

**Тарас Гуцул<sup>1</sup>, Іван Жежера<sup>2</sup>, Владислав Ткач<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник  
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Чернівці, Україна)

E-mail: [t.gutsul@chnu.edu.ua](mailto:t.gutsul@chnu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7192-3289>, ResearcherID: [R-8012-2017](https://orcid.org/0000-0002-7192-3289)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук,

Національний аерокосмічний університет імені Миколи Єгоровича Жуковського "ХАІ" (Харків, Україна)

E-mail: [i.zhezhera@khai.edu.ua](mailto:i.zhezhera@khai.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2638-6445>

<sup>3</sup>аспірант кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки,

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Чернівці, Україна)

E-mail: [v.tkach@chnu.edu.ua](mailto:v.tkach@chnu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-5919>, ResearcherID: [HLG-2702-2023](https://orcid.org/0000-0001-5444-5919)

**ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА МЕТОДІВ ВИБОРУ БПЛА**

*Безпілотні літальні апарати активно впроваджуються в різні сфери людської діяльності, демонструючи відмінні результати. Складність задач та різноманітність вимог відображається на множині модельного ряду. Незважаючи на оптимальність їх застосування, вони й досі залишаються відносно дорогим обладнанням. Переконливою альтернативою стає ринок комплектуючих для самостійної конструкції, який може значно зменшити їхню вартість, відкидаючи послуги спеціалістів з цього питання за умови належного фахового підходу.*

*Розглянуто питання існуючих класифікацій БПЛА. Встановлено відсутність єдиного підходу до класифікації та переважну орієнтацію наявних класифікацій на військові потреби. З'ясовано наявні методи вибору БПЛА. Запропоновано власне бачення розв'язання цієї ситуації.*

*Стаття є оглядово-інформаційною.*

**Ключові слова:** БПЛА; дрон; класифікація; коптер; моніторинг.

*Бібл.:* 35.

**Актуальність теми дослідження.** Створення і використання безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) стало серйозним проривом у сфері інтелектуальних досягнень. Інновації проявляються в усіх елементах: від сучасних композитних матеріалів до новітнього навігаційного обладнання та програмного забезпечення. Аналіз фізичних процесів, які лежать в основі польоту БПЛА, з урахуванням типових співвідношень між технічними параметрами вузлів, наявних на сьогоднішній день, дозволяє спростити як розрахунок так і підбір ефективних комбінацій. Тому розробка фізичних основ розрахунку параметрів систем є актуальним теоретичним дослідженням.

Очікуваний обсяг світового ринку БПЛА до 2024 р. повинен скласти 67,3 млрд дол. На виробничий сектор прогнозовано 35,6 млрд дол., з яких – 13,7 млрд дол. (38,5 %) на БПЛА великої тривалості польоту на середніх висотах; на тактичні БПЛА – 8,6 млрд дол. (24,1 %); на БПЛА великої тривалості польоту, які будуть використовуватися на великих висотах – 7,3 млрд дол. (20,5 %); на БПЛА вертикального зльоту і приземлення – 3,0 млрд дол. (8,4 %); на ударні БПЛА – 1,7 млрд дол. (4,8 %); на портативні БПЛА – 1,3 млрд дол. (3,6 %) [1].

До кінця поточного десятиліття реалізація «безпілотників» у світі сягне рівня 100 млрд дол., при цьому значна частина зароблених коштів (65 %) будуть реінвестовані в R&D (Teal Group, forecast 2030). Лідерами будуть сектори безпілотних систем для бізнесу (B2B), держави (B2G) та військової сфери (Military). Продаж комерційним клієнтам в роздріб (B2C) майже не зазнає змін.

Нині застосування безпілотних БПЛА дозволяє людям не перебувати в загрозованих життєвих умовах, провадити діяльність за межами фізичних та психофізіологічних здібностей особи, а також відкриває широкий перелік функцій, які раніше могли здаватися нереальними.

**Постановка проблеми.** Нині існує понад 1500 серійних моделей БПЛА різних типів. Їхня загальна кількість за останні кілька років потроїлася. Таке різноманіття типів можна пояснити широким спектром варіантів застосування. Особливості їх конструкції

дозволяють розв'язувати конкретні задачі ефективніше. Розробка та практичне застосування БПЛА потребують з'ясування їх класифікації. Класифікація повинна спрощувати та полегшувати процес вибору того певного способу експлуатації БПЛА, який розкриває значення місця застосування та очікуваних показників ефективності.

У наказі Мініборони України від 8 грудня 2016 р. № 661, яким затверджено [2], наведено Класифікацію безпілотних літальних апаратів безпілотних авіаційних комплексів, яка є загальною для державної безпілотної авіації України.

Вітчизняна класифікація в основному притаманна військовій сфері, та обмежено – сфері цивільного захисту [3], що створює невизначеність під час спроб класифікації БПЛА для інших сфер застосування.

Міжнародною асоціацією по безпілотним літальним системам UVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International) запропоновано універсальну класифікацію БПЛА. Вона полягає у поділі БПЛА на групи та категорії (малі, тактичні, стратегічні, спеціального призначення) і їх відповідність критеріям: злітної маси, дальності, висоти та тривалості польоту. Наведена класифікація на сьогодні розповсюджується на існуючі та концептуальні моделі БПЛА. Її не можна вважати сталою, так як вона постійно переглядається та доповнюється. Крім того, багато типів апаратів із нестандартними комбінаціями параметрів важко віднести до певного існуючого класу.

Класифікація, діюча в НАТО в своїй основі передбачає поділ БПЛА за висотою (радіусом дії) і тривалістю польоту.

російська класифікація БПЛА ґрунтується на військовому використанні БПЛА. Вони поділяються на категорії та відрізняються злітною масою і дальністю польотів.

Розробники звертають увагу на той факт, що лише одним типом БПЛА неможливо вирішити перелік поставлених завдань. Не буває універсальних та ефективних рішень. Виходячи із широкого переліку існуючих на сьогодні пристроїв, вибір потрібно зупинити на тих, які повною мірою задовольняють технічні умови [4].

