

Є.О. Нелін, В.В. Касьянов, В.В. Харів

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ПРОСТОРОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ БПЛА

Досліджено світовий досвід використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для просторового забезпечення територій. Виявлено їхні переваги у геодезії, сільському господарстві та навколишньому середовищі. Підкреслено роль БПЛА у вирішенні екологічних проблем, збереженні ресурсів та покращенні управління територіями. Використання геопросторових даних сприяє сталому розвитку та якості життя. Впровадження технологій БПЛА є ключовим для ефективного використання ресурсів у різних галузях, забезпечуючи подальші дослідження.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати (БПЛА), просторове забезпечення, геопросторові дані, екологічний моніторинг, території, галузі застосування, картографія, геодезія, управління територіями, моніторинг.

Постановка проблеми

Просторове забезпечення територій за допомогою сучасних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) має високу актуальність у сучасному світі. Зростання населення, розширення міських територій, потреба в ефективному контролі за земельними ресурсами та широкий спектр використання БПЛА надають цій технології незаперечні переваги.

Однією з головних переваг використання БПЛА є їхня здатність виконувати моніторинг територій з великою точністю та частотою. БПЛА можуть збирати дані з високою роздільною здатністю, що дозволяє отримувати детальну інформацію про стан земель, довкілля та інфраструктури. Це робить їх незамінними інструментами для вирішення різноманітних завдань, включаючи моніторинг забруднення, контроль за змінами використання земель, оцінку стану лісових ресурсів та багато інших напрямків.

Крім того, використання БПЛА є економічно ефективним. Порівняно з традиційними методами збору даних, вони можуть значно знизити витрати, зокрема вартість праці та засобів. Таким чином, використання БПЛА стає доступнішим для різних галузей, зокрема для дрібних аграрних підприємств, малих міст та організацій з обмеженими бюджетами.

БПЛА також дозволяють виконувати моніторинг у важкодоступних та небезпечних місцях, де використання людських ресурсів може бути обмежене або ризиковане. Наприклад, вони можуть бути використані для контролю за вулканічними зонами, стихійними лихами, зонами радіоактивного забруднення та іншими важливими об'єктами.

Для деяких галузей, таких як аграрний сектор, БПЛА допомагають вдосконалювати сільське господарство та підвищувати врожайність. Вони можуть бути використані для контролю за зрошувальними системами, виявлення шкідників та хвороб, оцінки стану ґрунтів і багато іншого. Інноваційні методи моніторингу, які надають БПЛА, допомагають збільшити ефективність виробництва та забезпечити стабільність у сільському господарстві.

Окрім цього, БПЛА можуть бути використані у сфері геологорозвідки, картографії та міського планування. Вони дозволяють створювати детальні та актуальні геопросторові дані, які допомагають управляти ресурсами та планувати розвиток територій з максимальною ефективністю.

Таким чином, використання сучасних БПЛА для просторового забезпечення територій має низку переваг, зокрема високу точність та регулярність моніторингу, економічну ефективність, можливість застосування у важкодоступних місцях та підвищення ефективності в різних галузях. Впровадження цих технологій може сприяти сталому розвитку та забезпеченню ефективного управління територіями для досягнення поставлених цілей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останніми роками просторове забезпечення територій за допомогою сучасних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) значно зростає в популярності та продовжує розвиватись. Це зумовлено високим потенціалом та низькими витратами на їх використання у порівнянні з традиційними методами просторового моніторингу.

Переваги використання БПЛА виявляються в багатьох аспектах.

По-перше, їх використання дозволяє отримувати детальні та високоякісні зображення з повітря, що важливо для моніторингу різних об'єктів та територій. Завдяки передовим камерам та сенсорам, БПЛА забезпечують високу роздільну здатність зображень, що дає змогу здійснювати детальний аналіз стану природних і антропогенних об'єктів.

По-друге, використання БПЛА є економічно ефективним рішенням. Вони забезпечують зниження витрат на моніторинг та збір даних порівняно зі звичайними літальними апаратами або іншими технічними засобами. [1-3] Витрати на підготовку і експлуатацію БПЛА набагато менше, а робота вимагає менше персоналу, що робить цей підхід більш зручним та доступним для різних організацій та дослідницьких груп.

