

Секция 2. Профессиональная деятельность космонавтов.

ДВУРУКИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД В ЗАДАЧАХ НАЗЕМНОЙ ОТРАБОТКИ ОПЕРАЦИЙ И ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ КОСМИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

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

Введение. Сложность и дороговизна космических аппаратов (КА), значительные риски, которыми подвергаются космонавты, обуславливают необходимость тщательной подготовки и отработки операций в наземных условиях. Эффективный метод решения этой задачи – полунатурное моделирование с использованием физических макетов КА и средств человеко-машинного интерфейса. Функционально-моделирующий стенд (ФМС) предоставляет возможность для моделирования в наземных условиях динамики и процессов управления «одноруких» космических манипуляционных роботов (КМР). К настоящему времени ФМС модернизирован в направлении дооснащения двумя промышленными роботами, а также системами тактильного и силомоментного оцувствления. Проведенная модернизация ФМС позволяет использовать его по более широкому кругу задач отработки операций подготовки операторов КМР.

Внешний вид двурукого ФМС представлен на рисунке 1. Вычислительный блок выполняет формирование компьютерных (виртуальных) моделей динамики объектов в декартовом пространстве при действии управляющих сигналов и возмущений. Сформированные на моделях законы передаются по каналам связи на промышленные роботы (ПР), которые преобразуют виртуальные переменные в 6-мерные физические перемещения. Диапазон этих перемещений определяется свойствами ПР. Управляющие сигналы формируются средствами человеко-машинного интерфейса. Возмущения – системами технического зрения (СТЗ), силомоментными (СМД) и тактильными датчиками внешней средой.

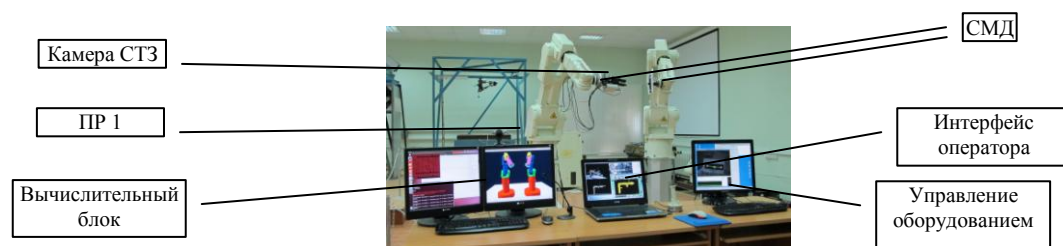


Рисунок 1. Внешний вид двурукого ФМС

В ФМС принят унифицированный протокол обмена между устройствами, позволяющий подключать к модели серийные ПР различного класса по объему рабочего пространства (от 0,5 до 3 м и более) и грузоподъемности (от 3 до 300 кг и более), а также различные средства управления и очувствления, без изменения кода программ. Допускает вариацию и программное обеспечение вычислительного блока.

Модели объектов.

1. *ФМС - модель КМР.* Здесь вычислительный блок осуществляет формирование математической модели КМР, в составе которой многозвенный исполнительный механизм, приводы сочленений, планировщик траектории. Математические модели подобных систем, реализованные в ФМС, охватывают КМР с произвольным числом звеньев, в том числе – упругих. В двуруком исполнении вычислительный блок обеспечивает формирование моделей обоих КМР.

2. *ФМС – модель свободнолетающего объекта в невесомости.* В этом случае в вычислительный блок вводится модель объекта, макет которого размещен в ЗУМ ПР, в виде двух уравнений, описывающих поступательное перемещение центра масс под действием вектора F внешних сил и вращение вокруг центра масс под действием вектора M внешних моментов. При расчете векторов F и M используются СМД, установленные на ПР. Учитывая возможность применения ПР различного класса, в составе макета объекта могут рассматриваться как полномасштабные изделия, так и отдельные их фрагменты, например, стыковочные устройства (СтУ).

3. *ФМС – модель взаимодействия КМР и свободнолетающего объекта в невесомости.* В составе ФМС – две подсистемы «модель-ПР». Одна из них – модель КМР, другая – модель объекта. Каждый из ПР оснащен СМД, формирующими векторы сил F и моментов M контактного взаимодействия КМР и объекта. Сигналы этих СМД вводятся в компьютерные модели.

4. *ФМС – модель взаимодействия двух свободнолетающих объектов в невесомости.* В составе ФМС – две подсистемы «модель-ПР». Одна из них - модель одного КМР, объекта, другая – модель второго объекта. Каждый из ПР оснащен системами очувствления, формирующими силы и моменты контактного взаимодействия объектов. Сигналы этих датчиков вводятся в компьютерные модели подсистем.

В последних двух случаях в качестве модели одного из объектов может рассматриваться космонавт, выполняющий операцию в открытом космосе и удерживаемый манипулятором. В этом случае в составе ФМС должны быть предусмотрены средства для фиксации человека-оператора в скафандре в ЗУМ одного из ПР.