Донедавна розробку й впровадження БПЛА в Україні можна було охарактеризувати як нескоординовану та стихійну через відсутність державної програми. Розробники погано розуміли потреби органів національної безпеки [4]. Каталізатор швидкого зростання обсягів конструювання та виробництва БПЛА спричинений збройною агресією російської федерації. Згідно аналітичних оцінок, повітряна розвідка разом з вогнем ствольної й реактивної артилерії спричинила 85 % усіх втрат сил антитерористичної операції [5; 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Традиційне проектування БПЛА опирається на адекватні функціональні математичні моделі, які враховують вплив серії факторів на аеродинаміку, міцність конструкції, точність керування та експлуатаційну ефективність. Інтуїтивно-емпіричний підхід опирається на рівень знань та досвіду учасників проектування і допомагає серед множини аналогів технічних рішень обрати раціональні варіанти або продовжити обґрунтований пошук технічних ідей. Відсутність уніфікованого науково обґрунтованого підходу до проектування БПЛА на основі методів оптимізації суттєво погіршує ситуацію [7].

Авторами [8] запропоновано систему підтримки прийняття рішень (СППР) для вибору БПЛА, котра дозволяє проводити порівняльну оцінку та вибір оптимальних варіантів БПЛА згідно з заданими показниками. Необхідність використання СППР обумовлена постійним зростанням об'ємів інформації (щодо нових моделей БПЛА та їхніх технічних характеристик) і потребою аналізу та врахуванням великої кількості взаємопов'язаних факторів і вимог, що впливають на такий вибір.

Питання вибору типу та конструкції БПЛА за своєю природою є багатокритеріальним оцінюванням, котре ґрунтується на оцінювання альтернатив та використанні часткових методів ранжування альтернатив. До них відносять методи: максимальних відстаней,

справедливого компромісу, головного критерію, лексикографічної оптимізації, використання апроксимаційних і багатокритеріальних оптимізаційних математичних моделей, оцінювання і порівнювання ефективності функціонування однотипних організацій, оцінювання якості засобів на підставі використання двох гіпотетичних еталонів – гіршої і кращої якості. Такі дослідження розглянуто в [9; 10; 11; 12].

Дослідження системного підходу в управлінні проектом створення БПЛА цивільного застосування розглянуто в [13]. Методи управління змістом і якістю проекту базуються на теорії точного вагового потрапляння та філософії ощадливого виробництва (lean manufacturing).

Особливості балансу маси безпілотного літального апарату (БПЛА) та маси засобів безпеки БПЛА досліджено в [14]. Отримано рівняння балансу мас БПЛА та залежність злітної маси БПЛА від відомих навантажень і відносних мас частин БПЛА з урахуванням безпеки та льотної придатності.

Різноманітність сучасних польотних місій БПЛА та збільшення їх складності вимагають створення надійних систем управління польотом БПЛА. На основі параметричних, а також структурних методів синтезу систем алгоритми та програми для автопілотів БПЛА управляють законами в режимах стабілізації напрямку, швидкості та висоти, а також для управління наведенням, включаючи траєкторію руху. Науковцями НАУ були створені алгоритми планування та маршрутизації під час польоту в умовах атмосферних змін. Застосування параметричного синтезу дозволяє визначити оптимальну настройку існуючих автопілотів, забезпечуючи компроміс між стійкістю та працездатністю систем, в той час як структурний синтез дозволяє знайти перспективні закони управління автопілотами, включаючи закони управління з елементами штучного інтелекту [15].

Особливості ергодизайну повітряних суден та похідні від нього науково-методичні проблеми і шляхи їх розв'язання містяться в [16], і характерні для переважної більшості ситуацій, що виникають в ході розробки нових моделей БПЛА.

**Мета дослідження.** Проаналізувати критерії для класифікації та сучасні методи для вибору безпілотних літальних апаратів.

**Виклад основного матеріалу.** «Дрон» і «БПЛА» – сучасні назви безпілотних апаратів, які часто вживають некоректно під час опису будь-яких непілотованих транспортних засобів. Поняття «дрону» застосовується до широкої категорії транспортних засобів (автономні машини з дистанційним керуванням, підводні човни та ін.), тоді як БПЛА – саме до літаючих. Тобто, БПЛА називають дроном, при цьому не кожен дрон буде БПЛА.

Правила технічної експлуатації безпілотних авіаційних комплексів дають визначення безпілотного літального апарату (далі – БПЛА) – як повітряного судна, керування польотом якого і контроль за яким здійснюється дистанційно за допомогою пункту дистанційного пілотування, розташованого поза повітряним судном, або повітряним судном, що здійснює політ автономно за відповідною програмою [17].

Основні елементи БПЛА: повітряна платформа зі спеціальною системою посадки, силова установка, джерело живлення, система електроживлення, бортове радіоелектронне обладнання (бортове обладнання управління та електронні елементи цільового навантаження). Бортове обладнання включає бортову електронно-обчислювальну машину, приймач сигналів радіонавігаційної системи, висотомір, гіровертикаль, бортову систему зв'язку та передачі даних, рульову машинку [18].

Множина класифікаційних ознак БПЛА охоплює поділ [19]: за масштабом розв'язуваних задач, 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 [18].

**За масштабом розв'язуваних задач** БПЛА бувають тактичні (можливість польоту на відстань до 80 км), оперативно-тактичні (дальність до 300 км) та оперативно-стратегічні (дальність до 700 км).

До основних льотно-технічних характеристик сучасних БПЛА належать: висотно-швидкісні; масогабаритні; дальності й тривалості польоту.

Наведені властивості знаходяться у кореляційному зв'язку та взаємозалежності, що дозволяє одразу зіставити їх з чіткою класифікаційною групою. За окремо встановленими характеристиками з високим рівнем ймовірності можна передбачати параметри інших.