По-третє, БПЛА дозволяють збільшити гнучкість та маневреність моніторингових дій. Вони можуть працювати в різних умовах, забезпечуючи збір даних навіть в труднодоступних або небезпечних місцях. Це особливо важливо для моніторингу надзвичайних ситуацій, екологічних збитків або природних катастроф.

БПЛА забезпечують можливість здійснювати моніторинг в реальному часі. Дані, зібрані БПЛА, можуть передаватись у режимі онлайн, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та приймати обґрунтовані рішення. [1, 5-6] Цей аспект має велике значення для галузей, які потребують швидкої реакції, наприклад, управління лісовим господарством, контроль за забрудненням водних ресурсів або виявлення лісових пожеж.

Використання сучасних БПЛА дозволяє досягати нових вершин у просторовому забезпеченні територій. Високоякісні зображення, економічна ефективність, гнучкість, можливість моніторингу в реальному часі - це лише деякі з переваг, які забезпечує використання БПЛА [4, 7]. За допомогою цих інноваційних технологій, науковці, організації та урядові структури можуть здійснювати більш точний, ефективний та стало спрямований просторовий моніторинг територій, що сприятиме сталому розвитку та збереженню навколишнього середовища.

Мета та завдання статті

Метою даної статті є дослідження міжнародного досвіду використання просторових засобів, зокрема безпілотних літальних апаратів (БПЛА), для просторового забезпечення територій у різних галузях та сферах застосування. БПЛА є потужним інструментом, який дозволяє отримувати детальну та актуальну інформацію про стан земель, довкілля та інфраструктури, що має низку переваг і може бути успішно використаною у багатьох галузях.

Для досягнення поставленої мети, в даному дослідженні обрані наступні завдання:

Провести аналіз міжнародного досвіду використання БПЛА для просторового забезпечення територій. Дослідити, як використання БПЛА допомагає вдосконалювати та автоматизувати процеси у багатьох сферах діяльності.

Виявити переваги використання БПЛА в геологорозвідці, картографії та міському плануванні. Дослідити, як ці технології допомагають створювати детальні та актуальні геопросторові дані, що забезпечують управління ресурсами та планування розвитку територій з максимальною ефективністю.

Розглянути використання БПЛА в сфері транспорту та логістики. Визначити, як БПЛА можуть допомагати в моніторингу дорожнього руху, контролі за транспортними магістралями, виконанні дрон-доставок та вирішенні логістичних викликів.

Дослідити можливості використання БПЛА для моніторингу навколишнього середовища та збереження природних ресурсів. Виявити, як БПЛА допомагають контролювати забруднення повітря, води та ґрунтів, виявляти зміни клімату та лісових ресурсів, та сприяють збереженню біорізноманіття.

Здійснити огляд відомих зарубіжних практик та досліджень, де успішно використовуються БПЛА для просторового забезпечення територій. Розглянути різноманітні застосування та успішні кейси, які можуть стати прикладами для впровадження у різних регіонах світу.

Сформулювати питання щодо оптимального впровадження систем просторового забезпечення з використанням БПЛА. Розглянути можливі виклики та перешкоди у впровадженні цих технологій, а також розробити рекомендації для ефективного та успішного застосування БПЛА у різних галузях.

Ці дослідження нададуть унікальний огляд переваг використання безпілотних літальних апаратів для просторового забезпечення територій у різних сферах застосування. Результати цього дослідження можуть бути корисними для різних організацій, дослідників та урядових структур, що зацікавлені в ефективному використанні цих інноваційних технологій для забезпечення сталого розвитку та управління територіями.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нижче представлений аналіз переваг застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у різних галузях та їх внесок у просторове забезпечення територій:

Галузь сільського господарства:

БПЛА забезпечують ефективний моніторинг сільськогосподарських культур, допомагаючи виявляти хвороби, шкідників та недостатні зрошення, що сприяє підвищенню врожайності та зниженню витрат на засів.

Зі збором даних з висоти, БПЛА дозволяють аналізувати стан ґрунтів, що сприяє оптимізації ґрунтового обробітку та добривних заходів [1].

