

*Теорія літакобудування та конструювання  
двигунів для авіаційно-космічної галузі України*

**Марія ПИВОВАР**

*здобувачка III освітньо-наукового ступеня (PhD)*

*кафедри інформаційних технологій*

*проектування факультету літакобудування*

*Національного аерокосмічного університету*

*ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: m.v.pivovar@khai.edu,*

*ORCID: 0000-0002-2136-233X*

**Науковий керівник: Дмитро КРИЦЬКИЙ**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій*

*проектування факультету літакобудування*

*Національного аерокосмічного університету*

*ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: d.krickiy@khai.edu,*

*ORCID:0000-0003-4919-0194*

**БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ: КЛЮЧОВИЙ НАПРЯМОК  
РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОЇ АВІАЦІЇ**

**Анотація:** Авіаційна промисловість України є стратегічно важливим сектором економіки, що охоплює проектування, виробництво та обслуговування авіаційної техніки різних типів, включно з безпілотними літальними апаратами (БПЛА). Україна належить до країн, які мають повний цикл розробки авіатехніки, а також потужну базу для виробництва і ремонту двигунів, літаків та іншого обладнання. Наведено огляд історії розвитку БПЛА, сучасних видів, технічних характеристик і класифікації. Описано використання дронів у військових, цивільних, комерційних і наукових цілях, зокрема для розвідки, моніторингу, доставки товарів та картографування. Аналізуються українські досягнення у розробці та виробництві БПЛА для внутрішнього ринку й на експорт. Підсумовано головні виклики та перспективи для подальшого розвитку української авіаційної промисловості в умовах підвищеного попиту на БПЛА.

**Ключові слова:** БПЛА, дрон, авіаційна промисловість.

**UNMANNED AIRCRAFT: A KEY DIRECTION OF THE DEVELOPMENT  
OF UKRAINIAN AVIATION**

**Abstract:** The aviation industry of Ukraine is a strategically important sector of the economy, covering the design, production, and maintenance of various types of aviation equipment, including unmanned aerial vehicles (UAVs). Ukraine belongs to the countries that have a full cycle of aircraft engineering development, as well as a powerful base for the production and repair of engines, aircraft and other equipment. An overview of the history of UAV development, modern types, technical characteristics and classification is given. The use of drones for military, civilian, commercial and scientific purposes is described, including for surveys, monitoring, delivery of goods and mapping. Ukrainian achievements in developing and producing UAVs for the domestic market and export are analyzed. The main challenges and prospects for further developing the Ukrainian aviation industry in the conditions of increased demand for UAVs are summarized.

**Keywords:** UAV, drone, aviation industry.

Авіаційна промисловість – це галузь, яка займається проєктуванням, виробництвом, випробуванням і технічним обслуговуванням літальних апаратів та авіаційного обладнання. Цей сектор охоплює різні види повітряного транспорту, такі як військові та цивільні літаки, гелікоптери, безпілотні літальні апарати, а також виробництво авіадвигунів і бортової техніки.

Авіаційна промисловість є однією з провідних галузей економіки, яка стимулює розвиток інноваційних технологій, підвищує конкурентоспроможність країни та сприяє її інтеграції у світову економіку. Україна належить до небагатьох розвинених країн, які мають повний цикл створення та виробництва авіаційної техніки. Вона випускає різноманітну авіаційну техніку: військові та цивільні літаки, гелікоптери, двигуни різних типів, безпілотні апарати, літаки малої авіації та інше бортове обладнання. Крім того, українська авіаційна промисловість здійснює повний та частковий ремонт як двигунів, так і літаків.

Безпілотні літальні апарати або дрони можуть видаватися відносно новим напрямом в авіаційній промисловості, але їх розвиток розпочався ще у XIX ст. Попередниками сучасних БПЛА стали непілотовані повітряні кулі начинені вибуховими речовинами, що були використані під час бойових дій австрійськими збройними силами у 1849р. В подальшому перші прототипи безпілотників було створено та застосовано під час Першої світової війни, а вже за часів Другої світової війни винайшли радіокерований літак, який літав за зоною видимості, повітряні торпеди та реактивні мішені. Наступним етапом еволюції БПЛА стали часи перших досліджень космосу та ядерних випробовувань – період Холодної війни.

