Московченко Данило Сергійович, аспірант

Запорізький національний університет , м. Запоріжжя

ORCID: 0009-0003-2342-6813

Бабін Владислав Ігорович, аспірант

Запорізький національний університет , м. Запоріжжя

ORCID: 0009-0008-4210-7603

**Інтеграція безпілотних літальних апаратів у будівельний процес: Порівняння традиційних методів і сучасних ІННОВАЦІЙНИХ технологій**

У будівельній галузі існує нагальна потреба у підвищенні ефективності, точності та безпеки будівельного процесу. Традиційні методи, засновані на використанні наземного геодезичного обладнання, вимагають значних витрат часу і трудових ресурсів, а людський фактор часто призводить до помилок при зборі та обробці даних.

Використання сучасних технологій в будівельному комплексі надасть можливість ефективніше відновлювати інфраструктуру ушкоджених міст, пришвидшити та/або реанімувати розвиток будівельної сфери, що, в свою чергу допоможе розвинути інші сфери економіки країни. Тому існує необхідність у використанні інноваційних технологій, а саме безпілотних літальних апаратів.

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) здебільшого виконує інформаційну функцію – допомагають проводити аналітику будівельних робіт, наприклад контроль якості, геодезична зйомка, тощо. З кожним днем область їх застосування тільки розширюється.

Інтеграція БПЛА у будівництво почалася в 2010-х роках з простої аерофотозйомки, але швидко перетворилася на інтегровані комплексні рішення. Сучасні дрони оснащені потужними камерами і сенсорами та інтегровані з передовим програмним забезпеченням, таким як географічні інформаційні системи (ГІС), інформаційне моделювання будівель (BIM) і фотограмметрія. Це дозволяє створювати високоточні 3D-моделі будівельних проектів і проводити детальний аналіз даних.

Статистичні дані підтверджують ефективність впровадження БПЛА: галузь демонструє зростання використання дронів на 239%. Процеси, які раніше займали два-три тижні, тепер можна завершити за один-чотири дні, а витрати скоротилися більш ніж на 75%. З огляду на те, що щороку на будівельних майданчиках трапляється понад 600 000 нещасних випадків. Вартість нещасних випадків на будівництві в США перевищує 1 трильйон доларів США. Особливого значення набуває впровадження безпілотників у сектор безпеки будівництва.

Дослідження показало, що БПЛА мають широкий спектр застосування в будівельній галузі. Найпоширенішим застосуванням є фотофіксація ходу будівництва (55 компаній), далі йде створення рекламних зображень (32 компанії) та візуальний контроль процесу будівництва (31 компанія). Також активно використовуються геодезична зйомка (21 компанія) та фіксація поточного стану будівель (20 компаній). Серед інших застосувань - охоронне відеоспостереження, 3D-моделювання, контурне картографування місцевості та фотограмметрія.

У порівнянні з традиційними методами, БПЛА пропонують значні переваги, такі як підвищення точності вимірювань, скорочення робочого часу, зниження витрат і підвищення безпеки працівників завдяки можливості працювати у важкодоступних небезпечних зонах. Технологія дозволяє своєчасно виявляти дефекти та відхилення від проектної документації, що сприяє підвищенню якості та довговічності конструкцій.

Для подальшого розвитку цієї технології необхідно вирішити низку проблем, включаючи розробку нормативно-правової бази, створення спеціалізованого програмного забезпечення та підготовку кваліфікованих фахівців. Успішне вирішення цих завдань дозволить максимально використати потенціал БПЛА в будівельній галузі та зробити будівельні роботи більш ефективними, безпечними та якісними.

Отже, аналізуючи закордонний досвід використання БПЛА у будівництві та проєктуванні будівель та споруд, можна зробити висновки, що повністю автоматизовані системи можуть зменшити витрати праці з моніторингу під час зведення. Крім того, їх використання дозволяє виявляти порушення на будмайданчику, контролювати складування, зберігання та перевезення будівельних матеріалів. Інформація з дрону обробляється автоматично, замовник може швидко отримувати данні з будмайданчика.

**Література**

1. Mohylnyi, S., Khainus, D., & Vynohradenko, S. (2024). Analysis of the accuracy of cadastral surveys using UaVs. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, *9*(1). <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-1-24>

2. Choi, H., Kim, H., Kim, S., & Na, W. S. (2023). An Overview of Drone Applications in the Construction Industry. *Drones, 7*(8), 515. <https://doi.org/10.3390/drones7080515>

3. Eschmann, C., Kuo, C. M., Kuo, C. H., & Boller, C. (2012). Unmanned aircraft systems for remote building inspection and monitoring. *Proceedings of the 6th European Workshop - Structural Health Monitoring 2012, EWSHM 2012*, *2*.

4. Liang, H., Lee, S. C., Bae, W., Kim, J., & Seo, S. (2023). Towards UAVs in Construction: Advancements, Challenges, and Future Directions for Monitoring and Inspection. В *Drones* (Vol 7, Number 3). <https://doi.org/10.3390/drones7030202>

5. Molina, A. A., Huang, Y., & Jiang, Y. (2023). A Review of Unmanned Aerial Vehicle Applications in Construction Management: 2016–2021. *Standards*, *3*(2). <https://doi.org/10.3390/standards3020009>

6. Nwaogu, J. M., Yang, Y., Chan, A. P. C., & Chi, H. lin. (2023). Application of drones in the architecture, engineering, and construction (AEC) industry. В *Automation in Construction* (Vol 150). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104827>

7. Sulaiman, M., Liu, H., Bin Alhaj, M., & Abudayyeh, O. (2023). UAV Applications in the AEC/FM Industry: A Review. *Lecture Notes in Civil Engineering*, *247*. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-0968-9_20>

8. Takva, Ç., & İlerisoy, Z. Y. (2023). Flying Robot Technology (Drone) Trends: A Review in the Building and Construction Industry. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, *16*(1). <https://doi.org/10.2478/acee-2023-0004>

9. Tatum, M. C., & Liu, J. (2017). Unmanned Aircraft System Applications in Construction. *Procedia Engineering*, *196*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.187>