За **масою БПЛА** діляться на малорозмірні – до 200 кг, середньорозмірні – 200-2000 кг, великорозмірні – 2000-5000 кг, важкі – понад 5000 кг [20].

Умовно виділяють два типи БПЛА – універсальні та спеціалізовані. Спеціалізовані призначені для використання певних задач, а універсальні – виключно для перенесення корисного навантаження. На основі даних про параметри корисного навантаження визначається операційна дальність для мультироторних систем [21].

Розрахункові дані, підтвержені результатами експериментальних досліджень та льотних випробувань, показують, що використання композиційних матеріалів дозволяє знизити вагу планера літального апарату на 30-40% порівняно з вагою планера виконаного з традиційних металевих матеріалів [22].

Все це забезпечує отримання резерву ваги, який може бути використаний для збільшення дальності польоту або корисного навантаження. Використання композиційних матеріалів в авіаційній промисловості значно знижує матеріаломісткість конструкцій, збільшує до 90% коефіцієнт використання матеріалу, зменшує кількість оснастки та різко знижує трудомісткість виготовлення конструкцій за рахунок зменшення у кілька разів кількості деталей, що входять до них [23].

За **тривалістю польоту БПЛА** поділяються на малу – менше 6 год., середню – 6-12 год та велику – понад 12 год [24].

**Практична стеля польоту БПЛА** згідно категорій наступна: маловисотні – менше 1 км, середньовисокі – 1-4 км, висотні – 4-12 км, стратосферні – більше 12 км [25].

**По типу БПЛА** поділяються на реалізовані за літаковою аеродинамічною схемою, за гелікоптерною аеродинамічною схемою, мультироторні та гібридні (так звані апарати вертикального зльоту та посадки – VTOL).

**За типом силової частини:** електричні, з двигуном внутрішнього згорання та реактивні.

БПЛА можуть бути електричними або бензиновими. Перший варіант функціональніший, в деяких модифікаціях може працювати спільно з сонячними батареями, однак потребує постійної зарядки апаратів, а тому тривала безперебійна робота потребує кількох резервних батарей та їх почергової експлуатації. Бензинові варіанти триваліші в роботі, стійкіші до поривів вітру завдяки додатковій масі. Однак при зіткненні з поверхнею вони можуть розбитися або спалахнути.

**По базуванню БПЛА** поділяються на наземні, які пересуваються земною поверхнею, морські, призначені для діяльності у водному середовищі, космічні, спрямовані до виходу у космічний простір [26].

**За використанням БПЛА** бувають: військовими, промисловими, цивільними та антитерористичними. В свою чергу цивільні поділяються на: державні, комерційні, транспортні [27].

**За типом системи керування БПЛА** поділяються на дистанційно пілотовані керовані оператором в межах видимості та дистанційно керовані, що працюють автономно та/або з допомогою оператора та повністю автоматичні літальні апарати.

Зв'язок з БПЛА в польоті відбувається через радіоканали. Частотний діапазон таких каналів становить від 433 МГц до 5,2 ГГц. Іноді через радіоканал можуть передавати відео та фотоматеріали, отримані в процесі зйомки. Габаритні характеристики антен та їх конструктивні особливості впливають на аеродинамічність [28].

**БПЛА згідно правил польотів** бувають візуальні та приладові. Перші знаходяться та здійснюють контроль польоту в межах прямої видимості пілота. Зазвичай така робота триває в світлий час доби. За умови наявності сліпих зон, оптимально перейти до автоматичного режиму та опиратися на візуальні та приладові правила в процесі польоту [26].

**За типом крила БПЛА** виділяють фіксовані – літакового (нерухоме крило) та коптерного (роторні) типів, плаваючі (гібридні) – використовуються в конвертипланах [27]. Тенденція розвитку БПЛА спрямована переважно на використання літакового і вертолітного типів порівняно з іншими моделями [25].

БПЛА з нерухомим крилом (швидкість руху приблизно 50-180 км/год.) енергоефективні порівняно з мультироторними. Це зумовлено створенням підйомної сили за допомогою аеродинамічних сил, що з'являються на поверхні крила під час руху з порівняно нижчими енерговитратами силової частини. Ключовий недолік – потреба в злітно-посадковій смузі через горизонтальний зліт і посадки, та неможливість «зависання» над фіксованими локаціями.

В основі мультироторних апаратів (швидкість польоту 40-100 км/год., що менше, ніж у літаків) принцип вертикального зльоту і посадки. Їм легше «зависати» над фіксованими точками, а тому вони оптимальніше взаємодіють з стільниковим покриттям на певних територіях. Ключовий недолік – обмеженість мобільності та значне споживання енергії.

Для мультикоптерів кількість гвинтів є дуже важливою характеристикою. Досі здавалося, що кількість гвинтів позначається на стабільності польоту. Очевидно, що коптери з 8 гвинтами літали набагато стабільніше 4-х і 6-ти гвинтових. Проте сьогодні розвиток алгоритмів польоту дозволяє на коптерах стабілізувати політ навіть у випадку відмови одного із гвинтів [28]. Аналіз існуючих і перспективних автоматичних систем управління літальними апаратами (СУЛА) вказує, що в умовах зростаючих вимог до функціонування малогабаритних літальних апаратів необхідно виконання польотного завдання з заданими показниками якості та підвищення ймовірності повернення об'єкта [29].

Напрямок мультикоптерів (систем вертолітного типу) стрімко розвивався протягом останніх 5-7 років. На перших порах професійні рішення на базі коптеїв коштували тисячі і навіть десятки тисяч \$, то зараз масова розповсюдженість спричинила суттєве зниження їх цінних меж. Масова поява на ринку систем, розроблених і виготовлених в країнах Азії зміцнила цю тенденцію. Таким чином, сьогодні за суму в 1-2 тис. \$ можна придбати систему БПЛА, з дальністю виконання польотів до 3-5 км. Такі системи дають змогу щодо передачі зображень високої якості, одержуваних з бортової камери, встановленої на стабілізованому підвісі. Попри означене навантаження можливості подібних апаратів дозволяють потенційно розмістити і інші корисні навантаження. Експериментально було продемонстровано можливість використання мультикоптерних БПЛА з доставки невеликих вантажів, наприклад, засобів порятунку, аптечок першої допомоги тощо, опрацьовуються також питання по доставці кореспонденції та інших невеликих комерційних вантажів [31].

