

Секция 2 Профессиональная деятельность космонавтов

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩИХ СТЕНДОВ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

**А. Г. Лесков, К.В.Бажинова, В.В.Илларионов, И.А.Калеватых, С.Д.Морошкин,
Е.В.Феоктистова
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)**

Манипуляционные роботы (МР) находят все большее применение при решении задач сборки и обслуживания космических объектов. Примером могут служить МР Международной космической станции (МКС). Анализ состояния и тенденций развития космической техники показывает, что МР будут играть все большую роль при решении задач на борту и вне космических аппаратов (КА). Сложность и дороговизна космических аппаратов (КА), значительные риски, которыми подвергаются космонавты в своей деятельности, обуславливают необходимость тщательной подготовки и отработки операций в наземных условиях. Эффективный способ решения этой задачи – полунатурное моделирование с использованием физических макетов КА и средств человеко-машинного интерфейса. Функционально-моделирующие стенды (ФМС) предоставляют возможность для моделирования в наземных условиях динамики и процессов управления космических манипуляционных роботов (КМР).

Разработка и создание ФМС – традиционное для МГТУ им. Н.Э. Баумана направление деятельности. Первый ФМС был создан в 1993 году [1]. Его основу составлял аналого-цифровой вычислительный комплекс на базе персональной ЭВМ и аналоговой ЭВМ МН-14. В качестве физического макета применялся промышленный робот РМ-01. На базе этого ФМС были выполнены исследования базовых операций - переноса и установки объектов с имитацией условий невесомости, отработаны вопросы облика и функций средств человеко-машинного интерфейса.

ФМС постоянно развивается [2,3]. В настоящее время ФМС представляет собой многомашинный полунатурный комплекс, в составе которого три промышленных робота, которые имитируют перемещения манипуляторов МР, объектов манипулирования, рабочих инструментов.

В составе ФМС – комплекс датчиков, система технического зрения (СТЗ), набор захватных устройств, инструменты и приспособления для выполнения разнообразных рабочих операций [4].

На базе ФМС выполнен целый ряд исследований и разработок. В их числе – захват и перенос объектов в автоматическом и ручном режимах, операции осмотра и идентификации объектов по их внешнему облику, другие операции [5]. ФМС имеет возможность реализации «одноруких» (с применением одного МР) и «двурюких» (два МР) операций, предоставляет возможность для управления МР в командном и в копирующем режимах.

ФМС имеет несколько вариантов исполнения. Начальный вариант – в виде одномашинного комплекса. На нем реализованы упрощенные модели динамики и управления однорукими МР. В полном варианте исполнения в ФМС реализованы модели двурюких МР, в том числе с учетом упругих деформаций звеньев. ФМС имеет развитый человеко-машинный интерфейс. В составе ФМС СТЗ, датчики и др. Динамика МР воспроизводится на физическом уровне.

На базе ФМС выполнена разработка цикла упражнений для навыков управления МР с автоматизированной оценкой эффективности и качества управляющей деятельности операторов [6].

ФМС активно используется в учебном процессе и НИОКР.

Литература:

[1] Лесков А.Г., Метлин В.Е., Игнатов В.И. Полунатурное моделирование операций, выполняемых с использованием космических манипуляторов. Тезисы докладов международной научно-практической конференции. «Профессиональная деятельность космонавтов и пути повышения ее эффективности». Звездный городок, 1993, с.115-116.

[2] Зимин А.М., Илларионов В.В., Лесков А.Г., Лескова С.М., Шумов А.В. Функционально-моделирующий стенд космических манипуляционных роботов в режиме дистанционного доступа. Тезисы докладов 7-й Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос». Звездный городок, 2007, с.144-145.

[3] А.Г. Лесков, В.В. Илларионов, С.Д.Морошкин, А.В. Яскевич, В.М.Мирхайдаров Аппаратно-программный комплекс для подготовки операторов к управлению манипулятором ERA МКС в контактной фазе причаливания. Материалы 10-й международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос». Звездный городок, 2013, с. 100-102

[4] Интернет-лаборатория «Робототехника». URL: <http://fms.bmstu.ru> (дата обращения 28.07.2015).

[5] Лесков А.Г., Илларионов В.В., Калеватых И.А., Морошкин С.Д., Бажинова К.В., Феоктистова Е.В. Аппаратно-программный комплекс для решения задач автоматического захвата объекта манипуляторами. Инженерный журнал: наука и инновации, 2015, вып. 1. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pribor/robot/1361.html>

[6] А.Г. Лесков. Функционально-моделирующие стенды в задачах исследования операций и подготовки операторов космических манипуляционных роботов. «Пилотируемые полеты в космос» №3, 2012, с. 65-75.