

DOI 10.26886/2311-4517.3(73)2026.3

УДК 338.45:005.591.6:629.7:332.146.2

**DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE ECOSYSTEM FOR THE
PRODUCTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES: PRODUCT
MANAGEMENT AND INDUSTRIAL PARKS AS MECHANISMS FOR
SCALING A NEW INDUSTRY**

Ruslana Zhovnovach, Doctor in Economics

<https://orcid.org/0000-0001-6758-3421>

e-mail: RuslanaZ1977@gmail.com

Central Ukrainian National Technical University, Ukraine, Kropyvnytskyi

Yuriy Demchenko, applicant

<https://orcid.org/0000-0001-8889-5360>

State Higher Educational Institution “Priazovsky State Technical University”,
Ukraine, Dnipro

An integrated approach to determining the essence and requirements for the development of an innovative ecosystem for the production of unmanned aerial vehicles (UAVs) as an open integrated environment, an integral multi-level socio-economic and organizational-technological system of adaptive interaction of production, scientific and technological, investment, institutional and infrastructure entities in the field of development of unmanned aircraft systems, which ensures the continuous creation, transfer, commercialization and scaling of innovative products by integrating knowledge, resources, production competencies and product management tools in a single environment of the industry value chain. Organizational, economic, and institutional problems of ensuring accelerated scaling, purposeful formation, and maintenance of a high level of competitiveness of UAV manufacturing are considered from the point of view of changing the emphasis from complex studies of technical issues of aircraft development to

strategic patterns of formation of their flow production as a new high-tech field of activity. The need to introduce a holistic theoretical and methodological approach to the use of industrial parks as a mechanism for scaling up UAV production, which would integrate product management tools, principles of functioning of innovation ecosystems and features of the development of nascent technological industries, is proved. It is argued that only an integrated approach to creating an industrial park model as an integrator of the innovation ecosystem of UAV production can ensure coordination of actions of participants in value chains, accelerate the innovation cycle, scale production, and increase the level of competitiveness of the industry. Attention is paid to the study of the functions of the industrial park as an infrastructure platform that can ensure the concentration of production capacities, the joint use of high-cost equipment, access to testing laboratories and certification centres, the development of cooperation between residents, and the reduction of logistics and transaction costs. The importance of using platform product management in combination with modular design, specialized production cooperation, digitalization of production processes and organization of the functioning of industrial parks as an infrastructural basis for ensuring a rapid transition to serial production of UAVs, reducing the cycle “development – production preparation – serial production”, reducing transaction and production costs, accelerating technology transfer and creation prerequisites for rapid scaling of production to industrial volumes

Key words: *industrial park, management of innovative development, nascent industry, unmanned aerial vehicles, ecosystem approach, product management, investment activity, economic development, competitiveness, scaling of production*

Руслана Жовновач, доктор економічних наук; Юрій Демченко, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти; Розвиток інноваційної екосистеми виробництва безпілотних літальних апаратів: продукт-менеджмент та індустріальні парки як механізми масштабування нової галузі / Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна, Кропивницький; ДВНЗ “Приазовський державний технічний університет”, Україна, Дніпро

Обґрунтовано комплексний підхід до визначення сутності та вимоги до розвитку інноваційної екосистеми виробництва безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як відкритого інтегрованого середовища, цілісної багаторівневої соціально-економічної та організаційно-технологічної системи адаптивної взаємодії виробничих, науково-технологічних, інвестиційних, інституційних та інфраструктурних суб'єктів у сфері розвитку безпілотних авіаційних систем (БПАС), яка забезпечує безперервне створення, трансфер, комерціалізацію та масштабування інноваційних продуктів шляхом інтеграції знань, ресурсів, виробничих компетенцій та інструментів продукт-менеджменту в єдиному середовищі галузевого ланцюга створення доданої вартості. Обґрунтовується необхідність запровадження цілісного теоретико-методичного підходу до використання індустріальних парків як механізму масштабування виробництва БПЛА, який би інтегрував інструменти продукт-менеджменту, принципи функціонування інноваційних екосистем та особливості розвитку зароджуваних технологічних галузей. Доводиться теза про те, що лише комплексний підхід до створення моделі індустріального парку як інтегратора інноваційної екосистеми виробництва БПЛА здатний забезпечити координацію дій учасників ланцюгів формування вартості, прискорити інноваційний цикл,

масштабувати виробництво та підвищити рівень конкурентоспроможності галузі.