В основі мультироторних апаратів принцип вертикального зльоту і посадки, що дозволяє здійснювати зависання в фіксованому місці та забезпечує оптимальніше покриття стільниковим зв'язком в певних областях. Інколи в необхідних місцях мультироторні БПЛА з високою точністю і влучністю виконують функцію базових станцій. Проте їх незначна в часі мобільність обходиться споживанням великої кількості енергії.

БПЛА з гібридним крилом (використовують вертикальну підймальну силу або горизонтальну тягову) з'явилися у продажу нещодавно. Ці апарати з фіксованим/обертвовим крилом спроможні оперативного добиратися до точки інтересу, ковзаючи повітряним простором і зависаючи за допомогою чотирьох роторів.

**За напрямком підйому БПЛА** бувають – горизонтальні, вертикальні, мультипідйомні. Напрямок та підйомна сила залежать від типу крила, а також від можливості підійматися та сідати як самостійно, так і за допомогою допоміжної техніки [20]. По типу підйому/посадки: запускаємі використовують систему запуску, палубні підіймаються з палуби з використанням керівного крока або тросу [26].

**Паливна система БПЛА** поділяє їх на види: монозаправні – одноразова заправка паливної системи виконуються в промислових умовах виробником на заводі, полізаправочні – багаторазова заправка, яка може, в свою чергу, бути наземною – виконується на землі, платформною – морська (на борту морського судна) та бортовою (на борту пілотованого літального апарату) [27].

Збільшення кількості двигунів призводить до збільшення рівня живлення та потреби в більшій ємності батарей. Однак, більша кількість двигунів дозволяє збільшити вантажопідйомність та зменшити польотний час і радіус дії БПЛА. Збільшення кількості двигунів призводить до ускладнення керування апаратом, зростають його габарити та «вітрильність». Вітрові пориви на висоті частіше повертають літальний апарат, змінюють траєкторію його курсу. Тому, для підтримки вказаного оператором напрямку польоту буде затрачатися більше енергії [28].

Легкі БПЛА варто обладнувати електричними авіадвигунами із живленням від акумуляторів. На середніх ефективнішим буде поєднання електродвигунів із поршневіми та роторними двигунами [30].

Важливою конструкторською характеристикою є **тип паливного баку БПЛА**. Літальні апарати поділяються на ті, що мають основний паливний бак, та базово-резервні – поєднання основного та резервного паливних баків.

**За кількістю використань БПЛА** поділяються на одноразові та багаторазові. Одноразові, в яких не передбачено систему поділяються на одноразові безпосадкові БПЛА (без системи посадки) та одноразові посадкові (є система посадки та одноразова паливна система). Слід зауважити, що багаторазовими вважаються апарати з використанням не менше 10 разів [26].

Діяльність БПЛА може здійснюватися в великому **радіусі**. Існує п'ять категорій: ближній радіус – до 40 км, малий – до 70 км, середній – до 300 км, дальній – до 1500 км, великої тривалості польоту – не менше 1500 км [32].

У розв'язанні проблеми вибору оптимальної конструкції БПЛА може допомогти використання електронних програмних засобів, так званих електронних калькуляторів дронів. Їх достатньо багато, проте досить популярним є онлайн-ресурс *xcopter Calc* [33]. Він дозволяє по введеним компонентам виконати розрахунок технічних характеристик дронів: часу польоту, ваги коптера, корисного навантаження, електричної потужності та багато іншого. Не знаючи фізичних закономірностей та зв'язків між параметрами польоту досить складно підібрати оптимальну конструкцію, оскільки це тисячі доступних комбінацій.

У калькулятора немає обмежень щодо кількості двигунів, регуляторів швидкості чи ємності акумулятора, але для точного розрахунку необхідно встановити параметри квадрокоптерів, гексакоптерів, октакоптерів або дектокоптерів.

При аваріях, як правило, основна шкода завдається рамі (корпусу) і пропелерам. Низька вартість останніх, особливо коли мова йде про пропелер невеликого діаметра, не критична. Слід зазначити, що надійність роботи мультикоптерних систем зростає з кожним днем, з'являються додаткові ступені захисту, сенсорні датчики, автоматичні режими та інтелектуальне моделювання.

Відсоткова структура випадків відмов БПЛА пов'язана в основному з двигунами (37 %), системами управління (25 %), помилками операторів (17 %) та проблемами із зв'язком (11 %) [34].

**Висновки.** Інноваційність та тенденції стрімкого розвитку безпілотних технологій зумовлюють відсутність єдиної узагальненої класифікації БПЛА як у нашій, так і в інших країнах. Наявні класифікації малоефективні, оскільки не надають достатнього обсягу інформації та не розглядають інтегрований підхід до сучасних вимог і технічних характеристик БПЛА. Практично всі апарати були військовою розробкою, і більшість класифікацій на сьогодні орієнтовані саме на потреби військових.

Основним критерієм вибору схеми повинен бути перелік функцій і завдань, що повинні виконуватися, дальність і висота польотів, а також вимоги до вантажопід'ємності корисного вантажу та можливого бортового обладнання.

При розв'язанні задачі вибору раціонального типу і обладнання БПЛА оптимальним є підхід, що полягає на застосуванні математичного методу багатокритеріального оцінювання, такого як метод аналізу ієрархій [35].

Не варто забувати, що будь-який БПЛА буде здійснювати свій політ в умовах впливу на нього низки факторів: метеоумов (поривів вітру, опадів, температурного режиму, надзвичайних ситуацій), атмосферних явищ, пори року та часу доби, рівня освітленості, природних умов місцевості, навичок, класифікації та досвіду пілота, особливостей об'єкту спостереження.

