

Тренажёр «Координата»

Внекорабельная деятельность космонавтов играет важную роль в поддержании международной космической станции (МКС) в рабочем состоянии. МКС является сложным техническим объектом, находящийся на орбите Земли в суровых условиях космического пространства, со временем требует обслуживания, периодического ремонта, установки новых элементов и проведения модернизации. Космонавты в процессе внекорабельной деятельности выполняют технические работы в сложных условиях невесомости по монтажу-демонтажу оборудования, прокладки кабелей, проведения ремонтных работ на внешних поверхностях орбитальных модулей МКС, предотвращения нештатных ситуаций, обеспечивают проведение различных научных экспериментов в условиях открытого космического пространства, проводят работы с грузовой стрелой ГСтМ и полезными нагрузками.

Одной из проблем создания тренажерных средств подготовки космонавтов к внекорабельной деятельности в земных условиях является наличие гравитации. Земная гравитация не позволяет космонавтам при проведении тренировок на тренажерах в полной мере ощутить состояние невесомости. Разработка и создание многофункциональной трехкоординатной системы обезвешивания обеспечит решение широкого круга задач по подготовке к внекорабельной деятельности космонавтов.

ООО «Центр тренажеростроения» в 2012 году начал работы по разработке и созданию макета многофункциональной трехкоординатной системы обезвешивания для внекорабельной деятельности космонавтов - изделие «Координата». Многофункциональная трехкоординатная система обезвешивания (изделие «Координата») представляет собой сложную электромеханическую систему, состоящую из опорной конструкции в форме параллелепипеда, двух независимо подвижных мостов, на каждом мосте расположены подвижные тележки, с независимо управляемыми лебедками. На лебедках могут быть закреплены различные варианты шарнирных подвесов скафандров или специализированные подвесы для обезвешивания оборудования или инструмента ВКД. Перемещение мостов, тележек и функционирование лебедки обеспечивается электроприводами.

В состав изделия «Координата» входит:

- опорный конструктив;
- два подвижных моста с тележками и лебедками;
- система управления электроприводами с комплектом электроприводов;
- система медицинского контроля;
- вычислительная система;
- система видеонаблюдения;
- макет внешней рабочей поверхности модуля РС МКС;
- система имитации визуальной обстановки;
- система электропитания;
- комплекс устройств связи с объектом;
- трехместный пульт контроля и управления;
- система связи.

В 2012 году на территории Донского филиала Центра тренажеростроения в корпусе ИЛК-3, впервые на юге России, был создан макет многофункциональной трехкоординатной системы обезвешивания для внекорабельной деятельности космонавта - изделие «Координата». На макете изделия «Координата» были отработаны конструктивные решения в части реализации опорной конструкции, подвижных механических

элементов мостов, тележек, лебедок, отработаны задачи управления электроприводами подвижных мостов, перемещаемых тележек, лебедок в ручном и автоматическом режимах обезвешивания.

Ручной режим управления предназначен для управления перемещением моста, тележки и лебедки с пульта контроля и управления. Ручной режим необходим для управления системой на стадии «одевания» скафандра космонавтом-оператором. В автоматическом режиме реализуется полный эффект «невесомости», происходит обезвешивание скафандра по двум координатам в горизонтальной плоскости, и по одной координате в вертикальной плоскости.

Безинерционное шарнирное соединение подвеса скафандра обеспечивает поворот скафандра по курсу. На макете изделия «Координата» были отработаны основные проектные решения по созданию вычислительной системы, системы управления электроприводами, системы связи, системы видеонаблюдения, системы имитации визуальной обстановки с элементами дополненной реальности, в виде специализированного макета внешней поверхности орбитального модуля РС МКС.

Перемещение мостов, тележек в комплексе обеспечивают компенсацию сил трения в механических передачах и инерцию масс подвижных элементов в горизонтальной плоскости, а изменение состояния лебедки обеспечивает компенсацию силы тяжести в вертикальном направлении. Выполнение этих действий в комплексе обеспечивает имитацию эффекта «невесомости». Каждый мост движется по своим рельсовым путям, расположенным на уровнях 6,5 м и 8 м соответственно.

Специальный рельс с датчиковой лентой, расположенный на уровне 7,5 м, используя подвижные датчики линейного перемещения, обеспечивает вычислительную систему информацией о текущем местоположении обоих мостов. На месте крепления подвеса скафандра расположены датчики, отклонения троса от вертикали передающие в вычислительную систему информацию об акселерационных возмущениях, возникающих при взаимодействии человека в скафандре с объектами внешнего мира и информацию о местоположении обезвешенного скафандра в пространстве относительно опорной конструкции.

