

*Лин-Го-Дян Семен Александрович,
АО «НПО Лавочкина», Инженер-электроник 1 категории, Россия,
Московская область, город Химки, ул. Ленинградская д. 24*

**К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛЬНОСТИ
РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПЛАНЕТОХОДОВ
В РАМКАХ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ
ДРУГИХ ПЛАНЕТ**

Аннотация. Представленная работа посвящена изучению инновационных и перспективных проектов и существующих разработок планетоходов. Автором акцентируется внимание на актуальности и необходимости разработки инновационных планетоходов, необходимых для исследований других планет Солнечной системы. В качестве одного из примеров автором анализируется разработка планетохода в рамках проекта ЭкзоМарс-2022. В работе применяются теоретические и эмпирические методы исследования. Для получения наиболее актуальных и объективных данных автором используются результаты научных зарубежных и отечественных исследований.

Ключевые слова. Планетоход, инновация, марсоход, проект, Марс.

**TO THE QUESTION OF THE RELEVANCE
OF THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PLANETARY
ROVERS IN THE FRAMEWORK OF THE CURRENT STAGE OF
THE STUDY OF OTHER PLANETS**

Lin-Go-Dyan Semen Aleksandrovich, Lavochkich Association, Electronic engineer of the first category, Russian Federation, Moscow region, city of Khimki, st. Leningradskaya, 24

Annotation. The presented work is devoted to the study of innovative and promising projects and existing developments of planetary rovers. The author focuses on the relevance and necessity of developing innovative planetary rovers necessary for the exploration of other planets of the Solar system. As one of the examples, the author analyzes the development of a planetary rover within the framework of the ExoMars-2022 project. Theoretical and empirical research methods are used in the work. To obtain the most relevant and objective data, the author uses the results of scientific foreign and domestic research.

Key words. Planetoid, innovation, rover, project, Mars.

Введение

Вопросы жизни на других планетах издревле интересовали человека. Однако до середины XX века контактное изучение других планет не представлялось возможным ввиду недостаточного технологического прогресса и развитости космических аппаратов. Несмотря на это, в течение последних десятилетий произошел колоссальный прорыв в области разработок космических аппаратов. Таким образом, на сегодняшний день существует множество видов аппаратов, каждый из которых решает ту или иную задачу в освоении других планет и космоса в целом.

Ключевой технологией, при несуществовании которой не представляется изучение других планет, является планетоход. Данный механизм представляет из себя самоходный объект, управляемый с Земли, который служит для изучения других планет. Именно посредством удачных проектов по разработке и доставке данных агрегатов на другие планеты и спутники современное человечество получило колоссальные результаты в

освоении и изучении космического пространства. Необходимо отметить, что изучение других тел Солнечной системы в целом представляет актуальность не только для расширения знаний о космосе, но также и о нашей планете Земля. Так, к примеру, посредством данных проектов представляется возможным оценка реального расположения космических объектов, что значительно повышает точность оценки вероятности их столкновения с Землей в будущем. Однако представленная работа посвящена изучению перспектив развития планетоходов, посредством которых производится контактное исследование на непосредственной площади других тел Солнечной системы, решая задачи которых человечество также получает инновационные, а главное необходимые результаты [1].

Развитие запущенных планетоходов до настоящего времени

Одним из первых удачно-запущенных планетоходом является Луноход-1, основной целью которого являлось исследование других планет (рис. 1). 17 ноября 1970 года данный аппарат был успешно доставлен на поверхность Луны с помощью посадочного модуля Луна-17. Управление данным планетоходом производилось операторами удаленного контроля, преодолев суммарно более 10 километров за 10 месяцев функционирования.

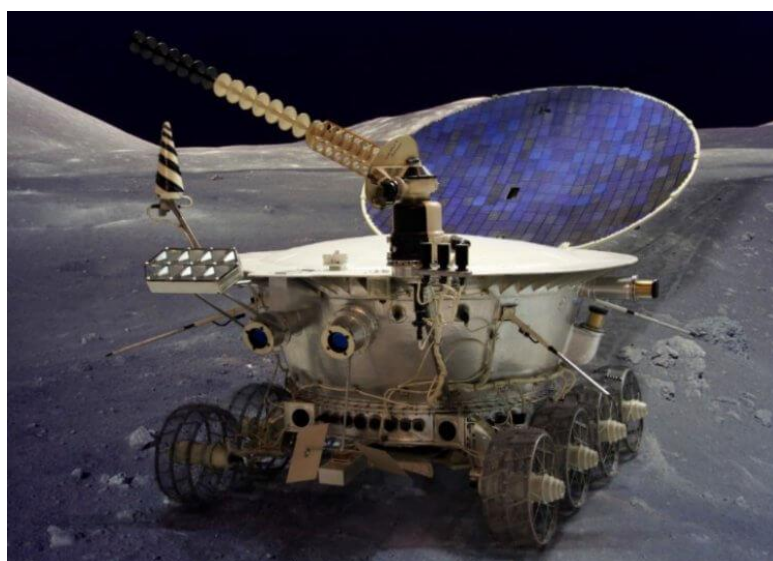


Рисунок 1. Планетоход Луноход-1

Вторым советским планетоходом с дистанционным управлением стал вездеход луноход-2, доставленный на поверхность Луны в январе 1973 года посредством автоматической межпланетной станцией «Луна-21».