***Ключові слова:** індустриальний парк, управління інноваційним розвитком, зароджувала галузь, безпілотні літальні апарати, екосистемний підхід, продукт-менеджмент, інвестиційна діяльність, економічний розвиток, конкурентоспроможність, масштабування виробництва*

Вступ. Стрімкий розвиток технологій безпілотних літальних апаратів (БПЛА) сприяє формуванню нової високотехнологічної галузі, яка характеризується інноваційною динамікою, короткими продуктовими циклами та зростаючими вимогами до швидкості комерціалізації й масштабування виробництва. За таких умов конкурентоспроможність виробників визначається не стільки рівнем технологічної досконалості продукції, а передовсім, ефективністю організаційно-економічних механізмів, що забезпечують координацію інноваційної діяльності, інтеграцію учасників виробничого процесу та розвиток виробничої інфраструктури. Нажаль, зосередженість теоретичних досліджень та практичних розробок переважно на технічних аспектах проєктування, конструювання та експлуатації БПЛА залишають поза увагою питання розвитку інноваційних екосистем виробництва, масштабування високотехнологічного виробництва, використання інструментів продукт-менеджменту та індустриальних парків як організаційно-економічних механізмів становлення галузі. Формування конкурентоспроможної галузі виробництва БПЛА потребує переходу від локальної оптимізації окремих технологічних процесів до системного управління повним життєвим циклом продукту, розвитку виробничої кооперації, локалізації ланцюгів створення доданої вартості та інтеграції науково-технологічного, виробничого й інституційного потенціалу. Принагідно для цього використовувати комплексні механізми, що здатні

забезпечити концентрацію виробничих, технологічних, кадрових та інвестиційних ресурсів, розвиток спеціалізації й кооперації підприємств, у підсумку – скорочення трансакційних витрат між учасниками інноваційного процесу. У цьому контексті продукт-менеджмент та індустріальні парки доцільно розглядати як взаємодоповнювальні механізми розвитку інноваційної екосистеми, здатні забезпечити прискорене масштабування виробництва, підвищення його ефективності та зміцнення конкурентних позицій нової високотехнологічної галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд новітніх публікацій дослідників сфери БПЛА свідчить, що їх переважна більшість присвячена технічним аспектам проєктування, конструювання, удосконалення льотно-технічних характеристик (тривалість польотів, акумулятори, типи сенсорів), автономної навігації, систем керування (пілотне управління, утримання позиції GPS, навігація по точках маршруту), штучного інтелекту (програмне забезпечення для планування місій, комп'ютерний зір як засіб інтелектуального відстеження динамічних цілей), системам зв'язку (радіочастотні технології, стільниковий зв'язок, супутниковий зв'язок), технологіям міждронової координації, композитних матеріалів, енергетичних систем та інтеграції сучасних цифрових технологій. Найбільший дослідницький кластер охоплює вибір платформ (квадро/гекса/октокоптери, фіксовані крила, гібриди), координацію рою дронів, алгоритми планування траєкторії, навчання з підкріпленням для прийняття рішень, методи об'єднання датчиків, системи запобігання зіткненням та архітектури керування польотом. Ця концентрація відображає як технічну складність, так і критичну важливість для безпеки експлуатації та розвитку можливостей. Значна увага приділяється стільниковому зв'язку 5G/6G [1], архітектурам інтернету дронів, протоколам зв'язку для кількох

БПЛА та системам ретрансляції командування та управління, що керуються вимогами експлуатації за межами візуальної лінії видимості (BVLOS). Ще один важливий напрям досліджень – методології дистанційного зондування, моніторинг здоров'я сільськогосподарських культур, обстеження дикої природи та системи управління відходами. Недостатньо представленими сферами досліджень є: страхування, відповідальність та економічне моделювання (аналіз витрат і вигод, дослідження витрат життєвого циклу, розробка страхової системи після різних випадків поставки), конфіденційність та етичні рамки використання БПЛА, сприйняття окремою особою та соціальне сприйняття (дослідження впливу шуму, довіри громади або детермінант громадського сприйняття), розширення напрямів цивільного застосування, креативним та комерційним застосуванням, етичним принципам та регуляторним рамкам використання БПЛА.

