

УДК 629.78.05

Бортовые системы долговременной обитаемой базы в атмосфере Венеры

Каменева Вероника Андреевна¹

vkameneva@bmstu.ru

Ларина София Сергеевна²

sofi.larina2007@yandex.ru

Султанов Арман Русланович³

armn.sultanov@gmail.com

Борисовец Глеб Алексеевич¹

borgleb13@yandex.ru

Горячкина Вероника Евгеньевна⁴

20032002good@gmail.com

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² АНОО ВО «Университет «Сириус», федеральная территория «Сириус», Россия³ Московский авиационный институт, Москва, Россия⁴ Самарский университет, Самара, Россия

Аннотация. В работе рассматриваются основные решения по архитектуре и составу бортовых систем долговременной обитаемой платформы для атмосферы Венеры. Описана структура систем жизнеобеспечения, связи, энергоснабжения, ориентации и стабилизации. Представлен расчет энергопотребления и генерации энергии, подтверждающий целесообразность применения гибридной системы электрогенерации в условиях атмосферы Венеры. Освещены вопросы интеграции научного оборудования. Сделан вывод о функциональной полноте предложенной концепции.

Ключевые слова: Венера, обитаемая база, бортовые системы, атмосферная платформа, энергоснабжение, система связи, стратосферные аппараты

Введение. Создание долговременной обитаемой базы в атмосфере Венеры представляет собой сложную инженерную задачу, требующую интеграции множества бортовых систем в единый надежный комплекс [1, 2]. Ключевыми аспектами являются обеспечение связи на всех этапах миссии, стабильное энергоснабжение, поддержание теплового режима и жизнеобеспечения, а также управление сложным комплексом, включающим дирижабль-платформу, спускаемый аппарат и системы перемещения. Работа выполнена в рамках Международной молодежной научной школы «Исследование космоса: теория и практика — 2025» (SDTP-2025).

Методы и материалы; результаты. В основу проектирования бортовых систем положен модульный принцип. Структура включает Бортовой комплекс систем (БКС), объединяющий служебные и специальные системы. К служебным системам отнесены: система обеспечения теплового режима, система движения, ориентации и стабилизации, система связи, бортовая кабельная сеть, система жизнеобеспечения, система контроля состояния и система электроснабжения. Специальные системы включают систему стыковки и внутреннего перехода, внутрибортовую систему связи и систему захвата спускаемого аппарата.

Энергосистема базы является гибридной. Для генерации электроэнергии в атмосфере Венеры на высотах 50–60 км используются солнечные панели на основе GaAs (КПД 30 %) общей [1]. Дополнительно применяются ветрогенераторы с шестью карбоновыми лопастями с тефлоновым покрытием. Для расчета вырабатываемой ветрогенераторами мощности использовалась модель, основанная на характеристической кривой ветротурбины [3]. На случай отказа энергосистемы венерианская атмосферная платформа оборудована резервными аккумуляторами, которые обеспечивают функционирование ключевых систем, таких как системы жизнеобеспечения и связи на протяжении недели.

Система связи включает зеркальную параболическую антенну УВЧ-диапазона для связи с орбитальными аппаратами и активную фазированную антенную решетку (АФАР) S-диапазона для связи со спускаемым аппаратом. Внутрибортовая сеть построена на основе маршрутизаторов и коммутаторов, с распределением вычислительных ресурсов. Научный модуль оснащен такими приборами, как флюориметр-нефелометр, хроматографы, спектрометры и системы для работы с образцами. Внешние научные приборы включают магнитометры, фотометры, метеостанцию и спектрометры для анализа атмосферы.

Заключение. Разработанная архитектура бортовых систем подтверждает возможность создания функционального и энергетически самодостаточного комплекса для долговременной работы в атмосфере Венеры. Комбинированное использование солнечной и ветровой энергии позволяет обеспечить питание всех систем базы и научной аппаратуры. Предложенные решения по связи, управлению и интеграции оборудования обеспечивают необходимую надежность и живучесть комплекса в условиях протяженной планетарной миссии. Полученные результаты являются основой для дальнейшего детального проектирования венерианской атмосферной базы.

Список источников

- [1] Хмель Д.С. *Использование атмосферных зондов для исследования планеты Венеры*. Дис. ... д-ра техн. наук. Москва, МАИ, 2024, 120 с.
- [2] Воронцов В.А., Любезный Б.В., Хмель Д.С., Киспе Мендоза М.В., Шеремет А.А., Яценко М.Ю. Атмосферные зонды для исследования Венеры. *Вестник НПО им. С.А. Лавочкина*, 2024, № 4, с. 144–150. <https://doi.org/10.26162/LS.2024.64.19.010>
- [3] Pan J. et al. Hydrogen energy-based hybrid renewable energy systems for off-grid applications: A review. *Energy Reports Elsevier*, 2023, vol. 1, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116192>