Из зарубежных технологий стоит отметить проект лунохода «Юйту», что в переводе с китайского означает «Нефритовый заяц» (рис. 2). Данный планетоход китайской разработки был доставлен на Луну с помощью аппарата «Чанъэ-3» в декабре 2013 года. Объект успел проехать несколько десятков метров, однако операция прекратилась ввиду отказа двигательной системы. В дальнейшем данный аппарат использовался только в качестве стационарного лунного модуля [2].



Рисунок 2. Планетоход китайской разработки «Юйту»

Второй проект данного планетохода под названием «Юйту-2» был доставлен на Луну тем же аппаратом в январе 2019 года (рис. 3). До середины 2019 года усовершенствованный аппарат продолжал работу недалеко от посадочного модуля, периодически переходя в спящий режим на время лунной ночи.

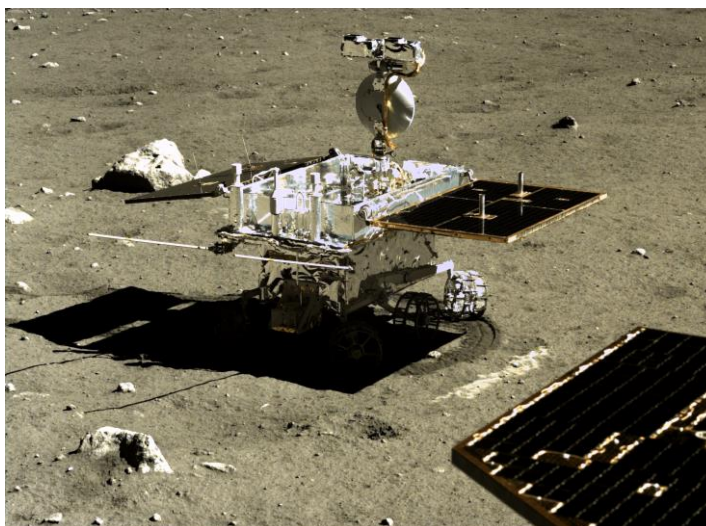


Рисунок 3. Модернизированный планетоход «Юйту-3»

Также из истории зарубежного опыта развития планетоход необходимо отметить объект «Прагьям» индийской разработки, который был запущен в рамках экспедиции «Чандраян-2». В результате модуль разбился о поверхность Луны при неудачной посадке посадочного модуля «Викрам» [3].

Современное состояние вопроса на примере марсоходов

Перенимая ошибки в проектировании и опыт других стран на сегодняшний день создаются инновационные технологии планетоходов, позволяющих производить качественные исследования поверхности других планет. Одним из таких проектов является «Curiosity», работающий по настоящее время марсоход НАСА третьего поколения (рис. 4). Данный планетоход представляет из себя автономную химическую лабораторию. Посадка данного объекта состоялась на Марс в августе 2012 года. Посредством данного аппарата производится полный анализ марсианской почвы с компонентами атмосферы. При этом в качестве источника энергии у данного аппарата используется радиоизотопный термоэлектрический генератор [4].



Рисунок 4. Марсоход Curiosity разработки НАСА

Безопасная посадка модуля на поверхность Марса обеспечивалась с помощью специальной технологии, включающей в себя сам марсоход и специальные надувные подушки, с помощью которых смягчался удар о поверхность с использованием системы «Небесный кран». Данная система снабжена несколькими реактивными двигателями для торможения, обеспечивающими мягкую посадку. Снизу к данной установке и был подвешен сам марсоход. При соприкосновении с поверхностью тросы отсоединялись, после чего производился отлет крана в сторону с помощью двигателей.

Другим инновационным проектом является марсоход «Персеверанс», разработка которого производилась для исследования марсианского кратера Езеро в рамках миссии НАСА «Марс-2020» (рис. 5). Разработка и запуск данного аппарата были завершены Лабораторией реактивного движения НАСА в июле 2020 года. Посадка на Марс была произведена 18 февраля 2021 года.



Рис. 5. Марсоход Лаборатории НАСА «Персеверанс»

Инновации разработки марсохода в проекте ЭкзоМарс-2022

Миссия ЭкзоМарс-2022 является вторым этапом совместного проекта Государственной корпорации «Роскосмос» и Европейского космического агентства, направленным на исследование поверхности и подповерхностного слоя Марса. В рамках данного проекта планируется произвести геологические исследования и поиск следов возможного существования жизни на данной планете. При удачной реализации проекта для современного научного сообщества будут открыты новые этапы по исследованию космоса.

