УДК 629.785.08.573.3
DOI:10.62717/3083-7057-2026-1-049

Лисенко Я.А.,
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М К. Янгеля»
ORCID 0009-0009-4095-4355
E-mail:lysenko.y13@gmail.com

Осіновий Г.Г.,
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»
ORCID 0000-0002-5546-8802
E-mail:info@yuzhnoye.com

Пустовгаров А.А.,
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»
ORCID 0009-0007-5456-2972
E-mail:info@yuzhnoye.com

ОСОБЛИВОСТІ РОЗМІЩЕННЯ ЗЛІТНО-ПОСАДОЧНИХ ПЛОЩАДОК КОСМОДРОМУ МІСЯЧНОЇ БАЗИ З УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ

Анотація. Описано алгоритм розміщення злітно-посадочних площадок космодрому місячної бази. Показано, як враховується розташування кратерів на поверхні Місяця. Наведено приклади варіантів розміщення площадок.
Ключові слова. Пласкі геометричні об’єкти, алгоритм розміщення, злітно-посадочна площадка, космодром місячної бази.

Ya. Lysenko,
Yuzhnoye State Design Office
ORCID 0009-0009-4095-4355
E-mail: lysenko.y13@gmail.com

H. Osinovyj,
Yuzhnoye State Design Office
ORCID 0000-0002-5546-8802
E-mail: info@yuzhnoye.com

A. Pustovharov,
Yuzhnoye State Design Office
ORCID 0009-0007-5456-2972
E-mail: info@yuzhnoye.com

FEATURES OF THE LOCATION OF THE TAKEOFF AND LANDING PADS OF THE MOON BASE SPACEPORT, TAKING INTO ACCOUNT THE TERRAIN

Abstract. The algorithm for placing takeoff and landing pads at a moon base spaceport is described. It shows how the location of craters on the Moon's surface is taken into account. Examples of pad placement options are provided.
Keywords. 2D geometric objects, placement algorithm, takeoff and landing pads, moon base spaceport.

Вивчення та дослідження Місяця передбачає в майбутньому колонізацію природного супутника Землі. Цей довготривалий процес стане можливим лише за умови забезпечення постійної присутності людей на його поверхні, що, в свою чергу, потребуватиме побудови місячних баз.

Як під час побудови, так і під час свого функціонування місячна база буде сполучатися з Землею за допомогою космічних кораблів різного призначення – пасажирських, транспортних та інших. Тому необхідним елементом кожної місячної бази стане космодром – комплекс об’єктів, що забезпечуватиме експлуатацію космічних кораблів.

Головними елементами космодрому є площадки, призначені для посадки, тимчасового перебування та зльоту космічних кораблів. Кількість площадок буде залежати від інтенсивності польотів та кількості кораблів, що одночасно перебуватимуть на космодромі.

Проведення будь-яких робіт на Місяці, у тому числі тих, що потрібні для побудови космодрому, вимагатиме точного планування, оскільки тамтешні умови експлуатації техніки та специфіка доставки і використання будівельних матеріалів дуже ускладнюватимуть побудову космодрому в цілому та злітно-посадочних площадок зокрема.

При цьому важливо зазначити, що злітно-посадочні площадки матимуть цілком визначені розміри та форми, до того ж вимогами безпечної експлуатації космічних кораблів є певні відстані між площадками та граничні кути нахилу їх поверхні. З огляду на це можна стверджувати, що рельєф місячної поверхні надзвичайно несприятливий для побудови космодромів. В першу чергу заважатимуть кратери, яких на місячній поверхні дуже багато. Діаметр та глибина деяких з них, які знаходяться на місці побудови космодрому, можуть виявитися настільки великими, що їх ліквідація буде нераціональною з точки зору витрат часу, енергії та ресурсу інженерної техніки. Тож одна з найважливіших задач при побудові космодрому – зменшення об’ємів ґрунтових робіт.

Таким чином постане питання про оптимізацію розміщення злітно-посадочних площадок серед кратерів на місячній поверхні. Метою проведених робіт і стала розробка спеціалістами ДП «КБ «Південне»» такого алгоритму, який дозволить проводити вищезазначену оптимізацію.

Подібні алгоритми розміщення об'єктів для умов, коли існують певні обмеження, створюються та застосовуються в різних галузях промисловості. Наприклад, відомі алгоритми розміщення деталей на платах в радіоелектроніці, розміщення малюнків на тканинах в текстильній промисловості тощо.

В результаті проведених робіт було:

- визначено характер розташування кратерів на місячній поверхні;
- з'ясовано залежності кількості кратерів від їх розмірів;
- сформовано геометричні характеристики злітно-посадочних площадок;
- сформульовано вимоги до розміщення площадок;
- розроблено алгоритм розміщення площадок;
- сформовано вигляд деяких варіантів космодрому місячної бази.

В доповіді показано, що ДП «КБ «Південне»» веде діяльність, спрямовану на оптимізацію проєктування місячних баз, використовуючи сучасні методи.

Подальші етапи роботи над проєктом місячної бази та її космодрому можуть бути проведені на більш якісному рівні.

Бібліографічні посилання

1. Кирилюк С. М. Природа Місяця: монографія. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2021. – 240 с.
2. Кирилюк С. М. Спатарь К. І. Геолого-геоморфологічні структури видимої півкулі Місяця. Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Випуск 616. Географія. С. 101 – 112.
3. Стоян Ю. Г., Гіль М. І. Методи та алгоритми розміщення пласких геометричних об'єктів. – К.: Наукова думка, 1976. – 249 с.
4. Стоян Ю. Г., Яковлев С. В. Математичні моделі та оптимізаційні методи геометричного проєктування. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.
5. Стоян Ю.Г., Соколовський В.Г. Розв'язання деяких багатоекстремальних задач методом околів, що звужуються. – К.: Наукова думка, 1980. – 208 с.
6. Xujia Qin, Linjiang Jin, Hongbo Zheng. 2D Irregular Optimization Nesting Method based on Adaptive Probabilistic Genetic Simulated Annealing Algorithm. Computer-Aided Design & Applications, 18(2), 2021. P. 242 – 257. DOI: https://doi.org/10.14733/cadaps.2021.242-257.
7. Wen-Chen Lee, Heng Mab, Bor-Wen Cheng. A heuristic for nesting problems of irregular shapes. Computer-Aided Design 40 (2008), p. 625 – 633. https://doi:10.1016/j.cad.2008.02.008.
8. A. Ramesh Babu, N. Ramesh Babu. A generic approach for nesting of 2-D parts in 2-D sheets using genetic and heuristic algorithms. https://doi.org/10.1016/S0010-4485(00)00112-3.

9. Melodie Yashar. ICON's Project Olympus: Lunar Landing Pad Concept Design. URL: https://www.melodieyashar.com/lunar-landing-pad.html (дата звертання 21.09.2025).