Слід констатувати, що у для практичного масштабування виробництва недостатнім є вивчення та демонстрація виключно або переважно технічних можливостей БПЛА. Сьогодні у академічних дослідженнях фактично відсутній ретельний економічний аналіз, що передбачає прискіпливе оцінювання доцільності виробництва та вартості життєвого циклу експлуатації цієї високотехнологічної продукції. Економічним аспектам проблеми присвячено дослідження *Borghetti at al.* [2], що зосереджено на аспектах забезпечення безперебійного функціонування ланцюгів комерційних міських поставок за активного використання БПЛА. В роботі проводиться всебічний фінансовий аналіз та оцінювання переваг для компанії, яка надаватиме таку транспортну послугу. Дослідження є рідкісним винятком завдяки своєму детальному моделюванню та аналізу вартості системи доставки. Однак більшості областей бракує точних економічних розрахунків, без

яких рішенням про інвестування у виробництво не вистачає достатнього емпіричного обґрунтування.

Водночас стратегічні організаційно-економічні засади формування конкурентоспроможної галузі виробництва БПЛА залишаються недостатньо дослідженими. Обмеженість полягає у вкрай низькій кількості досліджень, що присвячені питанням вивчення закономірностей становлення виробництва БПЛА як нової високотехнологічної промислової галузі, що потребує формування власної інноваційної екосистеми, виробничої інфраструктури, механізмів кооперації та інституційної підтримки, недостатній увазі до комплексних досліджень дотичних організаційно-економічних механізмів масштабування виробництва, організації міжфірмової кооперації, розвитку виробничих кластерів, формування ланцюгів створення вартості, локалізації виробництва компонентів, управління технологічною спеціалізацією підприємств. Точкове виключення складає публікації вітчизняних науковців Д. Бугайка, М. Григорак, Л. Смоляр, О. Запорожця [3]. У своєму дослідженні вони обґрунтовують необхідність створення авіаційної “інноваційної екосистеми” в Україні, наголошують на необхідності впровадження оновлених бізнес-моделей, використанні нових можливостей для досягнення цілей сталого розвитку у світі, де ресурси дедалі більше обмежені. Розглядаються питання забезпечення “подвійного переходу” на впровадження “зеленої” і цифрової трансформації в кількох сферах діяльності. Автори вважають, що для створення інноваційної екосистеми з використанням наявних інтелектуальних та інфраструктурних можливостей необхідно об’єднати зусилля провідних дослідницьких установ, активно посилювати міжнародну співпрацю, що здатне привести до інтенсивного розвитку “фабрик” ідей та інновацій, підтримки навчання, інкубації та зростання стартапів, пришвидшеного формування мікро- та малих

високотехнологічних підприємств та виведення їхньої продукції на світові та регіональні ринки, удосконалення механізмів взаємодії команд стартапів з венчурними фондами та інвестиційними компаніями.

Констатуємо, що попри зростання ролі індустріальних парків у розвитку високотехнологічних виробництв, у сучасній науці відсутній цілісний теоретико-методичний підхід до їх використання як механізму масштабування виробництва БПЛА, який би інтегрував інструменти продукт-менеджменту, принципи функціонування інноваційних екосистем та особливості розвитку зароджуваних технологічних галузей. Саме комплексний підхід до створення моделі індустріального парку як інтегратора інноваційної екосистеми виробництва БПЛА здатний забезпечити координацію дій учасників ланцюгів формування вартості, прискорити інноваційний цикл, масштабувати виробництво та підвищити рівень конкурентоспроможності галузі.

