



ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

УДК 519.8:519.17:629.7

К.О. БОСКІН

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: kostiantyn.boskin@gmail.com.

Л.Ф. ГУЛЯНИЦЬКИЙ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: leonhul icyb@gmail.com.

ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЛАНДШАФТУ З УРАХУВАННЯМ КЛЮЧОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІСЦЕВОСТІ

Анотація. Сучасні місії безпілотних літальних апаратів (БпЛА) можуть бути комплексними і мати змогу виконуватися як у міських умовах (з урахуванням висот будівель), так і в природному середовищі (із урахуванням висот гір, пагорбів, низин та лісів), а також враховуючи зони підвищеного ризику. Планування ефективних маршрутів з використанням поширених алгоритмів, а також оцінюванням потенційних показників, таких як енергозатрати, кількість досліджуваних точок, необхідність візуального спостереження для спеціальних місій тощо, зумовлює потребу в створенні початкового сценарію польоту над заданою місцевістю, що дає змогу отримувати попередні оцінки плану місії БпЛА. Розглянуто поширені підходи до відображення місцевості у вигляді моделей, придатних для використання відомими підходами та алгоритмами маршрутизації, а також запропоновано власний оригінальний підхід до задачі відображення ландшафту довільної місцевості у вигляді спеціального зваженого графу.

Ключові слова: математичне моделювання ландшафту, оптимізація маршрутів БпЛА, графові моделі, цифрові моделі рельєфу, траєкторії БпЛА.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.5.16

ВСТУП

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали невід’ємним інструментом для виконання широкого спектра завдань: від картографування та моніторингу до доставки вантажів та операцій з пошуку і порятунку. Сучасні БпЛА, зокрема мультикоптери та коптери з фіксованим крилом, все частіше залучаються до складних місій, що охоплюють як урбанізовані ландшафти, так і природне середовище. Міські агломерації з різновисокими будівлями та природні ландшафти з горами, лісами та водоймами формують складні рельєфи місцевості, які ускладнюють планування польотів. Успішне виконання таких місій БпЛА залежить не лише від безпечної навігації, а й від енергоефективності, здатності змінювати висоту та забезпечення візуального спостереження (наприклад, у моніторингових, розвідувальних або інспекційних завданнях).

Завдяки широким і важливим сферам ефективного використання, останніми роками актуальним предметом досліджень стали не тільки місії окремих БпЛА, а й їхніх груп, насамперед роїв БпЛА. За типом координації розрізняють централізовані чи розподілені рої, а за принципом планування — синхронні чи асинхронні [1–3]. Найскладнішими для планування є децентралізовані асинхронні рої БпЛА. Одним із підходів до планування маршрутів

© К.О. Боскін, Л.Ф. Гуляницький, 2026