Галузь картографії та геологічних досліджень:

БПЛА дозволяють збирати геопросторові дані з високою роздільною здатністю для створення актуальних карт та моделей територій.

Вони забезпечують більш швидкий та ефективний збір геологічної інформації, що полегшує розвідку корисних копалин та мінеральних ресурсів [2-4].

Міське планування та інфраструктура:

БПЛА дозволяють здійснювати огляди міських територій для виявлення потенційних проблем у плануванні розвитку міст.

Зі збором даних про стан доріг та інфраструктури, дрони допомагають знизити ризики аварій та забезпечують ефективніше управління міськими ресурсами.

Сільська та лісова діяльність:

БПЛА використовуються для моніторингу лісів, виявлення забруднень та лісових пожеж, що сприяє збереженню природних ресурсів та запобігас знищенню лісового покриву.

Зі збором даних про стан сільських територій, БПЛА допомагають забезпечити більш ефективне використання земель та ресурсів.

Транспорт та логістика:

Використання БПЛА допомагає визначати оптимальні маршрути для транспорту та логістичних операцій, що знижує час та витрати перевезень.

Надзвичайні ситуації та рятувальні операції:

БПЛА забезпечують збір даних у важкодоступних та небезпечних місцях, що допомагає реагувати на надзвичайні ситуації та координувати рятувальні операції.

Загалом, використання безпілотних літальних апаратів надає багато переваг у різних галузях та допомагає оптимізувати процеси, знижувати витрати та покращувати ефективність виробництва та управління ресурсами. Впровадження цих технологій є ключовим для розвитку сучасних технологічних рішень та сталого розвитку суспільства [5].

Нижче наведений перелік країн, які вже успішно використовують БПЛА і у яких галузях:

США:

Є лідером у сфері використання БПЛА в різних галузях. Вони успішно використовують БПЛА у військових операціях для здійснення розвідки, надання повітряної підтримки та виконання спеціальних місій. Також, БПЛА використовуються для моніторингу кордонів, контролю надзвичайних ситуацій та пожеж, а також у сільському господарстві для збору даних про стан сільських територій та врожайності.

Китай:

Також активно впроваджує технологію БПЛА і займає визначне місце у виробництві та застосуванні цих апаратів. Вони успішно використовують БПЛА у галузі військової техніки, а також в аграрному секторі для підвищення ефективності сільського господарства та моніторингу земельних ресурсів [6-7].

Ізраїль:

Відомий своїми розробками у галузі військових БПЛА. Вони стали одними з перших у використанні дронів для здійснення розвідки, атак та досліджень на різних фронтах. [2] Їхні БПЛА також використовуються для моніторингу прикордонних зон та допомоги під час надзвичайних ситуацій.

Німеччина:

Застосовує БПЛА в галузі транспорту та логістики. Вони успішно використовують дрони для доставки товарів, моніторингу транспортних потоків та інфраструктури, а також для моніторингу лісових ресурсів та контролю забруднення довкілля.

Японія:

Використовує БПЛА для моніторингу лісів та виявлення лісових пожеж. Також, вони успішно впроваджують БПЛА в аграрний сектор для контролю зрошення, розвідки сільських територій та збору даних про врожайність.

Ці приклади свідчать про широкий спектр застосування БПЛА у різних країнах світу. Використання безпілотних літальних апаратів допомагає цим країнам здійснювати більш точний та ефективний моніторинг, підвищувати безпеку, знижувати витрати та сприяти сталому розвитку різних галузей [3-5].

Оптимальне впровадження систем просторового забезпечення з використанням БПЛА вимагає глибокого аналізу, планування та вирішення ряду викликів та перешкод. Нижче розглянуто детальніше рішення та рекомендації щодо ефективного та успішного застосування БПЛА у різних галузях:

Вибір підходящих технологій та обладнання: Відповідно до конкретних потреб просторового моніторингу в різних галузях, необхідно обрати відповідні технології та обладнання для БПЛА. Це включає вибір високоякісних камер, сенсорів, геолокаційних систем та іншого обладнання, що забезпечує потрібний функціонал та вимоги для збору даних [2-3].