Метою статті є обґрунтування концептуальних засад розвитку інноваційної екосистеми виробництва БПЛА як зароджуваної галузі шляхом визначення ролі продукт-менеджменту та індустріальних парків у формуванні механізмів масштабування, кооперації учасників ринку та підвищення конкурентоспроможності високотехнологічної діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сформулюємо пілотне визначення інноваційної екосистеми (ІНЕС) виробництва БПЛА як відкритого інтегрованого середовища, цілісної багаторівневої соціально-економічної та організаційно-технологічної системи адаптивної взаємодії виробничих, науково-технологічних, інвестиційних, інституційних та інфраструктурних суб'єктів у сфері розвитку безпілотних авіаційних систем (БПАС), яка забезпечує безперервне створення, трансфер, комерціалізацію та масштабування інноваційних продуктів шляхом інтеграції знань, ресурсів, виробничих компетенцій та інструментів продукт-менеджменту в єдиному середовищі глобального

ланцюга створення доданої вартості. При цьому діяльність пов'язаних між собою (афілійованих) виробництв, науково-дослідних установ, закладів вищої освіти, стартапів, інвесторів, державних інституцій, індустріальних парків, постачальників технологій і компонентів, а також кінцевих споживачів БПЛА координується на засадах продуктового управління, відкритих інновацій та мережевої кооперації і має за мету скорочення циклу розроблення, локалізації, технологічного масштабування виробництва, його швидкої адаптації до змін ринку й технологій та забезпечення конкурентоспроможності галузі. Повний життєвий цикл створення БПАС охоплює етапи від генерації технологічної ідеї, розроблення продукту до серійного виробництва БПЛА з обов'язковим забезпеченням вимог комерціалізації, масштабування та інтеграції до складу багатоланкових ланцюгів створення вартості високотехнологічної продукції.

Організаційно-економічні та інституційні проблеми забезпечення прискореного масштабування, цілеспрямованого формування і підтримки високого рівня конкурентоспроможності виготовлення БПЛА полягають у тому, що центральною науковою проблемою є не технічні питання розробки літальних апаратів, а стратегічні закономірності становлення їх потокового виробництва як нової високотехнологічної галузі діяльності.

При цьому організаційні проблеми описуються:

– фрагментарністю ІНЕС, відсутністю ефективною координації між виробниками, постачальниками компонентів, науковими установами, закладами вищої освіти, випробувальними центрами, інвесторами та державними інституціями, що ускладнює швидке поширення технологій і масштабування виробництва. Якщо розглядати проблему фрагментарності ІНЕС як результат відсутності інтегрованого організаційно-економічного механізму координації взаємодії її учасників,

такий механізм може виступати у вигляді поєднання продукт-менеджменту (забезпечує стратегічну координацію розвитку продукту, управління його життєвим циклом і синхронізацію інноваційної діяльності) та індустріального парку (створює інституційну та виробничу основу для концентрації ресурсів, розвитку кооперації, локалізації ланцюгів створення вартості й зниження трансакційних витрат). З точки зору сучасних концепцій ІНЕС, мережевого управління (network governance), відкритих інновацій та розвитку зароджуваних галузей, подолання фрагментарності потребує узгодженого та одночасного: формування інтегратора ІНЕС (у вигляді спеціалізованого індустріального парку, галузевого координаційного центру, технологічного кластера, галузевої асоціації, державної агенції розвитку); переходу до продуктового управління ІНЕС зі специфічними функціями (визначення єдиних технологічних пріоритетів, управління продуктовими платформами, координацією R&D, синхронізацією виробничих програм, забезпеченням швидкого зворотного зв'язку від користувачів); використання індустріального парку як координаційної платформи, організаційно-економічного механізму координації ІНЕС з метою скорочення трансакційних витрат між учасниками; формування повного ланцюга створення вартості “фундаментальні дослідження – прикладні дослідження – конструювання – програмне забезпечення – виробництво компонентів – складання – випробування – сертифікація – сервіс – модернізація”, стандартизації та модульності з метою усунення фрагментарності несумісних технічних рішень, що виступає акселератором прискореного масштабування; розвитку виробничої кооперації учасників мережі спеціалізованих виробників компонентів БПЛА з метою скорочення циклу виробництва; цифрової інтеграції учасників з метою швидкого поширення технологічних знань;