На даний час безпілотні літальні апарати є найбільш перспективним напрямком розвитку авіації [3, с.79]. Це пояснюється не тільки тим, що їх масове виробництво і застосування дешевше і простіше, ніж використання пілотованих ЛА, але і тим, що деякі типи БПЛА здатні вирішувати завдання, недоступні літальним апаратам, що пілотуються, за рахунок невеликих розмірів. Це робить їх корисними в таких галузях, як:

Військова сфера: дрони використовуються для розвідки, спостереження, а також для здійснення точкових ударів. Вони знижують ризик для особового складу, а також мають менші експлуатаційні витрати.

Цивільна сфера: БПЛА застосовуються для інспекції інфраструктури, контролю сільськогосподарських угідь, моніторингу лісових пожеж і надзвичайних ситуацій. Вони дозволяють швидко збирати дані з важкодоступних районів.

Комерційні цілі: дрони широко використовуються для доставки малогабаритних товарів, що відкриває нові можливості для логістичних компаній. Багато країн уже випробовують систему доставки ліків та продуктів за допомогою БПЛА.

Наукові та екологічні дослідження: дрони допомагають вивчати екосистеми, проводити кліматичні дослідження, а також контролювати популяції тварин та рівень забруднення в різних регіонах.

Сучасні БПЛА відрізняються показниками і їх класифікують за різними критеріями: кількістю та розташуванням гвинтів або крил, метою використання, дальністю польоту, масою корисного навантаження, технічними характеристиками та ін. (рис. 1). На сьогодні 95% всіх БПЛА складають саме мікро- і міні БПЛА, що свідчить про велику затребуваність малорозмірних БПЛА. Залежно від способу керування безпілотні літальні апарати поділяють на дистанційно-пілотовані, автономні та з комбінованою системою [4, с.41]. Довгий час основну частину БПЛА становили дистанційно-пілотовані апарати, але зараз більшу популярність отримали автономні апарати, здатні самостійно виконувати поставлену задачу при мінімальному втручанні людини-оператора.