Необхідна реалізація та впровадження функціонально стійких систем керування та вимірювання для забезпечення відмовостійкості БПЛА під час польоту.

### Список використаних джерел

1. Безпілотні літальні апарати повітряного бою [Електронний ресурс] / Бурсала О., Горошко Д., Кульба П., Чуприна В. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – 2019. – № 1(1). – С. 50-57. – Режим доступу: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/184>.
2. Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України від 08.12.2016 № 661 : Наказ МО України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17#Text>.
3. Класифікація, функції та завдання безпілотної авіації в сфері цивільного захисту України [Електронний ресурс] / С. Мосов та ін. // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2021. – № 2(12). – С. 54-68. – Режим доступу: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2\(12\).54-68](https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2(12).54-68).
4. Білоус В. Класифікація безпілотних літальних апаратів та її значення для криміналістичної практики [Електронний ресурс] / В. Білоус // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. – 2016. – № 16. – С. 47-57. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32353/khrife.2016.06>.
5. Хочеш #Перемогу – готовь беспилотник [Електронний ресурс] // Цензор.Нет. – 2016. – 15 лют. – Режим доступу <http://censor.net.ua>.
6. Виступ Президента України під час церемонії складання урочистої клятви ліцеїстами Київського військового ліцею імені Івана Богуна [Електронний ресурс] / Прес-центр Адміністрації Президента України. – 2016. – 14 жовт. – Режим доступу: [www.president.gov.ua](http://www.president.gov.ua).
7. Раад Карім Кадем. Автоматизоване проектування безпілотних літальних апаратів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.13.12 «Системи автоматизації проектувальних робіт» / Раад Карім Кадем ; Нац. авіаційний ун-т. – К., 2011. – 19 с.
8. Підтримка прийняття рішень в системі управління безпілотного літального апарата / О. В. Самков, В. І. Сілков, О. П. Гожий, О. Є. Мавренков // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації : щорічний наук.-теорет. та наук.-практ. зб. наук. пр. – 2012. – Вип. 8 (15). – С. 104-109.
9. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем : пер. с англ. / Саати Т., Кернс К. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.

10. Саати Т. Принятие решений – Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
11. Бешелев С. Д. Экспертные оценки / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : Наука, 1973. – 161 с.
12. Експертне оцінювання стану матеріальнотехнічних засобів в умовах недостатнього фінансування / В. О. Абрашин, С. М. Новічонок, М. Б. Старостенко, О. Б. Куренко // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХУПС, 2009. – № 3(19). – С. 110–113.
13. Крицкий Д. Системный подход к проектам создания беспилотной авиационной техники / Д. Крицкий, Е. Дружинин, Е. Яшина // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2013. – № 3. – С. 71–77.
14. Крицький Д. Особливості масової моделі безпілотної літальної апарату [Електронний ресурс] / Д. Крицький, С. Яшин, С. Коба // Математичне моделювання та симуляція систем (MODS'2020). MODS 2020. Досягнення інтелектуальних систем і обчислень / за ред. Шкарлет С., Морозов А., Палагін А. – Springer, Cham, 2021. – Т. 1265. – Режим доступу: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_29).
15. Бугайко Д. Інноваційні розробки безпілотної авіаційних систем Національного авіаційного університету / Д. Бугайко, О. Шевченко // Безпілотна авіація України: матеріали науково-практичної конференції в межах IV Міжнародного симпозиуму «Соціокультурний дискурс глобалізованого світу: наука, освіта, комунікація», 14 квітня 2021 р., Національний авіаційний університет. – К. : НАУ, 2021. – С. 8–12.
16. Ергономічний дизайн безпілотної авіації суден. Монографічне видання / М. П. Матійчик, А. Л. Рубцов, В. О. Свірко, В. П. Харченко, М. І. Фузік – К. : УкрНДІ ДЕ, 2019. – 193 с.
17. Про затвердження Правил технічної експлуатації безпілотної авіаційних комплексів I класу державної авіації України від 10.08.2018 № 401 [Електронний ресурс] : Наказ МО України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1062-18#Text>.
18. Книш Б. Класифікація відомих видів безпілотної літальної апарату [Електронний ресурс] / Б. Книш, П. Бровко, Д. Попіль // Modern engineering and innovative technologies. – 2017. – Т. 1, № 2. – С. 34–39. – Режим доступу: <http://www.moderntech.de/index.php/meit/article/view/g117-004>.
19. Воронько І. Области застосування безпілотної літальної апарату / І. Воронько, В. Воронько // Сучасний стан проведення наукових досліджень у ІТ-технологіях, галузях електроніки, інженерії, нанотехнологіях та транспортній сфері: кол. наук. монографія. – Вінниця, 2020. – С. 160. – Режим доступу: <https://publishing.logos-science.com/index.php/books/issue/view/14/9>.
20. Кутовий О. П. Тенденції розвитку безпілотної літальної апарату / О. П. Кутовий // Наука і озброєння – 2014. – № 4. – С. 39 – 47.
21. Корисне навантаження дрону як підґрунтя для обґрунтування дальності польоту / І. Маладіка та ін. // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій : Матеріали XII Міжнар. науково-практ. конф., м. Черкаси, 8 січня 2021 р. – Черкаси, 2021. – С. 91–92.
22. Carbon nanotube scanning probe for profiling of deepultraviolet and 193 nm photoresist patterns / С. V. Nguyen et al. // Applied Physics Letters. – 2002. – Vol. 81. – P. 901.
23. Carbon nanotube tips: high-resolution probes for imaging biological systems / S. S. Wong et al. // Journal of the American Chemical Society. – 1998. – Vol. 120. – P. 603.
24. Стратегія розвитку вітчизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року : [затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2008 р. № 1656-р] [Електронний ресурс] // Урядовий портал: [сайт]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npras/183540635>.
25. Глотов В. Аналіз і перспективи аерознімання з безпілотної літальної апарату / В. Глотов, А. Церклевич // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Сер.: Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2014. – Вип. I (27). – С. 131-136.
26. Ростопчин В. В. Безпілотні авіаційні системи: основні поняття / В. В. Ростопчин, І. Е. Бурдун / ЕЛЕКТРОНІКА: Наука, Технологія, Бізнес. – 2016. – № 7. – С. 82-88.