– недостатнім рівнем розвитку міжгалузевої виробничої кооперації між спеціалізованими виробниками продукції та надавачами послуг у сферах авіабудування, електроніки, матеріалознавства, програмної інженерії, телекомунікацій, систем керування та інших напрямів діяльності, що у підсумку суттєво знижує ефективність перебігу виробничих процесів і збільшує час виходу нових продуктів. Подолання цього недоліку потребує переходу до мережевої моделі ІНЕС, у межах якої продукт-менеджмент забезпечує координацію повного життєвого циклу продукту, а індустріальні парки виконують функцію організаційно-інфраструктурної платформи для інтеграції виробників компонентів, інжинірингових компаній, наукових установ, сервісних організацій та кінцевих користувачів. Створення цифрової платформи взаємодії передбачає спільне управління конструкторською документацією, цифровий супровід виробництва, управління змінами конструкції, планування виробничої кооперації, моніторинг виконання замовлень. Окрім цього, передбачається формування галузевого ланцюга створення вартості, інтеграція надавачів послуг (операторів БПЛА, сервісні компанії, навчальні центри, підприємства технічного обслуговування, організації, що здійснюють випробування, розробники спеціалізованого програмного забезпечення) у продуктивний цикл. Модель сприяє розвитку спеціалізації, поглибленню виробничої кооперації, скороченню транзакційних витрат, прискоренню обміну знаннями та технологіями, а також зменшенню тривалості циклу розроблення і серійного освоєння нових продуктів;

– відсутністю механізмів швидкого переходу до серійного виробництва, що призводить до труднощів під час масштабування діяльності до промислових обсягів через нестачу стандартизованих процесів, інфраструктури, систем управління якістю та виробничих потужностей, навіть у випадку успішного

створення дослідних або малих партій високотехнологічних виробів. Швидкий перехід до серійного виробництва БПЛА, скорочення циклу “розроблення – підготовка виробництва – серійний випуск”, зниження трансакційних і виробничих витрат, прискорення трансферу технологій та створення передумов для швидкого масштабування виробництва до промислових обсягів може бути забезпечено поєднанням платформного продукт-менеджменту, модульного проєктування, спеціалізованої виробничої кооперації, цифровізації виробничих процесів та індустріальних парків як інфраструктурної основи розвитку ІНЕС;

– недосконалість продукт-менеджменту як інструменту стратегічного управління повним життєвим циклом виробу, продуктовим портфелем та конкурентною комерціалізацією. Подолання недосконалості вбачається у запровадженні управління продуктовими платформами, що передбачає використання уніфікованих модулів, компонентів, програмного забезпечення та технологічних рішень, формування спеціалізованої виробничої кооперації, цифровізації виробничих процесів, інтеграції сервісного циклу у процес розроблення, розвиток кадрового забезпечення, і таким чином дозволяє створювати декілька модифікацій продукції на єдиній технологічній основі. Це скорочує тривалість проєктування, знижує виробничі витрати та прискорює освоєння серійного виробництва;

– обмеженістю інфраструктури підтримки, що пов’язується з відсутністю усталеної практики інтегрування в єдину систему сукупності індустріальних парків, спільних виробничих центрів, лабораторій, цифрових платформ взаємодії, інжинірингових центрів, сервісів підтримки виробничої кооперації, технологічних центрів, випробувальних полігонів, центрів сертифікації та інших

елементів інноваційної інфраструктури підтримки виробництва. Індустріальний парк у випадку виробництва БПЛА повинен виконувати функцію інфраструктурної платформи, яка забезпечує концентрацію виробничих потужностей, спільне використання високовартісного обладнання, доступ до випробувальних лабораторій і центрів сертифікації, розвиток кооперації між резидентами, скорочення логістичних і трансакційних витрат.