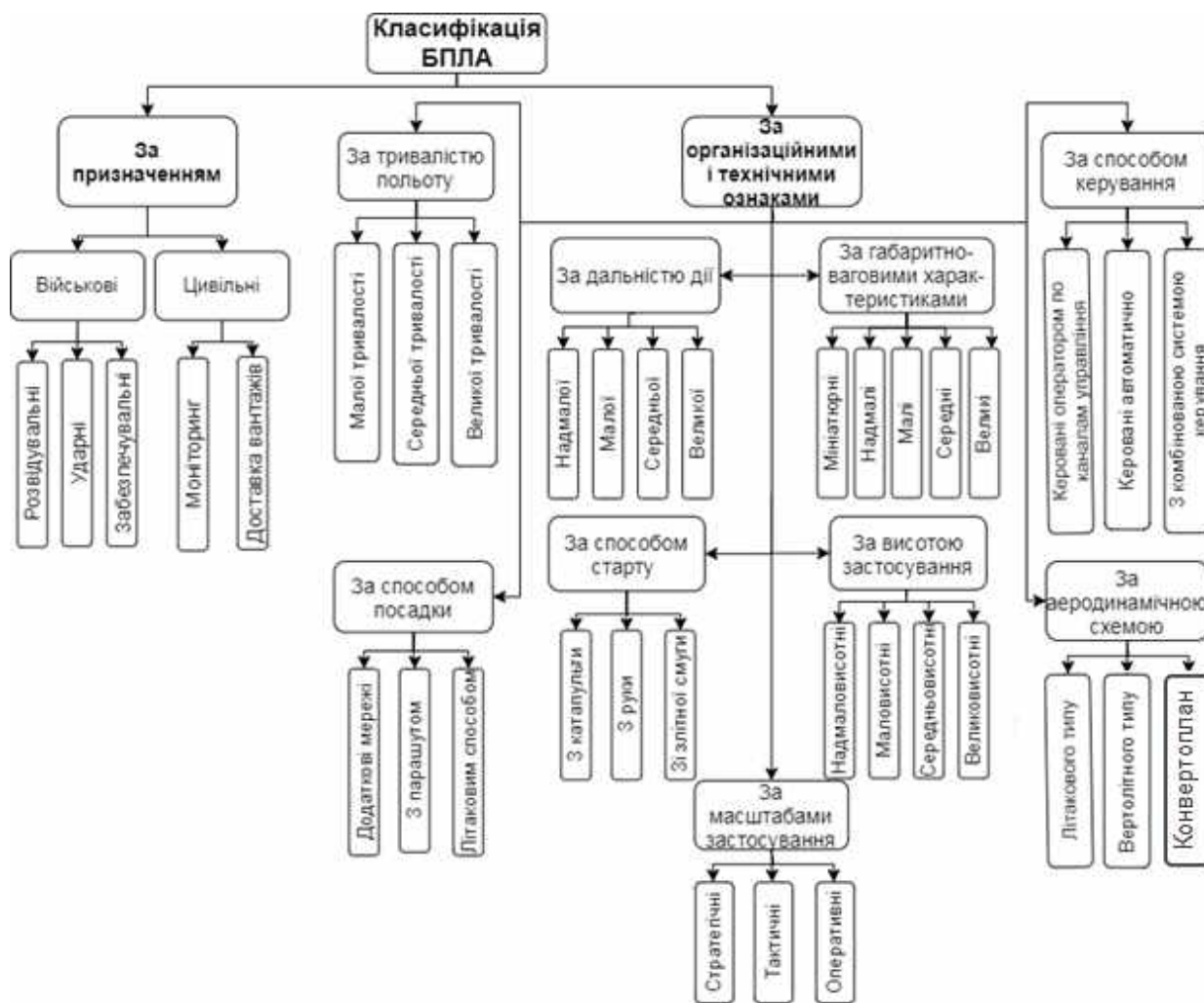


Рисунок 1 – Класифікація БПЛА

Якщо розглядати БПЛА виходячи з аеродинамічної схеми, то основними типами є:

1. БПЛА літакового типу (класичних аеродинамічних схем);
2. БПЛА вертолітного типу (сюди відносяться гелікоптери різних схем, і так звані багатороторні ЛА).

Кожен з них має свої переваги та недоліки, тому в даний час існує потреба в БПЛА, які поєднують у собі переваги обох типів. Подібним типом БПЛА є різні види конвертопланів. Даний тип літальних апаратів може поєднувати в собі переваги як літакових, так і вертолітних схем.

Такий БПЛА може мати три основні режими:

1. Літаковий режим. Даний режим забезпечує великий час баражирування та великий радіус дії, при використанні як основна силова установка чотиритактного ДВЗ.

2. Вертолітний режим. Даний режим забезпечує зліт та посадку літального апарату. У цьому режимі БПЛА є однією з багатороторних схем літальних апаратів, так званий трикоптер. Перехід у цей режим забезпечується розворотом основних силових установок на 90 градусів для забезпечення вертикальної тяги та включенням допоміжної електричної хвостової установки для створення схеми трикоптер і балансування літального апарату.

3. Перехідний режим. Переходи між літаковим та вертолітним режимами. Цей режим є найменш тривалим, проте він є найскладнішим.

Розвиток безпілотних літальних апаратів в Україні набув особливого значення у зв'язку з потребами оборони та безпеки держави. З початком військових дій на сході країни, українські виробники та інженери спрямували свої зусилля на розробку БПЛА, здатних виконувати розвідувальні, спостережні та бойові завдання. Сьогодні дрони широко використовуються для патрулювання кордону, моніторингу позицій, розвідки та коригування артилерійського вогню.

В Україні виробляються різні типи безпілотних літальних апаратів, що відрізняються за своїми завданнями, технічними характеристиками та сферами застосування, зокрема:

1. Розвідувальні БПЛА (призначені для збору інформації на полі бою, спостереження за територіями, розвідки і коригування вогню артилерії, оснащені камерами високої роздільної здатності, тепловізорами і можуть працювати у складних погодних умовах):

- Фурія (компанія Атлон Авіа) – малий розвідувальний дрон, який активно застосовується для тактичної розвідки та коригування артилерії;

- Punisher (UA Dynamics) – багатофункціональний безпілотний авіаційний комплекс (БпАК), який може мати як медично-рятувальне призначення, так і виконувати розвідувальні та бойові завдання;

– Сокіл-300 (ДККБ «Луч») – ударно-розвідувальний дрон, з можливістю здійснення розвідки навіть в умовах негоди, атмосферних опадів тощо;

Spectator-M1 (компанія Politeko) – розвідувальний БПЛА, який використовується для спостереження та збору даних на значних відстанях.

2. Ударні БПЛА (використовуються для точкових атак на критично важливі об'єкти):

– RAM II UAV (компанія Ukrspecsystems) – ударний БПЛА з можливістю несення вибухових зарядів, призначений для ураження броньованих і стаціонарних об'єктів;

– Довбуш T10 – багатофункціональний БПЛА, недоступний для ворожих сил електронної протидії і ППО, який можна модернізувати в розвідувальний чи ударний дрон.

– ACS-3 (компанія Skyeton) – дрон, який може використовуватися для виконання ударних і розвідувальних місій завдяки можливості нести корисне навантаження.

