

УДК 629.787

## Применение беспилотного аппарата вертолетного типа для исследования труднодоступных районов Марса

Руденко Егор Александрович<sup>(\*)</sup>

03rea24@mail.ru

Колпаков Владимир Иванович

kolpakov54@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

**Аннотация.** Рассмотрена концепция использования беспилотного летательного аппарата (БПЛА) вертолетного типа для исследования и сбора образцов в труднодоступных районах Марса, недоступных для традиционных аппаратов и систем. Представлена структура миссии, включающая орбитальный модуль, спускаемый аппарат, вертолетный аппарат и ракету-доставщик образцов. Показаны возможные схемы летательного аппарата и вспомогательных систем для анализа и межпланетной транспортировки образцов. Сделаны выводы, что реализация данной концепции позволит существенно расширить географию, а предложенная схема из нескольких специализированных аппаратов является оптимальной для выполнения поставленных задач.

**Ключевые слова:** космические аппараты, Марс, исследование поверхности Марса, беспилотный аппарат вертолетного типа, транспортировка, сбор образцов

**Введение.** Традиционные марсоходы ограничены в исследовании сложных ландшафтов: крутых склонов, скал и каньонов. Эти регионы представляют наибольший научный интерес. Успех миссии Ingenuity подтвердил возможность использования летательных аппаратов в атмосфере Марса. Целью работы является обоснование архитектуры миссии, использующей БПЛА вертолетного типа для исследования марсианских регионов, сбора и доставки образцов грунта. Подход заключается в использовании комплексной многоаппаратной схемы для возврата образцов, что вносит значительный вклад в развитие методов планетарных миссий [1, 2]. Данная схема позволит значительно расширить возможности по изучению поверхности планеты в ранее недоступных точках.

**Методы и материалы; результаты.** Для реализации концепции предложена комплексная архитектура миссии, основанная на взаимодействии нескольких специализированных космических аппаратов. Схема включает орбитальный аппарат, посадочную платформу, вертолет-сборщик и ракету-доставщик [1, 3, 4].

В ходе исследования были проанализированы ключевые технические проблемы, связанные с полетом в условиях Марса. Разработанная концепция предполагает использование вертолета для высокоточного сбора небольших образцов и их последующей транспортировки к ракете-доставщику. Такой подход расширяет исследовательские возможности и минимизирует риски потери ценного научного материала в случае сбоя [5].

**Заключение.** Предложенная многоаппаратная схема с интеграцией БПЛА вертолетного типа является высокоперспективным решением для исследова-

ния уникальных труднодоступных районов Марса. Использование летательного аппарата позволяет преодолеть ограничения мобильности традиционных марсоходов и значительно расширить научный потенциал будущих миссий по возврату образцов. Реализация данной концепции требует решения ряда сложных инженерных задач, но обеспечит прорыв в понимании геологической истории Марса.

#### Список источников

- [1] *Mars Sample Return. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)*. URL: <https://www.jpl.nasa.gov/missions/mars-sample-return-msr/> (accessed 16.11.2025).
- [2] Carrier L.R. et al. Bringing Mars samples to Earth. *Acta Astronautica*, 2024, vol. 5. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.05.048>
- [3] *NASA Jet Propulsion Laboratory. 6 Things to Know About NASA's Ingenuity Mars Helicopter*. URL: <https://www.jpl.nasa.gov/news/6-things-to-know-about-nasas-ingenuity-mars-helicopter> (accessed 17.11.2025).
- [4] Яценко М.Ю., Воронцов В.А. Постановка задачи выбора схемных решений мультироторного летательного аппарата для исследования планеты Венера. *Вестник Московского авиационного института*, 2024, т. 31, № 2, с. 67–74. URL: <https://vestnikmai.ru/publications.php?ID=180649> (дата обращения 17.11.2025).
- [5] Карпович Е.А., Комбаев Т.Ш. Проектный облик и характеристики беспилотного самолета вертикального взлета и посадки для исследования Марса. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*, 2025, № 1 (67), с. 98–107. <https://doi.org/10.26162/LS.2025.67.1.011>