

УДК 004.03:629.7

<sup>1</sup>Грицан П.А., <sup>2</sup>Лехіцький Т.В.

<sup>1</sup>Волинський коледж Національного Університету харчових технологій

<sup>2</sup>Луцький педагогічний коледж

## КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

**Грицан П.А., Лехіцький Т.В. Класифікація безпілотних літальних апаратів.** У статті розглянуто основні підходи до класифікації безпілотних літальних апаратів та основні регулювальні норми українського законодавства про них.

**Ключові слова:** безпілотний літальний апарат (БПЛА), дрон, класифікація, управління, автоматизована система.

**Грицан П.А., Лехицкий Т.В. Классификация беспилотных летательных аппаратов.** В статье рассмотрены основные подходы к классификации беспилотных летательных аппаратов и основные регулировочные нормы украинского законодательства о них.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат (БПЛА), дрон, классификация, управление, автоматизированная система.

**Hrytsan P.A., Lekhitskyi T.V. Classification of unmanned aerial vehicles.** The article deals with the main approaches to the classification of unmanned aerial vehicles and the main regulatory norms of Ukrainian legislation on them.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle (UAV), drone, classification, control, automated system.

**Постановка проблеми.** Безпілотний літальний апарат (БПЛА), Unmanned Aerial Vehicle (UAV), також називають дроном [3]. Він, за визначенням, не вимагає присутності екіпажу на борту під час польоту. Із існуючими розмірами у нього немає можливості брати на борт людину. Пілотування здійснюється віддалено за допомогою панелі керування та/або комп'ютера. В окремих конфігураціях дрон може працювати автономно.

Дрони поділяються на військові та цивільні. Цивільний або рекреаційний дрон схожий на дистанційно керований літальний апарат, але між ними є відмінності. Збройні сили використовують БПЛА для спостереження та розпізнання, тому до їх обладнання входять оптоелектронні пристрої. Озброєні і призначені для виконання бойових операцій, такі літальні апарати називаються безпілотними бойовими повітряними суднами Unmanned combat air vehicle (UCAV).

Цивільне використання БПЛА охоплює область вивчення важкодоступних місць, наприклад, Арктика та гірська місцевість. Прикладами можуть бути вимірювання озонного шару або підрахунок диких тварин.

Також можливе використання дронів для контролю безпеки робітників під час будівельних робіт [5], а також в енергетиці [3].

Комерційне використання БПЛА це, перш за все, створення фільмів та аерофотозйомки. Можливе використання дронів на весіллях, на відкритому повітрі або рекламних фільмах. Дрони дуже популярні серед людей, які практикують екстремальні види спорту та одночасно створюють фільми. За допомогою спеціальної програми на телефоні або відповідно обладнаному шоломі, дрон може стежити за спортсменом і фіксувати (документувати) його дії. Проведені експерименти із використанням БПЛА для кур'єрських цілей [1].

Дуже швидко зростає область застосування БПЛА для хобі та відпочинку — мікродрони використовують у формі гри, аналогічно до моделей літаків для дистанційного керування.

Таке різноманіття пристроїв, велика кількість розробників, потреба появи правил використання і заходів безпеки при роботі із БПЛА вимагає знання їх будови, призначення, правил використання, а також можливостей використання електронно-обчислювальних машин при роботі з ними, сучасних можливостей автоматизації та теорії управління.

Також у навчальному закладі студенти ІТ-спеціальностей цікавляться останніми новинками науки і техніки, проектують і хочуть будувати власні програмно-апаратні комплекси БПЛА. Оскільки окремих дисциплін такого напрямку немає, організуються предметні гуртки, до яких залучені і викладачі. Їм необхідно знати і вміти застосовувати правила техніки безпеки та правові основи використання БПЛА в Україні.

Всі перелічені причини визначають мету дослідження.