3. Тактичні БПЛА (призначені для розвідки на середніх відстанях):

– Лелека-100 (компанія DeViro) – тактичний дрон для розвідки та спостереження, що добре зарекомендував себе на полі бою;

– PD-1 і PD-2 (компанія Ukrspecsystems) – тактичні дрони середнього радіусу дії, що використовуються для тривалих розвідувальних місій, зокрема, для моніторингу великих територій.

4. Дрони-камікадзе (призначені для одноразових бойових місій, під час яких дрон вражає ціль шляхом зіткнення з нею):

– ST-35 «Грім» (компанія НВК «Техімпекс») – баражуючий боеприпас, який використовується для ураження броньованих об'єктів;

– Warmate (компанія WB Electronics, Польща, з використанням в Україні) – дрон-камікадзе, адаптований для українських потреб і здатний здійснювати високоточні удари [2].

5. Малий та мініатюрний БПЛА (мають невеликі розміри та вагу, дуже мобільні, швидко запускаються, можуть працювати в умовах обмеженого простору і призначені для проведення розвідки на невеликих відстанях):

– Крук (українська розробка) – компактний дрон для короткотривалої розвідки і моніторингу, який може працювати в умовах міської забудови.

6. БПЛА для цивільних завдань (використовуються у цивільних сферах, зокрема, в аграрному секторі, інфраструктурних інспекціях, картографуванні та рятувальних операціях):

– AGRO Drone – спеціалізовані БПЛА для обприскування полів, моніторингу посівів та оцінки врожайності в аграрному секторі;

– рятувальні дрони: дрони з камерами для інспекції територій після катастроф, проведення пошукових операцій, оцінки стану споруд.

7. БПЛА для картографування і геодезії (цей тип дронів використовується для створення високоточних карт місцевості, 3D-моделей рельєфу тощо):

– Quantum Systems Trinity F90+ (німецько-український проєкт) – дрон для точного картографування, який активно застосовується в Україні для геодезичних робіт;

– Mapper – БПЛА для створення цифрових карт, моніторингу забудови та геологічних досліджень [1].

В умовах зростаючих попиту та обсягів виробництва БПЛА в Україні існує великий потенціал для подальшого розвитку авіаційної галузі в цьому напрямку. До основних перспектив можна віднести:

1. Інтеграція штучного інтелекту для створення більш автономних дронів, які зможуть виконувати завдання без участі оператора.

2. Збільшення дальності польоту, що дозволить застосовувати БПЛА для завдань на великих відстанях.

3. Розширення експортного потенціалу на міжнародному ринку – збільшення обсягів експорту допоможе залучити інвестиції та забезпечити додаткові кошти для розвитку індустрії.

4. Співпраця з іноземними партнерами для обміну технологіями, залучення інвестицій та покращення якості продукції.

Однак існують і виклики, які стоять перед українськими виробниками БПЛА:

1. Нестача фінансування, оскільки високотехнологічне виробництво потребує значних фінансових вкладень, які не завжди доступні на внутрішньому ринку.

2. Регуляторні бар'єри – українське законодавство потребує вдосконалення щодо регулювання використання дронів, особливо у цивільних сферах.

3. Технологічні обмеження, бо хоча українські дрони є конкурентоспроможними, існує багато напрямів для покращення, зокрема в плані витривалості та навантаження.

Україна має великий потенціал у розвитку БПЛА завдяки наявності наукових і технічних ресурсів, а також нагальній потребі забезпечення обороноздатності країни. Українські виробники дронів демонструють значні досягнення у створенні різноманітних моделей БПЛА, що використовуються у військових та цивільних цілях. Подальші інновації та міжнародне співробітництво сприятимуть інтеграції України у глобальну авіаційну індустрію, а також створять нові можливості для цивільного та комерційного використання безпілотників.

### Список використаних джерел:

1. Безпілотні крила України. URL: <https://tyzhden.ua/bezpilotni-kryla-ukrainy/> (дата звернення: 31.10.24).
2. Види та особливості військових дронів 2022 року. URL: <https://kvadrocopter.com.ua/blog/vydy-ta-osoblyvosti-vijskovykh-droniv-v-2022-roci/> (дата звернення: 31.10.24).
3. Опис руху безпілотного транспорту літакового типу / Д. М. Крицький [та ін.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Power and Heat Engineering Processes and Equipment : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 4 (16). – С. 79-83.
4. Pyvovar M., Pogudina O., Kritskiy D. Visualization of the Flight of Unmanned Aerial Vehicles according to the "Master– Slave" Model. Central European Researchers Journal. 2021. Vol. 7. No. 2. P. 40-45.