Врахування правових та регуляторних аспектів: Перед впровадженням БПЛА для просторового моніторингу необхідно детально вивчити правові обмеження, ліцензійні вимоги та регуляторні вимоги щодо використання дронів у відповідній країні чи регіоні. Забезпечення дотримання законодавства є важливим етапом у запровадженні БПЛА.

Забезпечення безпеки: Безпека є однією з головних перешкод у впровадженні БПЛА.

Необхідно розробити протоколи та процедури для забезпечення безпеки польотів, уникнення аварій та забезпечення безпечного взаємодії БПЛА з людьми та іншими повітряними апаратами.

Навчання та сертифікація персоналу: Ефективне використання БПЛА вимагає професійного навчання та сертифікації персоналу, який здійснює польоти та обробку отриманих даних. Це допоможе забезпечити компетентність та надійність у використанні БПЛА.

Обробка та аналіз даних: Збір даних БПЛА може бути інтенсивним та генерувати великий обсяг інформації. Для ефективного використання цих даних необхідно розробити ефективні методи обробки та аналізу, які допоможуть отримати цінні знання та інсайти для прийняття рішень [4].

Вартість та ефективність: Оптимальне впровадження БПЛА передбачає аналіз вартості та ефективності застосування цих технологій у порівнянні з традиційними методами моніторингу. Дослідники повинні здійснити оцінку вартості, переваг та можливостей для економічної вигоди.

Співпраця та партнерство: Впровадження БПЛА для просторового моніторингу може вимагати співпраці та партнерства з різними стейкхолдерами, такими як організації, урядові структури, дослідницькі групи та інші. Важливо створити сприятливий екосистему для спільної роботи та обміну даними [6].

Перспективи розвитку: При впровадженні БПЛА варто враховувати перспективи та тенденції розвитку цієї технології. Технологія БПЛА постійно удосконалюється, і необхідно розглянути майбутні можливості та переваги для впровадження у різних галузях.

Екологічні та соціальні впливи: Перед впровадженням БПЛА слід врахувати можливі екологічні та соціальні впливи. Дослідження повинні бути проведені для визначення потенційних впливів на навколишнє середовище та суспільство та вироблення заходів для мінімізації негативного впливу [7].

Оптимальне впровадження БПЛА для просторового забезпечення територій є складним завданням, яке вимагає інтегрованого підходу, співпраці між різними стейкхолдерами та врахування різних аспектів технології та її застосування. За правильного підходу, БПЛА можуть стати потужним інструментом для просторового моніторингу у різних галузях, сприяючи сталому розвитку, ефективному управлінню ресурсами та забезпеченню безпеки та екологічної стійкості.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Таким чином, використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для просторового

забезпечення територій має низку переваг, які можуть сприяти ефективному впровадженню та успішному застосуванню у різних галузях. За допомогою БПЛА можна забезпечити точний та швидкий збір геопросторової інформації, яка є необхідною для моніторингу, планування та управління територіями.

Однією з ключових переваг використання БПЛА є їхня здатність працювати у важкодоступних або небезпечних зонах, де людський доступ обмежений. Вони можуть проводити інспекції складних інфраструктурних споруд, контролювати лісові масиви та інші важливі території, де традиційні методи моніторингу могли бути обмежені або неможливі.

БПЛА також дозволяють збирати дані з великою точністю та деталізацією, що є необхідним для різних досліджень, планування містобудування, аграрного сектору, лісового господарства, геологічних досліджень та інших галузей. Це дозволяє ефективно аналізувати зміни в ландшафтах, розпізнавати вплив людської діяльності на навколишнє середовище та забезпечувати належне управління ресурсами.

Однак, впровадження систем просторового забезпечення з використанням БПЛА може зустрічати певні виклики та перешкоди. Найбільш поширеними є питання щодо безпеки польотів, дотримання правових та регуляторних вимог, забезпечення навчання та сертифікації персоналу, а також вартість впровадження та ефективність в порівнянні з іншими методами моніторингу.

Рекомендації для ефективного та успішного застосування БПЛА у різних галузях включають:

Ретельний аналіз потреб та вимог для просторового моніторингу в кожній конкретній галузі.

Врахування правових та регуляторних аспектів перед впровадженням систем БПЛА.

Забезпечення навчання та сертифікації персоналу для безпечного та компетентного використання БПЛА.