27. Луцький М. Г. Розвиток міжнародного регулювання та нормативної бази використання безпілотних літальних апаратів / М. Г. Луцький, В. П. Харченко, Д. О. Бугайко // Вісник НАУ. – 2015. – № 4. – С. 5-14.

28. Яровий О. Системи управління безпілотними літальними апаратами для здійснення моніторингу наземних об'єктів [Електронний ресурс] / О. Яровий // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – 2018. – Т. 3, № 49. – С. 33–38. – Режим доступу: <https://doi.org/10.26906/sunz.2018.3.033>.

29. Жежера І. В. Моделі та методи забезпечення функціональної стійкості вимірювальних підсистем автономного малогабаритного літального апарата : дис. ... кан. техн. наук : 05.13.03 / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». – Харків, 2020. – 22 с.

30. Аналіз конструктивних особливостей і технічних характеристик основних типів силових установок для безпілотних літальних апаратів / О. Л. Шаповалов, Д. М. Колесник, Г. П. Болотов, О. В. Журахов // Технічні науки та технології. – 2018. – № 2(8). – С. 57–65.

31. Микитюк М. Роль та місце БПЛА при забезпеченні безпеки осіб під час проведення масових заходів [Електронний ресурс] / М. Микитюк // Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія Юридична. – 2017. – № 18. – С. 41–47. – Режим доступу: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/33>.

32. Сальник Ю. П. Аналіз технічних характеристик і можливостей безпілотних авіаційних комплексів оперативно-тактичного та тактичного радіуса дії армій розвинених країн / Ю. П. Сальник, І. В. Матала // Військово-технічний зб. – 2013. – № 7 – С. 70–74.

33. Методика розрахунку БПЛА мультикоптерного типу / Ю. Ковальов та ін. // Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем : матеріали VIII Міжнар. науково-практ. конф., м. Кропивницький, 20 грудня 2019 р. – Кропивницький, 2019. – С. 54–56.

34. Класифікація безпілотних літальних апаратів [Електронний ресурс] / О. Тимочко та ін. // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 1(9). – С. 61–66. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/878899d8-b7a7-4481-af22-9835c0748ba0/content>.

35. Єфремов О. Методика вибору раціонального типу і варіанта обладнання безпілотних літальних апаратів для виконання завдань / О. В. Єфремов, О. А. Коршець // Системи управління, навігації та зв'язку : збірник наукових праць. – Полтава, 2018. – Т. 5 (51). – С. 3-7. – DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.5.003>.

### References

1. Bursala, O., Horoshko, D., Kulba, P., & Chupryna, V. (2019). Bezpilotni litalni aparaty povitrianoho boiu [Air combat UAVS]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki – Scientific Works of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification*, 1(1), 50-57. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/184>.

2. Pro zatverdzhennia Pravyl vykonannia polotiv bezpilotnymy aviatsiinymy kompleksamy derzhavnoi aviatsii Ukrainy [On the approval of the Rules for the execution of flights by unmanned aviation complexes of the state aviation of Ukraine], Order of the Ministry of Defense of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17#Text>.

3. Mosov, S., Khyzhniak, V., Litovchenko, A., & Yanchenko D. (2021). Klyasyfikatsiia, funktsii ta zavdannia bezpilotnoi aviatsii v sferi tsyvilnoho zakhystu Ukrainy [Classification, functions and tasks of unmanned aviation in the field of civil defence of Ukraine]. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka – Scientific bulletin: Civil protection and fire safety*, (2(12)), 54–68. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2\(12\).54-68](https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2(12).54-68).

4. Bilous, V. (2016). Klyasyfikatsiia bezpilotnykh litalnykh aparativ ta yii znachennia dlia kryminalistychnoi praktyky [Classification of unmanned aerial vehicles and its significance for criminalistic practice]. *Teoriia ta praktyka sudovoi ekspertyzy i kryminalistyky – Theory and practice of forensic examination and forensics*, (16), 47–57. <https://doi.org/10.32353/khrife.2016.06>.

5. *Tsenzor.Net*. (2016). Khochesh #Peremohu – hotov bespylotnyk [If you want victory – prepare a drone]. <http://censor.net.ua>.

