраку БпАК обладнали спеціально розробленою для пошуку мін апаратурою, яка дозволяла виявляти та ідентифікувати міни. Завдяки створенню розвідувального обладнання на різних фізичних принципах БпАК окрім фотографічної та телевізійної розвідки почали вести тепловізійну, радіо-, радіотехнічну та інші види повітряної розвідки [7].

У період з 1991 по 2001 роки перенасичення обсягів розвідувальної інформації різного характеру примусило застосовувати БпАК як ретранслятори сигналів. Для скорочення часу на доведення інформації про об'єкти до ударних сил БпАК включили в єдину розвідувально-ударну систему, в якій вони виконували розвідувальні функції.

Третій етап в історії застосування безпілотної авіації (з 2001 року) характеризується початком активного використання БпАК як носія засобів ураження. Через активізацію в зазначений період терористичної діяльності і виникнення у зв'язку з цим необхідності боротьби з новими загрозами БпАК почали вирішувати малі

за тактичним значенням, але складні за технічним виконанням проблеми: радіоперехоплення телефонних дзвінків та їх придушення, створення мобільних систем стільникового зв'язку.

Під час воєнних конфліктів відбулися зміни тактики застосування БпАК, яка наблизилася до тактики пілотованої авіації. У розвитку форм бойового застосування БпАК стався перехід від спеціального бойового польоту, який практикувався для розвідки під час проведення операцій класичного типу на першому та другому етапах, до застосування нового для БпАК, але типового для пілотованої авіації форми – авіаційного удару, характерного для операцій третього етапу. Розвиток форм застосування БпАК зумовив появу на третьому етапі нової форми – комплексного польоту. У перспективі слід очікувати появу ще однієї форми бойових дій БпАК – повітряного бою.

Виявлено зміни у способах застосування БпАК: використання замість пусків поодиноких БпЛА (на першому етапі) послідовного запуску паралельними маршрутами двох БпЛА (на другому етапі), а надалі, з оснащенням БпЛА засобами ураження (на третьому етапі), – “вільне полювання”. Безпілотні літальні апарати взяли на озброєння такі типові прийоми дій пілотованої авіації, як пошук цілі у заданому секторі (зоні) та баражування в заданому районі.

Протягом кожного з визначених етапів розвитку встановлені характерні риси та особливості застосування БпАК. Загальними характерними рисами усього періоду стали: активне ведення розвідки за допомогою БпАК задовго до початку виникнення конфлікту; прерогатива розвідувальних даних, які добували БпАК, перед традиційною кількісною перевагою в силах і засобах над противником.

Залежно від конкретної обстановки, сил противника, природно-географічних умов районів конфліктів та завдань головними особливостями застосування БпАК були такі: на першому етапі – одночасне використання в операціях БпЛА різного призначення (розвідувальних, хибних цілей); комплексне застосування БпАК разом з іншими силами і засобами розвідки (повітряної, космічної, наземної, морської і спеціальної); на другому етапі – застосування БпАК у складі розвідувально-ударних систем; диференційний підхід до застосування конкретних типів БпАК під час виконання визначених завдань; на третьому етапі – обмеження ударних можливостей БпАК характеристиками озброєння; поступовий перехід від загального озброєння БпАК до спеціалізованого під конкретні цілі [10].

**Висновки.** У ході роботи проведено аналіз способів застосування БпАК у ході локальних конфліктів останніх десятиріч, а також визначено тенденції застосування та розвитку БпАК, а саме: збільшення обсягу завдань, покладених на БпАК; багатоцільове використання БпАК; комплексне застосування БпАК разом з іншими силами і засобами різних видів військової розвідки; цілодобове ведення повітряної розвідки за допомогою БпАК у будь-яких погодних умовах; інтеграція БпАК і засобів ураження; застосування БпАК як носіїв засобів

ураження; включення БпАК до єдиної системи управління повітряним рухом; використання БпАК в інтересах усіх ланок управління.

Це обумовлюється рядом переваг БпАК над пілотованими авіаційними комплексами (АК), основними з яких є: відсутність екіпажу на борту (відсутність втрат льотного складу); здатність перебування у високих ступенях бойової готовності практично необмежений термін; можливість здійснення тривалого польоту в широкому діапазоні висот і перевантажень; менші розміри, помітність і уражуваність від засобів ППО; менші витрати на експлуатацію; значно менші вартість та термін підготовки оператора БПЛА; менша чутливість до якості зовнішнього цілевказання; можливість виконання бойового завдання як автономно, так і в контурі автоматизованого управління і контролю з боку оператора в реальному масштабі часу.

При цьому для забезпечення виконання бойових завдань БпАК з ударними БпЛА повинен мати такі якості: високу досяжність об'єктів дій; високу живучість від засобів ППО противника; широку номенклатуру керованих засобів ураження, багаторазовість бойового застосування; низьку вартість створення потрібного угруповання змішаного пілотованого і безпілотного складу; здатність виконання автономного (високоточного) польоту з можливістю оперативної зміни програми польоту; можливість виявлення та прицілювання по об'єктах дій за участю наземних операторів, передачі інформації по каналах двостороннього зв'язку, реалізації функцій обміну інформацією в рамках АСУ; можливість тривалого зберігання. Головна тенденція полягає в поступовому перекиданні на безпілотну авіацію функцій пілотованої авіації.

Напрямами подальших досліджень слід вважати розробку математичної моделі управління безпілотним авіаційним комплексом в умовах впливу навмисних імітаційних завад.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Proceedings of 12th International Conference & Exhibition UAS, Paris, France. 2010. URL: <http://www.uas2011.org/>.
2. Беспилотные летательные аппараты : методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков [и др.]. К. : ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. 302 с.
3. Павлушенко М., Евстафьев Г., Макаренко И. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. М. : Права человека, 2005. 611 с.
4. Кобрин Н. В., Клочко Т. А. Применение беспилотных авиационных комплексов для решения экологических задач // Экология и промышленность : науч.-произв. журн. / УкрНТЦЭнергосталь. 2014. № 1 (38). С. 88–90.
5. Егоров К., Смирнов С. Беспилотные авиационные комплексы в вооружённых конфликтах // Военный парад. 2005. июль – август. С. 34–35.

6. Unmanned vehicles. Handbook 2010. Burnham : Shephard press, 2010. 145 p.
7. Mortimer G. Ukrainian State Company Unveils Tube-Launched Aerial Drone. URL: <http://www.suasnews.com/2011/02/3938/ukrainian-state-company-unveils-tube-launched-aerial-drone/>.
8. Хавроничев Д. Ударные БПЛА США – настоящее и будущее // Военное обозрение. 2011. URL: [Army-rus-new](http://army-rus-new.com).
9. Кравчук С. О., Лыченко М. Ю. Аероплатформи для телекомунікаційних систем // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. 2003. № 1 (27). С. 5–15.
10. Жарик О. М. Погляди на створення і застосування багатофункціональних надзвукових безпілотних авіаційних комплексів для зниження втрат Повітряних Сил Збройних Сил України при вирішенні завдань завоювання переваги в повітрі в операціях (бойових діях) // Системи озброєння і військова техніка : наук. журн. / ХУПС. 2012. № 4 (32). С. 30–34.

**Рецензент І. О. Романенко**, д-р техн. наук, проф.  
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)