Одночасно, специфічними економічними проблемами розвитку сфери виробництва БПЛА виступають:

- висока капіталомісткість масштабування переходу від прототипування до серійного виробництва, що потребує значних інвестицій у виробничі потужності, обладнання, автоматизацію, цифровізацію виробництва, сертифікацію та контроль якості;

- недостатній розвиток локальних ланцюгів створення вартості, високий ступінь залежності виробників від імпортних компонентів, що підвищує собівартість продукції, збільшує логістичні ризики та знижує резильєнтність виробництва;

- обмежений доступ до довгострокового інвестування, що пояснюється високими ризиками та тривалим періодом окупності – суттєвими обмеженнями можливостей залучення приватного капіталу та банківського фінансування;

- низький рівень економії від масштабу дрібносерійного виробництва, що негативно впливає на конкурентоспроможність продукції;

- високі трансакційні витрати в умовах, коли відсутність сформованих виробничих екосистем збільшує витрати на пошук постачальників, координацію робіт, логістику, укладання контрактів та контроль виконання зобов'язань.

Вирішення специфічних економічних проблем у вигляді економічного стимулювання кооперації у сфері виробництва БПЛА в системі індустріальних парків передбачає кількісне збільшення і запровадження спільного фінансування R&D, державних грантів та цільових програм, прискореної амортизації виробничого обладнання, пільгового кредитування виробників, податкових та митних стимулів, спільних інвестиційних фондів, механізмів державно-приватного партнерства, зменшення або скасування мит на імпорт комплектуючих, які не виробляються в країні, локалізації виробництва електроніки, двигунів, систем зв'язку та навігації, підтримки підприємств, що виробляють критично важливі комплектуючі, зменшення залежності від імпортних постачальників, чіткого регулювання використання БПЛА, розширення ринків збуту за рахунок використання державного оборонного замовлення, підтримки експорту, розвитку цивільного застосування БПЛА (аграрний сектор, логістика, енергетика, моніторинг інфраструктури, рятувальні служби), розвитку кооперації засобами створення виробничих кластерів, співпраці між малими інноваційними компаніями та великими підприємствами, інтеграція у міжнародні виробничі ланцюги.

Окремою групою слід розрізняти інституційні чинники, які значною мірою визначають темпи розвитку галузі:

- відсутність комплексної промислової політики щодо розвитку виробництва БПЛА;
- недостатня інтеграція механізмів державної підтримки, індустріальних парків, інноваційних кластерів та інструментів стимулювання інвестицій;
- недосконалість механізмів трансферу технологій;

- дефіцит спеціалізованої інфраструктури для випробувань, сертифікації та стандартизації;
- обмежена взаємодія між цивільним і оборонним секторами у питаннях технологічного розвитку.

Удосконалення інституційного забезпечення здатне активно посприяти скороченню адміністративних бар'єрів, прискореному впровадженню інновацій, стрімкому підвищенню інвестиційної привабливості виробництва БПЛА, розширенню виробничих потужностей, зміцненню співпраці між державою, бізнесом і науковою спільнотою, підвищенню конкурентоспроможності виробників БПЛА на внутрішньому та міжнародному ринках.

До переліку недостатньо ґрунтовно осягнутих проблем мікроекономічного рівня використання БПЛА віднесемо:

- функціональний аналіз загальної вартості володіння БПЛА, включаючи амортизацію платформи, технічне обслуговування, страхування, навчання операторів та дотримання нормативних вимог;
- аналіз точки беззбитковості для операційних сценаріїв виготовлення безпілотних авіаційних систем (БПАС);
- порівняння економічної ефективності використання БПЛА з традиційними методами вирішення проблем у сфері цивільного застосування за реальних темпів експлуатації БПЛА;
- економічний вплив старіння технологій та циклів оновлення на перебіг процесів серійного виробництва.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Комплексний огляд технологій, особливостей застосувань та нормативно-правових баз використання цивільних БПЛА, синтез поточних досліджень в технічній, операційній та управлінській сферах дозволяє зробити висновок, що ця технологія знаходиться на важливому етапі