6. *Pres-tseñtr Administratsii Prezydenta Ukrainy [Press Center of the Administration of the President of Ukraine]*. (2016). Vystup Prezydenta Ukrainy pid chas tseremonii skladannia urochystoi kliatvy litseistamy Kyivskoho viiskovoho litseiu imeni Ivana Bohuna [Speech of the President of Ukraine during the solemn oath-taking ceremony by lyceum students of the Ivan Bohun Kyiv Military Lyceum]. [www.president.gov.ua](http://www.president.gov.ua).
7. Raad Karim Kadem (2011). Avtomatyzovane proektuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ [Automated design of unmanned aerial vehicles] [PhD dissertation; Nats. aviatsiyni un-t n].
8. Samkov, O., Silkov I., Hozhyi, O., Mavrenkov O. (2012). Pidtrymka pryiniattia rishen v systemi upravlinnia bezpilotnogo litalnogo aparata [Support for decision-making in the control system of an unmanned aerial vehicle]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovogo-doslidnogo instytutu aviatsii – Collection of scientific works of the State Research Institute of Aviation: Annual Science*, 8(15), 104–109.
9. Saaty, T., Kerns, K. (1991). *Analitycheskoe planirovanie. Organizatsiia sistem [Analytical planning. Organization of systems]*. Radio i sviaz.
10. Saaty, T. (1993) *Priniatie reshenii – Metod analiza yerarkhii [Decision-making – Hierarchical analysis method]*. Radio i sviaz
11. Beshelev, S., Hurvykh, F. (1973) *Ekspertnye otsenky [Expert assessments]*. Nauka.
12. Abrashyn, V., Novichonok, S., Starostenko, M., Kurenko, O. (2009). Ekspertne otsiniuvannia stanu materialnotekhnichnykh zasobiv v umovakh nedostatnoho finansuvannia [Expert assessment of the state of material and technical means in conditions of insufficient funding]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika – Armament systems and military equipment*, (3(19)), 110–113.
13. Krytskyi, D., Druzhinin, E., Yashina, E. (2013). Sistemnyi podkhod k proektam sozdaniia bespilotnoi aviatsionnoi tekhniki [A systematic approach to unmanned aircraft creation projects]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy – Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, (3), 71–77.
14. Krytskyi, D., Yashyn, S., Koba, S. (2021). Osoblyvosti masovoi modeli bezpilotnogo litalnogo aparatu [Features of the mass model of the unmanned aerial vehicle]. *Matematychni modeliuvannia ta symulatsiia system (MODS2020). MODS 2020. Dosiahnennia intelektualnykh system i obchyslen – Mathematical modeling and simulation of systems (MODS'2020). MODS 2020. Advances in intelligent systems and computing*, 1265. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_29).
15. Buhaiko, D., Shevchenko, O. (2021) Innovatsiini rozrobky bezpilotnykh aviatsiinykh system Natsionalnogo aviatsiinoho universytetu [Innovative developments of unmanned aircraft systems of the National Aviation University]. *Bezpilotna aviatsiia Ukrainy: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii v mezhakh IV Mizhnarodnogo sympoziumu «Sotsiokulturnyi dyskurs hlobalizovanoho svitu: nauka, osvita, komunikatsiia» – Unmanned aviation of Ukraine: materials of the scientific and practical conference within the IV International Symposium “Socio-cultural discourse of the globalized world: science, education, communication”*, Natioanal Aviation University.
16. Matiichyk, M., Rubtsov, V., Svirko, V. & Kharchenko, P. (2019). Erhodyzain bezpilotnykh povitriany suden [Ergonomic design of unmanned aircraft] [monograph]. *UkrNRI*, 1–193.
17. Pro zatverdzhennia Pravyl tekhnichnoi ekspluatatsii bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv I klasu derzhavnoi aviatsii Ukrainy [On the approval of the Rules for the technical operation of unmanned aircraft complexes of the I class of the state aviation of Ukraine], Order of the Ministry of Defense of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1062-18#Text>.
18. Knysh, B., Brovko, P., Popil, D. (2017). Klasyfikatsiia vidomykh vydiv bezpilotnykh litalnykh aparativ [Classification of known types of unmanned aerial vehicles]. *Modern engineering and innovative technologies – Modern engineering and innovative technologies*, (2), 34–39.
19. Voronko I., Voronko, V. (2020). Oblasti zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ [Fields of application of unmanned aerial vehicles]. In *Suchasnyi stan provedennia naukovykh doslidzhen u IT-tekhnologiiakh, haluziakh elektroniky, inzhenerii, nanotekhnologiiakh ta transportnii sferi – The current state of scientific research in IT technologies, electronics, engineering, nanotechnology and transport* (pp. 1–160).
20. Kutovyi, O. (2014). Tendentsii rozvytku bezpilotnykh litalnykh aparativ [Trends in the development of unmanned aerial vehicles]. *Nauka i ozbroiennia – Science and armament*, (4), 39–47.

