

## **МОДУЛЬНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОНЕЧНОСТИ ДЛЯ ПОМОЩИ КОСМОНАВТАМ**

Землина Анна Сергеевна, студентка Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Дреева Надежда Алексеевна, студентка Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Рыбичев Алексей Алексеевич, магистрант Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».

В целях помощи космонавтам во внекорабельной деятельности в статье предлагается система роботизированных конечностей. Эта система имеет две конечности, которые закрепляются на рюкзаке космонавта. Они могут работать как дополнительные руки, позволяя космонавту увеличить эффективность работы и выполнять задачи, требующие участия двух и более членов экипажа.

Ключевые слова: работа космонавта; помощь во внекорабельной деятельности; роботизированные конечности.

## **MODULAR ROBOTIC LIMBS FOR ASTRONAUT ACTIVITIES ASSISTANCE**

Zemlina Anna Sergeevna, student of Moscow Aviation Institute (National Research University).

Dreeva Nadezhda Alekseevna, student of Moscow Aviation Institute (National Research University).

Rybichev, Master of National University of Science and Technology «MISiS»

This paper sets forward the use of robotic limbs systems, to aid astronauts in extravehicular activities. The system consists of two limbs attached to the astronaut's backpack, serving as additional help in the form of additional arms, increasing efficiency in tasks requiring multiple members.

Keywords: astronaut operation; extravehicular activities assistance; robotic limbs.

В последние годы освоение космоса является важным стратегическим направлением развития аэрокосмических держав [2<sup>1</sup>]. Благодаря быстрому усоразвитию и применению робототехники и искусственного интеллекта, усовершенствование соответствующих технологий в области исследования космоса значительно продвинулось. Выполнение некоторых космических задач постепенно осуществляется роботами, но сложные и интеллектуальные операционные задачи все еще нельзя им доверить. Способности человека и богатый опыт играют незаменимую роль в выполнении высококвалифицированных задач в космосе [1<sup>2</sup>].

Пилотируемые экспедиции по-прежнему остаются эффективным средством обслуживания космических аппаратов. Качественное обслуживание МКС требует от космонавтов длительного нахождения в открытом космосе. Когда они выходят за пределы корабля, им обычно приходится перемещаться только с помощью страховочного троса, однако такой вид передвижения зачастую является энергозатратным и травмоопасным для членов экипажа. Кроме того, мелкие частицы космического мусора, пролетая на больших скоростях, повреждают скафандр астронавтов [3<sup>3</sup>]. Вышеупомянутые проблемы влияют на безопасность экипажа и значительно ограничивают продолжительность работы вне космического корабля.

Для решения этих проблем разрабатываются различные космические роботы. Мы опишем систему ASTROLIMBS, созданную для оказания помощи астронавтам в передвижении и выполнении технических задач за пределами кабины. Система состоит из двух конечностей, каждая из которых имеет 6 основных модулей с идентичной структурой и функциями. Благодаря встроенному методу обучения робот может автономно перемещаться по периметру станции к заданной конечной точке из любой

---

<sup>1</sup> SpaceX. [Электронный ресурс] URL: <https://www.spacex.com/> (дата обращения 4 ноября 2021).

<sup>2</sup> Кубасов В.Н., Таран В.А., Профессиональная подготовка космонавтов// Машиностроение. 1985. С. 37-44.

<sup>3</sup> Challenges of Spacewalking—Rick Mastracchio. [Электронный ресурс] URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rA42dewZLwg> (дата обращения 5 ноября 2021).

начальной позиции. При этом основные движения робота планируются с учетом устойчивости движения и удобства работы космонавта. Плавность движения конечностей обеспечиваются предварительным расчетом угловой скорости, ускорения модулей конечностей, расстояния между роботом и текущей рабочей плоскостью.

На Рис. 1 показана концепция конечностей для работы в открытом космосе.



Рис. 1. Положение ASTROLIMBS на теле космонавта

Система предоставляет пилоту две дополнительных конечности, которые могут помочь ему быстрее достичь конечной точки за пределами кабины и улучшить функционал, связанный с выполнением действий вне космического корабля. Кроме того, когда космонавт находится в фиксированном рабочем положении, конечности могут помочь в выполнении задач, требующих участия двух человек.