формування фундаментальних можливостей, справжній потенціал яких ще не розкрито. Перехід від експериментальних демонстрацій до використання в різних цивільних секторах демонструє технічну зрілість дронів, проте такі обмеження, як короткий термін служби батареї, чутливість до умов навколишнього середовища та складні нормативно-правові вимоги, все ще перешкоджають їх широкому впровадженню. Теоретики та практики, які розглядають проекти на базі БПЛА, визнають, що технічні можливості є необхідними, але недостатніми для успішного розгортання. Рання взаємодія з регуляторними органами, комплексне планування та реалістична оцінка економічної доцільності визначають, чи будуть запропоновані концепції перетворені на операційні системи, які забезпечують бажані переваги. Рівень розвитку технологій виробництва БПЛА сьогодні є довершеним до такої міри, що успіх чи невдача виробництва все більше залежить від цих нетехнічних, організаційно-економічних факторів, а не від технічних обмежень можливостей. Очікується, що майбутні системи БПЛА дедалі більше використовуватимуть передові комунікаційні інфраструктури, мережі 5G та новітні мережі 6G, щоб забезпечити швидкий обмін інформацією між апаратами та операторами, операції поза межами візуальної лінії та скоординовані системи взаємодії за участі кількох БПЛА. Одночасно, прогрес у створенні гібридних двигунів, використанні водневих паливних елементів та акумуляторів наступного покоління очікувано розширить тривалість польотів та дальність експлуатації за межі поточних обмежень. У сукупності ці розробки здатні перетворити БПЛА з обмежених, специфічних для конкретних завдань платформ на надійні, масштабовані високотехнологічні системи, що здатні забезпечити виконання ланцюгів та комплексів бізнес-операцій та фізичних процесів в значній кількості цивільних секторів сучасної економіки.

З іншої сторони, ключовою умовою швидкого розвитку галузі виробництва БПЛА є створення сучасної інституційної екосистеми, яка забезпечує ефективне регулювання, стабільне фінансування, координацію учасників ринку, розвиток інновацій та інтеграцію у світові технологічні й виробничі ланцюги.

Література:

1. Banafaa, M., Shayea, I., Din, J., Bin Azmi, M., Alashbi, A., Alashbi, D., & Alhammadi, A. (2022). 6G Mobile Communication Technology: Requirements, Targets, Applications, Challenges, Advantages, and Opportunities. *Alexandria Engineering Journal*, 64. DOI: 10.1016/j.aej.2022.08.017
2. Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., & Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14(3), 1766. DOI: 10.3390/su14031766
3. Bygayko, D., Hryhorak, M., Smoliar, L., & Zaporozhets, O. (2024). Creating an Innovative Ecosystem for the Development of Unmanned Aviation in Ukraine: Synergy Between Science and Industry. *Marketing of Scientific and Research Organizations*, 51(1):87-116. DOI:10.2478/minib-2024-0005

References:

1. Banafaa, M., Shayea, I., Din, J., Bin Azmi, M., Alashbi, A., Alashbi, D., & Alhammadi, A. (2022). 6G Mobile Communication Technology: Requirements, Targets, Applications, Challenges, Advantages, and Opportunities. *Alexandria Engineering Journal*, 64. DOI: 10.1016/j.aej.2022.08.017 [In English]

2. Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., & Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, no. 14(3), 1766. DOI: 10.3390/su14031766 [In English]

3. Bygayko, D., Hryhorak, M., Smoliar, L., & Zaporozhets, O. (2024). Creating an Innovative Ecosystem for the Development of Unmanned Aviation in Ukraine: Synergy Between Science and Industry. *Marketing of Scientific and Research Organizations*, no. 51(1), 87-116. DOI:10.2478/minib-2024-0005 [In English]

Citation: Ruslana Zhovnovach, Yuriy Demchenko (2026). DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE ECOSYSTEM FOR THE PRODUCTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES: PRODUCT MANAGEMENT AND INDUSTRIAL PARKS AS MECHANISMS FOR SCALING A NEW INDUSTRY. Frankfurt. TK Meganom LLC. Paradigm of knowledge. 3(73). doi: 10.26886/2520-7474.3(73)2026.3

Copyright Ruslana Zhovnovach, Yuriy Demchenko ©. 2026. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.