21. Maladyka, I., Rotar, V., Pustovit, M. & Smovzhenko, O. (2021, January 8). Korysne navantazhennia dronu yak pidgruntia dlia obgruntuvannia dalnosti polotu [Drone payloads as proof to justify flight range]. *Teoriia i praktika hasinnia pozhezh ta likvidatsiyi nadzvychaynykh sytuatsii: Materialy XII Mizhnar. naukovo-prakt. konf. – Theory and practice of fire extinguishing and liquidation of emergency situations: Materials of the XII International. scientific and practical conference* (pp. 91-92).
22. Nguyen, C. (2002). Carbon nanotube scanning probe for profiling of deepultraviolet and 193 nm photoresist patterns. *Applied Physics Letters*, 81, 901. <https://doi.org/10.1063/1.1496139>.
23. Wong, S. (1998). Carbon nanotube tips: high-resolution probes for imaging biological systems. *Journal of the American Chemical Society*, 120, 603. <https://doi.org/10.1021/ja9737735>.
24. Stratehiia rozvytku vitchyznianoï aviatsiinoï promyslovosti na period do 2020 roku [Strategy for the development of the domestic aviation industry until 2020]. (2008, December 27). Government Portal. [www.kmu.gov.ua/npas/183540635](http://www.kmu.gov.ua/npas/183540635).
25. Hlotov, V., Tserklevych, A. (2014). Analiz i perspektyvy aereznimannia z bezpilotnoho litalnoho aparata [Analysis and perspectives aeroshooting process with unpiloted aircraft]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Ser.: Modern achievements of geodetic science and production*, 1 (27), 131–136.
26. Rostopchyn, V., Burdun, I. (2016). Bezpilotni aviatsiini systemy: osnovni poniattia [Unmanned aerial systems: basic concepts]. *Elektronika: Nauka, Tekhnolohiia, Biznes – Electronics: Science, Technology, Business*, (7), 82–88.
27. Lutskyi, M., Kharchenko, V. & Buhaiko, D. (2015). Rozvytok mizhnarodnoho rehuliuвання ta normatyvnoi bazy vykorystannia bezpilotnykh litalnykh aparativ [Development of international regulation and regulatory framework for the use of unmanned aerial vehicles]. *Visnyk NAU – Bulletin of NAU*, (4), 5–14.
28. Iarovy, O. (2018). Systemy upravlinnia bezpilotnykh litalnykh aparatamy dlia zdiisnennia monitoryngu nazemnykh ob'ektiv. Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku [Control systems for unmanned aerial vehicles for monitoring ground objects]. *Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zviazku – Management, navigation and communication systems*, № 49, 33–38. <https://doi.org/10.26906/sunz.2018.3.033>
29. Zhezhera, I. (2020). Modeli ta metody zabezpechennia funktsionalnoi stiikosti vymiriuvalnykh pidsystem avtonomnoho malohabarytnoho litalnoho aparata [Models and methods of ensuring the functional stability of measuring subsystems of an autonomous small-sized aircraft] [PhD dissertation; Nats. aerokosm. un-t. im M. Ye. Zhukovskoho «Kharkiv. aviats. in-t»].
30. Shapovalov, O., Kolesnyk, D., Bolotov, H. & Zhurakhov, O. (2018). Analiz konstruktyvnykh osoblyvostei i tekhnichnykh kharakterystyk osnovnykh typiv sylovykh ustanovok dlia bezpilotnykh litalnykh aparativ [Analysis of design features and technical characteristics of the main types of power plants for unmanned aerial vehicles]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, (2(8)), 57–65.
31. Mykytiuk, M. (2017). Rol ta mistse BPLA pry zabezpechenni bezpeky osib pid chas provedennia masovykh zakhodiv [The role and place of UAVs in ensuring the safety of people during mass events]. *Naukovi zapysky Lvivskoho universytetu biznesu ta prava. Seriya Yurydychna – Scientific notes of the Lviv University of Business and Law. Legal series*, (18), 41–47. <https://nzlubb.org.ua/index.php/journal/article/view/33>.
32. Salnyk, Yu., Matala I. (2013). Analiz tekhnichnykh kharakterystyk i mozhlyvostei bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv operatyvno-taktychnoho ta taktychnoho radiusa dii armii rozvynenykh krain [Analysis of technical descriptions and possibilities of UAV operational and tactical range of armies of developed countries]. *Viiskovotekhnichniy zbirnyk – Military technical collection*, (7), 70–74.
33. Kovalov, Yu. (20 dec. 2019). Metodyka rozrakhunku BPLA multykopternoho typu [Methodology for calculating UAV multicopter type]. *Upravlinnia vysokoshvydkisnymy rukhomymy ob'ektamy ta profesiina pidhotovka operatoriv skladnykh system – Management of high-speed moving objects and professional training of operators of complex systems: materials of VIII International. scientific and practical conference* (pp. 54-56).
34. Tymochko, O., Holubnychi, D., Tretiak, V. & Ruban, I. (2007). Klasyfikatsiia bezpilotnykh litalnykh aparativ [Classification of unmanned aerial vehicles]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika – Weapon systems and military equipment*, (1(9)), 61–66.

35. Efremov, O., Korshets, O. (2018). Methodology for choosing a rational type and variant of equipment of unmanned aerial vehicles for the performance of tasks [The method of choosing a rational type and option of equipment of unmanned aerial vehicles for the performance of tasks]. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku – Management, navigation and communication systems*, 5(51), 3-7. Retrieved from doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.5.003>.

Отримано: 03.02.2023

UDC 629.7.01

**Taras Hutsul<sup>1</sup>, Ivan Zhezhera<sup>2</sup>, Vladyslav Tkach<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Technical Science, Associate Professor, Senior Research Fellow  
Educational and Scientific Institute of Biology, Chemistry and Bioresources  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (Chernivtsi, Ukraine)

E-mail: [t.gutsul@chnu.edu.ua](mailto:t.gutsul@chnu.edu.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7192-3289>. ResearcherID: [R-8012-2017](https://orcid.org/0000-0002-7192-3289)

<sup>2</sup>PhD in Technical Science

Mykola Yehorovich Zhukovsky National Aerospace University "KHAI" (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: [i.zhezhera@khai.edu.ua](mailto:i.zhezhera@khai.edu.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2638-6445>

<sup>3</sup>PhD student of the Department of Radio Engineering and Information Security,  
Educational and Scientific Institute of Physical, Technical and Computer Sciences  
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (Chernivtsi, Ukraine)

E-mail: [v.tkach@chnu.edu.ua](mailto:v.tkach@chnu.edu.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-5919>. ResearcherID: [HLG-2702-2023](https://orcid.org/0000-0001-5444-5919)

## FEATURES OF UAV CLASSIFICATION AND SELECTION METHODS

*Unmanned aerial vehicles (UAVs) are being actively adopted in various areas of human activity, demonstrating excellent results. Their usage allows to minimize the risks of people being in high-risk conditions, and integration with various systems expands the range of functions that previously seemed impossible.*

*There are currently over 1,500 different official UAV designs, and the number is growing rapidly. The effectiveness of choosing a specific model and its subsequent application for the specific tasks requires a clear classification. Domestic classification is mainly inherent in the military sphere and in the sphere of civil protection with a limited extent, which creates uncertainty for other possible spheres of application. Other classifications do not have sufficient completeness and do not consider an integrated approach to modern requirements and technical characteristics of UAVs.*

*Currently there is no single science-based systematic approach to the design of UAVs based on the use of optimization methods. It is clear that the problem of this kind is multi-criteria, and cannot do without optimization mathematical models and methods. However, the dynamics of the development of elements and solutions, the growth of information objects regarding new models and characteristics, the consideration of interrelated factors make this process impossible without decision support systems. The use of parametric synthesis allows to determine the compromise between stability and workability of systems.*

*Criteria analyze for classification and modern methods for selecting unmanned aerial vehicles.*

*The usage of electronic software tools, so-called electronic drone calculators, can help to solve the problem of choosing the optimal UAV design.*

*Most of the classifications today are oriented to the needs of the military. The main criterion for choosing a scheme depends on the list of expected functions and tasks, flight range and altitude, as well as requirements for cargo capacity and possible on-board equipment. The approach of the mathematical method of multi-criteria evaluation, such as the method of analyzing hierarchies, is optimal.*

*The article is an overview and information.*

**Keywords:** UAV; drone; classification; copter; monitoring.

**References.:** 35.