Система спроектирована таким образом, что каждая конечность состоит из нескольких базовых модулей, имеющих одинаковую структуру, и может быть быстро разобрана и собрана назад. Поэтому, в случае, если во время эксплуатации в одном из модулей возникнет поломка, он может быть быстро заменен идентичным. Каждый базовый модуль состоит из двух одинаковых субмодулей. Каждый субмодуль состоит из деформированной треугольной призмы с кромкой, отшлифованной до гладкой поверхности. В

то же время каждый submodule имеет плоскость вращения и плоскость соединения. Плоскости вращения submodule совпадают друг с другом, образуя вращательную степень свободы. Общая ось вращения перпендикулярна двум плоскостям вращения. Диапазон вращения - 180–180 °. На Рис. 2 показано вращение модуля на 0 °, 90 ° и 180 ° соответственно.

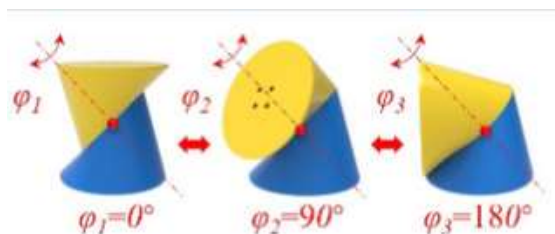


Рис. 2 Вращение модуля на заданные углы

В движение ASTROLIMBS приводит электрическая система. Металлические сцепления электрического подключения предназначены для соединения соседних модулей. Они используются для питания и связи между модулями, обеспечивая быструю и надежную работу электрики. Количество модулей в каждой конечности может быть произвольным, но их числом определяется эффективность работы манипулятора.

Чтобы обеспечить базовую способность к пространственному движению, роботизированная рука разработана с 6 степенями свободы. Каждая конечность состоит из 6 базовых модулей, как показано на Рис. 1 Рис. 3.

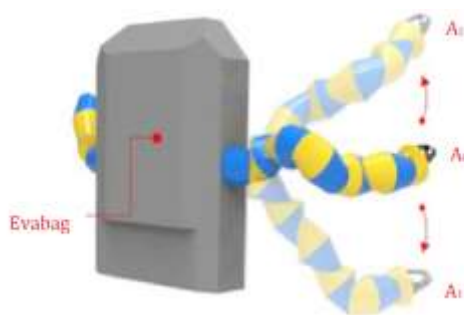


Рис. 3 Закрепление системы на рюкзаке

Конструкция Evabag, показанная на Рис. 3, представляет собой рюкзак для выхода в открытый космос, на котором закрепляются две носимые роботизированные конечности, расположенные между талией и грудью космонавта. Это монтажное положение удобно для функционирования

конечностей робота. На Рис. 3 A0, A1 и A2 - состояния правой руки ASTROLIMBS в трех разных положениях соответственно. Конфигурация вращающихся степеней свободы, соответствующих правой конечности робота, показана на Рис. 4, где  $\kappa_1 - \kappa_6$  представляют шесть различных вращающихся валов активных степеней свободы.

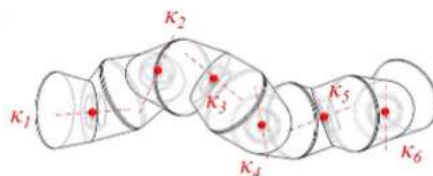


Рис. 4 Степени свободы руки

Модуль с вращающимся валом  $\kappa_1$  закреплен на Evabag. Модуль с вращающимся валом  $\kappa_6$  является рабочим концом лапы робота. Состояние A<sub>0</sub> может быть установлено в качестве начального состояния, и когда шесть углов шарниров изменяются, пространственное положение и положение конечного привода также изменяются соответствующим образом. Например, конечность может перемещаться в новое положение, соответствующее состояниям A<sub>1</sub> или A<sub>2</sub>.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кубасов В.Н., Таран В.А., Профессиональная подготовка космонавтов// Машиностроение. 1985. С. 37-44.
2. SpaceX. [Электронный ресурс] URL: <https://www.spacex.com/> (дата обращения 4 ноября 2021).
3. Challenges of Spacewalking—Rick Mastracchio. [Электронный ресурс] URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rA42dewZLwg> (дата обращения 5 ноября 2021).