**Аналіз досліджень.** Багато літератури та інтернет-джерел є рекламними буклетами фірм-розробників БПЛА індивідуального використання. Із зрозумілих причин особливості проектування, побудови і використання військових дронів, особливо ударних, у вільному доступі обмежені. Наприклад, про особливості розробки, використання БПЛА військового призначення в

Україні є у [11]. Детальні класифікації БПЛА вказані у [9], дослідження зарубіжних вчених є [2], [8]. Єдиної погодженої класифікації немає, ті, хто її здійснює або пропонує, як правило, орієнтуються на виконання власних, або комерційних, або військових, або національних, або регуляторних задач. Зокрема, таку класифікацію запропонувала і Державна авіаційна служба України [10]. Вона зараз знаходиться у публічній дискусії, і на її основі будуть прийняті повноцінні регуляторні акти про реєстрацію, безпеку, використання цивільних БПЛА у нашій державі.

**Основні результати досліджень.** Перші прототипи БПЛА з'явилися на початку двадцятого століття. Активні дослідження проводилися під час Першої світової війни, але реальне застосування прототипи такої зброї мали лише у Другій світовій війні. Розвиток науки і техніки, зокрема, радіоелектроніки, теорії керування та мікропроцесорів зумовив подальший прогрес. Масовий випуск і застосування БПЛА почався приблизно із 2006 року. Тоді і з'явилися праці про класифікацію дронів та цивільно-правові, етичні, юридичні обмеження використання БПЛА.

В подальшому, за прогнозами, використання такого обладнання буде лише збільшуватись. Наприклад, на рисунку 1 [7] показано розвиток і прогноз ринку безпілотних літальних апаратів із 2013 до 2025 році, по вертикалі вказана обсяг ринку у мільярдах доларів.

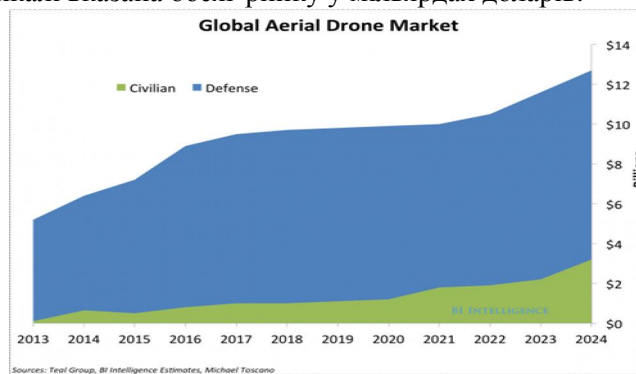


Рисунок 1. Розвиток ринку БПЛА – звіт і прогноз

Швидко зростаюча глобальна промисловість виготовлення і використання дронів не може чекати, поки буде визначена державна політика щодо БПЛА, і лиш потім робити інвестиції та докладати зусилля, щоб відкрити цей та ще новіші апаратні та комп'ютерні ринки. Вона вже проводить дослідження і допомагає державним структурам виробити регуляторні акти, правила, обмеження та права учасників ринку. Слід враховувати і той факт, що частина технологій БПЛА закрита для комерційного та приватного використання через те, що у першу чергу вони використовуються військовими, що й видно на рисунку 1.

Але збільшується і комерційне використання БПЛА. Індустрія постачальників програмного та апаратного забезпечення бездротових літаючих систем вже обслуговує довгий список клієнтів БПЛА [5] у сільському господарстві, землеустрої, енергетиці та будівництві (видано дозволи FAA, регуляторного органу США). Багато постачальників дронів є невеликими приватними компаніями та стартапами — хоча великі компанії, що займаються оборонною діяльністю, та промислові конгломерати також інвестують у ці технології.

Також було проведено дослідження про сфери та об'єми застосування БПЛА на світовому ринку. Результати зображені на рисунку 2 [4].