Именно «Розалинд Франклин» является тем самым марсоходом, разработка которого продолжается на сегодняшний день для реализации миссии (рис. 6). Предъявляемые к данному аппарату требования таковы, что для выполнения поставленных научных задач он должен уметь преодолевать до 70 м пути за марсианские сутки по поверхности. Продолжительность работы данного планетохода на поверхности планеты должна составить 7 месяцев, а пройти при этом он должен не менее 4 километров [5].

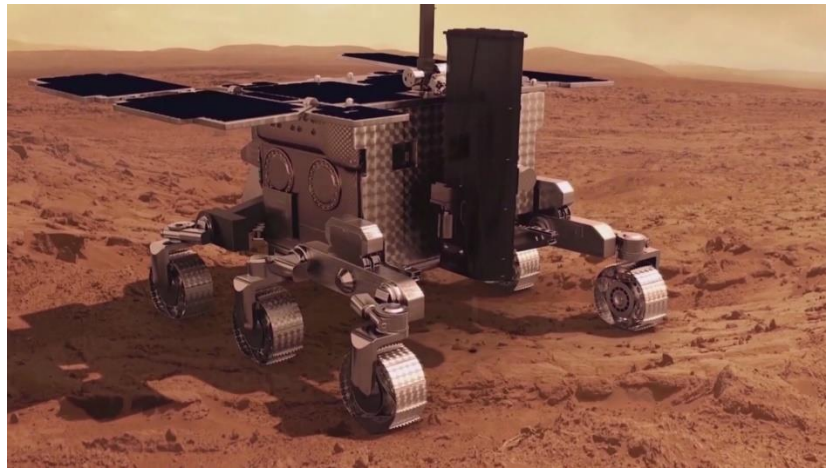


Рисунок 6. Модель марсохода «Розалинд Франклин»

Две стереокамеры позволяют марсоходу создавать 3D карту местности, которую навигационное программное обеспечение использует для оценки местности вокруг марсохода (рис. 7). Таким образом, он самостоятельно сможет объезжать препятствия и находить оптимальный маршрут к указанным наземными водителями пунктам назначения.



Рисунок 7. Мачта марсохода с двумя камерами Pancam и двумя навигационными камерами Navcam

RanCam была создана для создания цифровой карты местности для марсохода и поиска морфологических подписей прошлого биологической активности, сохранившихся на текстуре поверхности скал. В RanCam сборку входят две широкоформатные камеры для многоспектральной стереоскопической панорамной визуализации, и с высоким разрешением камера высокого разрешения цветного изображения [6].

Заключение

Таким образом, основной целью данной статьи являлось изучение перспективных технологий и актуальности разработки планетоходов в рамках исследования других объектов Солнечной системы. В результате работы были изучены исторические разработки, а также инновационные технологии, функционирующие на поверхности Марса и на сегодняшний день. Необходимо отметить, что предстоящая миссия ЭкзоМарс-2022 представляет колоссальную актуальность для всего научного мира на сегодняшний день. Именно в результате данной миссии с использованием инновационного и одного из наиболее перспективных планетоходов должны быть найдены ответы на многие вопросы, касающиеся геологического анализа поверхности Марса.

Представленная работа подтверждает актуальность и необходимость продолжения разработки инновационных проектов планетоходов, предназначенных для исследования других планет. Именно в результате данных исследований могут быть обнаружены следы жизни на других планетах, а также пополняется постоянная научная база для научных исследований и разработки концепции по колонизации Марса.

Список литературы

1. Маленков М.И., Богачев А.Н., Волов В.А., Гусева Н.К., Конколович А.Г., Кузьменко Д.Н., Курдзюк В.М., Лазарев Е.А., Федорушков А.Б., Федорушков Д.Б. Новые проектно-компоновочные решения для повышения подвижности и функциональных возможностей планетоходов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2017.
2. Наумов В.Н., Козлов О.Е., Машков К.Ю., Бяков К.Е. Обзор и анализ конструкций движителей для перспективных российских луноходов // Известия вузов. Машиностроение. 2017.
3. Спиридонов Р.Ю. Существует ли жизнь на других планетах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018.
4. Herman D., Gray T. et. all. The Application of Advanced Electric Propulsion on the NASA Power and Propulsion Element (PPE) // 36th International Electric Propulsion Conference. Vienna. 2019.
5. Goh E., Chen J., Wilson B. Mars Terrain Segmentation with Less Labels // IEEE Aerospace Conference 2022. Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV). 2022.
6. Das S., Kilic C., Watson R., Gross J. A Comparison of Robust Kalman Filters for Improving Wheel-Inertial Odometry in Planetary Rovers // Robotics (cs.RO). 2021.