

Космический эксперимент «Пилот-Т» для оценки надежности работы космонавта

Бубеев Ю.А., Котровская Т.И., Счастливец Д.В.

ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Космонавт по роду своей профессиональной деятельности является оператором сложных технических систем. Он управляет различными компьютеризированными аппаратными комплексами и механизмами как внутри и вне космического корабля, так и самим кораблем. Проблемы надежности осуществления операторской деятельности и сохранения профессиональных навыков приобретают особое значение в связи с необходимостью поддержания требуемого уровня безопасности в условиях постоянно возрастающей сложности современных технических систем. Известно, что продуктивность деятельности человека-оператора зависит не только от знаний, навыков и умений, но и в существенной степени от функциональных изменений, развивающихся в его организме и психике в процессе выполнения работы. Именно поэтому, в современной авиакосмической медицине и психологии большое внимание уделяется разработке методологии комплексной оценки психофизиологического состояния и качества деятельности специалистов.

Осуществить подобные исследования можно только с помощью адекватных моделей, одной из которых является используемая в космическом эксперименте «Пилот-Т» имитационная программа по ручному управлению (облет, причаливание и стыковка) искусственными космическими объектами. Этот космический эксперимент имеет богатую предысторию. Так, еще в 1998 г. сотрудниками ИМБП и РКК «Энергия» был разработан и поставлен на борт орбитального комплекса «Мир», а затем и МКС, экспериментальный образец психодиагностического комплекса-тренажера НЕЙРОЛАБ-2000М. На этом тренажере члены экипажа нескольких орбитальных экспедиций имитировали стыковку и перестыковку транспортного корабля «Союз» и орбитального комплекса «Мир». Полученные экспериментальные данные показали, что использование тренажерного комплекса эффективно для восстановления утрачиваемых профессиональных навыков по стыковке в космическом полете. В период с 1998 г. на станции «Мир» и на МКС было проведено 29 исследований с участием 6 космонавтов. Оказалось, что на первом сеансе при выполнении имитационной задачи по стыковке параметры качества деятельности были снижены, а уровень психофизиологической напряженности, наоборот, повышен. После 4-5 тренировочных сессий показатели качества, планомерно повышаясь при снижающемся уровне напряженности,

достигали уровня наземного фона. По мнению исследователей, такая динамика связана, с одной стороны, с формированием навыков сенсомоторной координации в невесомости, а с другой – с процессом психологической адаптации космонавта к новым условиям деятельности. Аппаратно-программный комплекс в новом бортовом эксперименте «Пилот-Т» расширяет возможности выполнения имитационных задач по пилотированию при одновременном осуществлении контроля психофизиологического состояния организма космонавта.

При реализации модельной экспериментальной программы «Пилот-Т» космонавт выполняет имитационные задачи по ручному управлению сложными динамическими объектами с учетом шести степеней свободы движения - трех у управляемого космонавтом корабля и трех у космического объекта, с которым нужно стыковаться. Характеристики пространственного движения, а также система ручного управления (с помощью двух рукояток) движением виртуального космического корабля реализуются в реальном масштабе времени. Путь, пройденный космическим кораблем, визуализируется и, с учетом этого, осуществляется навигация движущимся объектом. В ходе выполнения основной задачи по пилотированию космонавт выполняет ряд так называемых вторичных задач, обеспечивающих оценку уровня нагрузки и резервов когнитивных функций. Это нужно для того, чтобы система адаптировалась к индивидуальным психофизиологическим особенностям космонавта уровень сложности выполнения задания, который повышается после каждого успешного прохождения им предыдущей задачи и понижается, если задача не решена. Такое прогрессирующее усложнение, наряду с актуальностью задачи стыковки для космонавтов, обеспечивает повышение их уровня мотивации. У космонавта есть возможность выбирать повышать или нет сложность предъявляемых задач. При выполнении имитационной программы для оценки функционального состояния космонавта у него регистрируется ряд физиологических показателей - ЭКГ-сигнал, пульсовая волна, электрокожное сопротивление, дистальная кожная температура мизинца. Кроме того, по окончании выполнения имитационной задачи космонавт проходит когнитивные тесты, направленные на оценку памяти, мышления, переключения внимания, скорости и точности сенсомоторного реагирования. В ближайшей перспективе предполагается добавить регистрацию электроэнцефалографического сигнала для выявления особенностей индивидуальных церебральных реакций, а также для выявления нейрофизиологических механизмов когнитивных функций при выполнении профессиональной деятельности в условиях длительного космического полета.

На сегодняшний день проведена предварительная оценка реализации КЭ «Пилот-Т» четырьмя космонавтами на борту МКС (рис. 1).



Рис. 1. Борт инженер экспедиции МКС 44/45 в ходе выполнения КЭ «Пилот-Т» (фото РОСКОСМОС).

Все они выполняли тестовые режимы имитационных задач успешно и с высоким качеством, в каждом проведенном сеансе последовательно повышая уровень сложности до максимального. По результатам когнитивных тестов в целом в полете все участники эксперимента продемонстрировали высокий уровень оперативной памяти, числового мышления, восприятия информации, мотивации, обучения, адаптации к стрессу, а также устойчивое внимание в пределах допустимого диапазона. Отдельные периоды напряженной деятельности в полете вызвали снижение психологической устойчивости (ухудшение настроения), однако на качестве операторской деятельности это не сказывалось. Некоторое ухудшение психоэмоционального состояния и снижение операторской работоспособности было вызвано только процессами утомления из-за очень высоких нагрузок в предстартовый период и после полета.

Дальнейшее проведение эксперимента позволит получить статистически обоснованные данные о том, как влияют факторы длительного космического полета на надежность профессиональной деятельности космонавта, определить систему психофизиологических показателей, позволяющих более эффективно осуществлять ее прогноз. Особенно важную роль результаты эксперимента будут играть в связи с перспективой длительных и сверхдлительных пилотируемых полетов, в ходе которых встает вопрос о возможности выполнения космонавтом операций на поверхности объектов Солнечной системы. Кроме того, полученные данные могут быть в дальнейшем использованы и на Земле, для оценки, прогнозирования и повышения надежности операторской деятельности во всех сложных системах «человек-машина».