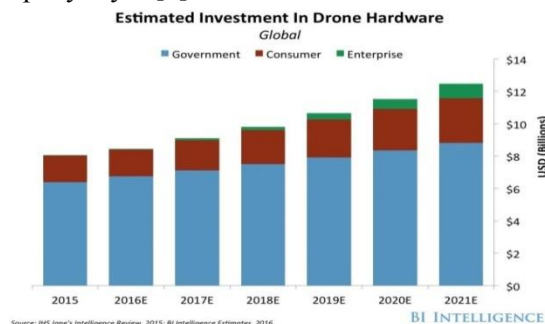


Рисунок 2. Інвестиції в БПЛА, млрд. доларів

За цими даними, вантажопідйомність БПЛА індивідуального використання збільшиться більш ніж у чотири рази протягом найближчих п'яти років завдяки підвищенню цінової конкуренції та новим технологіям, що полегшують використання БПЛА для початківців.

Зростання в секторі підприємств випередить споживчий сектор як у постачанні, так і в доходах, оскільки правила відкриють нові можливості використання.

Технології, такі як заборонені для польотів зони, та запобігання зіткненням, зробить БПЛА безпечнішими, а вплив регуляторів меншим. Зараз регулятори обмежують галузі застосування промислових БПЛА.

Військовий сектор продовжуватиме керувати всіма іншими галузями витрат на спорядження протягом прогнозного періоду завдяки високій вартості військових БПЛА (у тому числі ударних) та зростаючій кількості країн, що прагнуть їх придбати або виготовити.

Цікава картина практики невійськового використання БПЛА у Каліфорнії, Техасі та Флориді (США) показана на рисунку 3 [6].

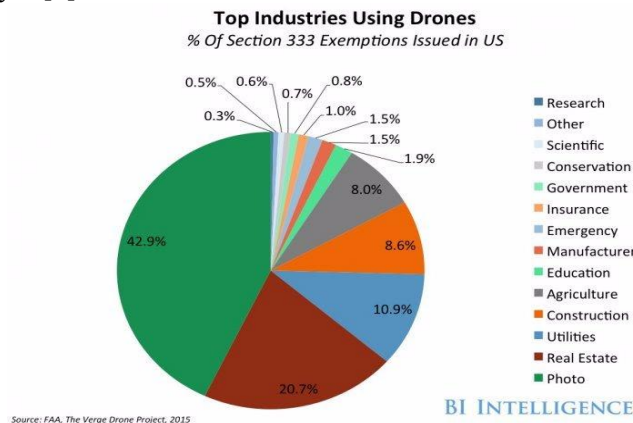


Рисунок 3. Сфери застосування БПЛА

Вона відображає і підтверджує прогнози, зроблені останнім часом. Дослідження також виявило, що більшість комерційних дозволів для БПЛА були надані малим підприємствам.

Спеціалісти, які походять із авіаційної галузі, пропонують класифікацію БПЛА [9] за такими основними характеристиками: 1) використання; 2) тип системи управління; 3) правила польоту; 4) клас повітряного простору; 5) тип літального апарату; 6) тип крила; 7) напрямок зльоту/посадки; 8) тип зльоту/посадки; 9) тип двигуна; 10) паливна система; 11) тип паливного бака; 12) кількість використань; 13) категорія (із врахуванням маси і максимальної дальності дії); 14) радіус дії; 15) висота; 16) функціональне призначення.

Із точки зору «Інтернету речей», «розумного міста» БПЛА мають всі доступні технології, щоб використовувати його для покращення життя в місті. Вони можуть зробити життя мешканців більш комфортним і безпечним (в тому числі екологічно), економити час городян. Зокрема:

1) Навігація. Городяни можуть запустити квадрокоптер, щоб оглянути подальший шлях, пробки і перешкоди.

2) Відеотрансляція. Відеотрансляція у жвавих місцях і на міських подіях, в тому числі репортажі з різних заходів, спортивних ігор або концертів. Наприклад, на Олімпійських іграх транслювали виступи лижників і сноубордистів з допомогою дронів.

3) Моніторинг. Дрони швидше зможуть прибути на місце події, щоб висвітлити ситуацію. Їх можна використати, коли дорожні камери і камери вуличного відеоспостереження не такі ефективні.