Вычислительная система предназначена для моделирования автоматического и ручного режима работы системы обезвешивания и выдачи управляющих воздействий в систему управления электроприводами для обоих мостов. Система управления электроприводами обеспечивает управление электроприводами обоих мостов, тележек, и лебедок. В состав системы управления электроприводами входят две стойки, с комплектом оборудования, преобразователями частоты, контролерами УСО, панелями управления. Каждая стойка обеспечивает управление соответственно «своим» мостом с тележкой и лебедкой.

Рельсовые пути обоих мостов оборудованы концевыми выключателями, расположенные в крайних положениях. Подвижные мосты оборудованы механизмами защиты от взаимного столкновения мостов. Для транспортирования информационных и управляющих кабелей, подключенных к электроприводам, используется система транспортирования кабелей, состоящая из подвижных кабель-каналов и кабель-укладчиков мостов и тележек.

Система имитации визуальной обстановки изделия «Координата» обеспечивает более высокую степень погружения космонавтов в «виртуальное» пространство невесомости. Система визуализации совместно со специализированными макетами локальных зон РС МКС создает колоссальный эффект дополненной реальности. Особенностью системы визуализации является динамически изменяемое совмещение виртуального изображения орбитального модуля МКС, проецируемого на экран, с реальным

макетом орбитального модуля, расположенного в рабочей зоне изделия «Координата», с учетом угловых размеров орбитального модуля и местоположения обезвешенного скафандра космонавта. При взгляде из точки зрения обезвешенного скафандра создается впечатление, что часть реального макета переходит в его виртуальное продолжение, как бы дополняя его. Возможность смены специализированных макетов орбитальных модулей и макетов локальных зон РС МКС позволит решать широкий круг задач внекорабельной деятельности практически на всей поверхности МКС. Графические станции, обеспечивающие синтез внешней визуальной обстановки космического пространства, располагаются в стойке СИВО.

Система видеонаблюдения обеспечивает оперативный визуальный контроль за действиями обезвешенных операторов-космонавтов на пульте контроля и управления. Видеонаблюдение осуществляется 10 ip-камерами видеонаблюдения, расположенные по периметру рабочей зоны изделия «Координата». Пульт контроля и управления организует автоматизированные рабочие места инструктора, инженера и врача. Система медицинского контроля обеспечит контроль за текущим физиологическим состоянием космонавта в обезвешенном скафандре. Система медицинского контроля подключается к встроенной медицинской аппаратуре скафандра «ОРЛАН» и выполняет оперативный контроль и фиксирует изменение температуры тела, кардиограммы и пневмограммы космонавтов. Система связи обеспечивает оперативную голосовую связь операторов-космонавтов с инструктором, врачом и инженером. Средства вычислительной техники изделия «Координата» располагается в стойках вычислительной системы, системы имитации визуальной обстановки, системы управления электроприводами первого и второго мостов.

Макет внешней рабочей поверхности модуля РС МКС - это полноразмерный макет модуля МИМ-2 с макетами внешнего навесного оборудования. Макет орбитального модуля имеет отверстие в верхней части, предназначенное для имитации процесса выхода космонавта в открытый космос. Макет орбитального модуля обеспечит возможность отработки космонавтами навыков и перемещения и выполнения работ по внекорабельной деятельности на внешних поверхностях РС МКС.

Пульт контроля и управления обеспечивает рабочее место инструктора, инженера и врача. В задачи инструктора входят проведение тренировок на изделии «Координата», координация и контроль за действиями обезвешенных космонавтов. В обязанности инженера входит контроль за состоянием технических средств и обеспечение функционирования подсистем изделия «Координата». Задача врача заключается в контроле физиологического состояния обезвешенных космонавтов. Врач контролирует температуру тела, пневмо и кардиограмму обоих операторов-космонавтов в обезвешенном скафандре на изделии «Координата». В целях обеспечения безопасности для оперативного прекращения работы электропривода и предотвращения нештатных ситуаций пульт контроля и управления и стойки системы управления электроприводами обоих мостов оборудованы красной кнопкой «Аварийного прекращения движения». При активации этой «красной кнопки» происходит остановка всех электроприводов и перемещение механических элементов и прекращается перемещение всех механических элементов изделия «Координата» прекращается.