Оцінка вартості та ефективності впровадження систем БПЛА порівняно з традиційними методами моніторингу.

Співпраця та партнерство з різними стейкхолдерами для успішної інтеграції БПЛА в різні галузі.

Врахування екологічних та соціальних впливів перед впровадженням БПЛА.

Усі ці заходи сприятимуть ефективному та успішному впровадженню систем просторового забезпечення з використанням БПЛА, що допоможе досягти кращих результатів у просторовому моніторингу та плануванні територій у різних галузях. Перспективи використання БПЛА для просторового забезпечення територій є дуже великі,

оскільки ці технології постійно удосконалюються та розвиваються, що створює нові можливості для досліджень, управління територіями та розвитку різних галузей.

References

1. Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>
2. Manoj, K., Dilip, J., Bikram, J. (2022). Applications of Drones in Agriculture: Status and Scope : A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(6), 2450-2457. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10549.96480/1>
3. Manfreda, S., McCabe, M. F., Miller, P. E., Lucas, R., Pajuelo Madrigal, V., Mallinis, G., ... & Ben Dor, E. (2018). On the use of unmanned aerial systems for environmental monitoring. *Remote Sensing*, 10(4), 641. <https://doi.org/10.3390/rs10040641>
4. Anderson, K., & Gaston, K. J. (2013). Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 138-146. <http://dx.doi.org/10.2307/23470549>
5. James, M. R., & Robson, S. (2014). Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: Accuracy and geoscience application. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 119(4), 562-585. <http://dx.doi.org/10.1029/2011JF002289>
6. Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied Geomatics*, 6(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>
7. Colomina, I., & Molina, P. (2017). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS*

Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115, 1-18. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2014JPRS...92...79C/doi:10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013

Рецензент: доктор економічних наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: НЕЛІН Євген Олександрович
аспірант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - zhkanelin@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8224-3062>

Автор: КАСЬЯНОВ Володимир Володимирович
доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail - volodymyr.kasyanov@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3506-5982>

Автор: ХАРІВ Владислав Вікторович
магістрант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail - kostia.mamonov2017@gmail.com

SPATIAL PROVISION OF TERRITORIES WITH MODERN UAVS

E. Nelin, V. Kasyanov, V. Khariv

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The research endeavor embarks on a rigorous and exhaustive exploration of the widespread and intricate employment of unmanned aerial vehicles (UAVs) as avant-garde instruments, orchestrating an all-encompassing spatial dominion across an eclectic array of territories. This scholarly pursuit unfurls a tapestry of multifaceted applications spanning the domains of geodesy, agriculture, and the environment, painting a vivid portrait of UAVs' versatility and adaptability in diverse contexts.

Of pivotal and paramount significance is the prominent and transformative role that UAVs ingeniously assume, deftly navigating the labyrinthine maze of ecological conundrums, safeguarding and stewarding precious and finite resources, while concurrently effectuating an elevation in the realms of territorial governance and administration. The crux of their impact lies in their consummate proficiency in assimilating and harnessing the wealth of geospatial data, standing as a beacon illuminating the path toward sustainable advancement and a heightened echelon of the human experience.

The fulcrum around which this paradigmatic shift pivots is the seamless and harmonious convergence of UAV technologies, emerging as the veritable cornerstone facilitating the judicious allocation of resources across a heterogeneous spectrum of industries. This intricate interplay not only synergizes operational efficacy but also engenders a profound and harmonious fusion of sectors, fomenting a fertile crucible for the perpetuation of ceaseless innovation within this dynamic and kinetic domain.

In a swiftly evolving milieu underscored by the relentless march of technology, this comprehensive and erudite inquiry resonates as an unequivocal and resonant paean to the transformative prowess inherent in UAV deployment. With an unwavering clarion call, it delineates the indispensable, irreplaceable, and seminal role that UAVs occupy in the panoramic tapestry of the modern global landscape, unequivocally cementing their status as unequivocal vanguards of progress, catalyzing innovation and heralding a new era of limitless possibilities.

Keywords: unmanned aerial vehicles (UAVs), spatial coverage, geospatial data, ecological monitoring, territories, application sectors, cartography, geodesy, territorial management, monitoring.