4) Доставка. Доставка повітряним транспортом за рахунок пересування БПЛА економить час, зменшує трафік на дорогах і забруднення повітря. Доставка товарів сильно спроститься для людей, які проживають в багатоповерхових будинках, і компаній, що знаходяться на останніх поверхах високих будівель. Наприклад, компанія Amazon анонсувала Prime Air - сервіс доставки посилок по повітрю прямо в руки покупцям менш, ніж за півгодини [1], один із дронів зображено на рисунку 4.



Рисунок 4. БПЛА доставки Amazon

5) Wi-Fi точки. Жителі міста можуть отримувати доступ до високошвидкісного Інтернету через літаючі точки доступу Wi-Fi.

6) Безпека, в тому числі пожежна. БПЛА можуть виступати в якості пожежної служби, безперешкодно влітаючи в палаючі будинки, щоб знайти людей і забезпечити їх аптечками першої допомоги та подальшими інструкціями, можуть підлітати і надавати засоби зв'язку, а також необхідну їжу і медикаменти. Дрони можуть бути обладнані гучномовцями, сигнальними вогнями і сиренами, щоб допомагати рятувальникам і поліції.

Незважаючи на те, що всі вищевказані способи використання технічно реалізовані вже зараз, на даному етапі застосування БПЛА стикається із безліччю проблем, не останніми із яких є безпека використання самих дронів та юридично-правові основи.

В Україні питання впорядкування та правила користування, а також класифікація БПЛА перебуває в процесі громадського обговорення. Концепцію і класифікацію запропонувала Державна авіаційна служба (ДАС) України [10]. За нею, всі БПЛА називають безпілотними повітряними суднами (БПС), їх пропонують класифікують за максимальною злітною вагою:

Таблиця 1. Класифікація БПС за вагою, концепція ДАС України

Максимальна злітна вага, кг	Клас
<0,25	0
від 0,25 до 20	1
від 20 до 150	2
>150	3

А також за типом керування:

Таблиця 2. Класифікація БПС за керуванням, концепція ДАС України

Тип керування	Клас
Ручний візуальний	А
Ручний інструментальний	В
Автономний	С

ДАС, спираючись на цю класифікацію, пропонує правила використання (при цьому є окремі правила для комерційного та некомерційного використання) [10], зображені на рисунку 5:

Клас	Не комерційні	Комерційні
0	Не потребує реєстрації, проте кожен пілот/власник/оператор має неухильно дотримуватись правил безпечного використання (Safety promotion)	
1	"Реєстрація" on-line Спеціальні вимоги до дистанційного пілота відсутні необхідно пройти освітню програму та on-line тест (Safety promotion)	Дистанційний пілот повинен отримати сертифікат після навчання.
	Польоти в межах візуального контакту (або за участі спостерігача + постійного зв'язку з ним), виключно вдень На висоті до 120 м. та радіусі 500 м. Неухильне виконання правил безпечного використання.	Польоти в межах візуального контакту (або за участі спостерігача + постійного зв'язку з ним), виключно вдень На висоті до 120 м. та радіусі 500 м. В перспективі польоти в класі G. Отримання дозволу на використання БПС.
2	Обов'язкова реєстрація в Державіаслужбі Сертифікація типу/вимоги до льотної придатності Отримання сертифіката експлуатанта	
3	Вимоги як і для пілотованих повітряних суден	

Рисунок 5. Правила використання дронів в Україні, пропонувані ДАС

І висуває вимоги до класу 1:

- Використання малого БПС тільки в умовах прямого візуального контакту (VLOS) дистанційного пілота або візуального спостерігача без допомоги інших пристроїв;
- При використанні БПС повинен бути задіяний візуальний спостерігач, якщо дистанційний пілот не в змозі візуально контролювати БПС;
- Максимальна швидкість польоту БПС 150 км/год.;
- Максимальна висота польоту 120 метрів над рівнем землі та 500 метрів від дистанційного пілота якщо не задіяний візуальний спостерігач;
- БПС забороняється виконувати польоти 8 км від периметру аеропорту, а також у заборонених зонах;
- Всі польоти БПС не повинні виконуватись над людьми, окрім дистанційного пілота або візуального спостерігача;
- Польоти повинні виконуватись тільки в світлий час;
- Дистанційний пілот може в один и той же час маніпулювати тільки одним БПС;

- При використанні БПС необхідно проводити перед польотний технічний огляд дистанційним пілотом;
- На БПС повинні бути відсутні небезпечні матеріали, окрім елементів живлення;
- Дистанційний пілот повинен гарантувати нормальний фізичний та психологічний стан для безпечної експлуатацію (вживання алкоголю або втома).

На основі вказаної концепції на початку жовтня цього року мають бути сформовані Правила повітряної експлуатації безпілотних повітряних суден в Україні. Зараз же на практиці експлуатанти БПЛА користуються в практичній діяльності такими регуляторними актами:

- Повітряний кодекс України (Постанова ВРУ № 3393-IV від 19.05.2011);
- Положення про використання повітряного простору України (Постанова КМУ №401 від 29.03.2002);
- Правила реєстрації цивільних повітряних суден в Україні (Наказ Міністерства інфраструктури України № 636 від 25.10.2012);
- Інструкція із складання заявок на використання повітряного простору під час планування відповідного виду діяльності (Наказ Міністерства оборони України та Міністерства транспорту та зв'язку України № 518/1063 від 14.10.2009).

Формування правил на ринку БПЛА є позитивною тенденцією, вимагає особливої уваги безпека як експлуатантів БПЛА, так і інших учасників повітряного простору, особливо із врахуванням стрімкого розвитку технологій. Існуючі пропозиції ДАС за складністю для власників дронів не сильно відрізняються від правил в ЄС і США. Хочеться бути впевненими, що процеси сертифікації пілотів і реєстрації БПЛА будуть максимально спрощені. А також буде максимальна простота та гнучкість дозвільної системи при роботі із класом 0, що особливо важливо у студентській науково-дослідній роботі.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, у дослідженні розглянуто основні існуючі класифікації БПЛА, проект відповідної національної класифікації, а також правила безпеки та інші законодавчі обмеження використання дронів в Україні, як сучасні, так і перспективні. В майбутньому після прийняття правил використання БПЛА в Україні та розвитку технологій проведені дослідження можна повторити для отримання результатів на новому етапі розвитку цієї предметної області.

1. Amazon Prime Air [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>.
2. Arjomandi, M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles, Mech Eng 3016 Aeronautical Engineering.
3. Castelvechi, D. Invasion of the Drones, Scientific American, v. 302 n. 3 (2010): 25-27.
4. How drones will change the world in the next 5 years [Електронний ресурс] // Business Insider. – September 25, 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://uk.businessinsider.com/the-drones-report-research-use-cases-regulations-and-problems-2017-9>.
5. Irizarry, J., Gheisari, M., Walker, BN., Usability Assessment of Drone Technology as Safety Inspection Tools, Journal of Information Technology in Construction – ISSN 1874-4753 ITcon Vol. 17 (2012): 194-212.
6. Meola A. Drone usage is thriving in these three U.S. states [Електронний ресурс] / Andrew Meola // Business Insider. – April 15, 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.businessinsider.com/drone-usage-is-thriving-in-these-three-us-states-2016-4>.
7. The drones report: Market forecasts, regulatory barriers, top vendors, and leading commercial applications [Електронний ресурс] // Business Insider. – June 10, 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://uk.businessinsider.com/uav-or-commercial-drone-market-forecast-2015-2>.
8. Классификация дронов (летающих) [Електронний ресурс]. – 31.07.2015 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mforum.ru/news/article/113492.htm>.
9. Корченко А. Г. Обобщённая классификация беспилотных летательных аппаратов / А. Г. Корченко, О. С. Ильяш // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. — 2012. — № 4. — С. 27-36.
10. Презентація концепції регулювання напряму безпілотних повітряних суден в Україні [Електронний ресурс]. – 28.04.2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.slideshare.net/SAAU2017/ss-75537904>.
11. Протистояння безпілотних технологій у небі Донбасу [Електронний ресурс] // Військовий навігатор України. – 08.2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://milnavigator.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9/>.