

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАДАЮЩЕГО ХАПТИКС-УСТРОЙСТВА АРТИКУЛИРОВАННОЙ КИНЕМАТИКИ

А.А. Волков, Университет ИТМО, А.И. Щеколдин, Университет ИТМО

Научный руководитель: к.т.н., доцент **С.А. Колюбин**, Университет ИТМО

Хапстикс технологии помогают в разработке более лёгких способов управления машинами и компьютерами используя человеческое осязание и манипуляцию. На сегодняшний день они интегрированы во всё возрастающее количество продуктов, начиная от смартфонов и заканчивая хирургическими роботами.

Отдельной областью применения данных технологий являются так называемые хапстикс-устройств. Они представляют собой манипуляторы различного типа и конструкции, позволяющие удаленно управлять оборудованием или процессом, получая позиционную и силовую обратную связь. Одной из проблем использования данных устройств является запаздывание при передаче данных. В качестве областей, где данная проблема стоит наиболее остро, стоит привести космическую и хирургическую сферы робототехники. Пренебрежение запаздыванием при разработке поможет привести к снижению качества или невозможности удаленного управления.

Тема проекта связана с разработкой хапстикс-устройства. Данное устройство будет повторять кинематику промышленного робота, при этом габаритные размеры робота могут быть на порядок больше по сравнению с хапстикс-устройством. В схвате робота находится инструмент и при управлении им важно знать внешние силы сопротивления. Хапстикс-устройство служит как раз для передачи пользователю данных сил. При этом на само устройство действуют гравитационные силы, которые необходимо компенсировать, чтобы пользователь мог верно определять направление и силу внешних сил сопротивления робота. Для оценки гравитационных сил необходима математическая модель хапстикс-устройства. В данной работе представлен результат создания математической модели реального хапстикс-устройства.

В качестве хапстикс-устройства была выбрана система *WoodenHaptics*. Она представляет собой манипулятор с тремя вращательными сочленениями, построенными по схеме артикулированной кинематики. Среда моделирования — прикладной программный пакет *Corke Robotics Toolbox* для *Matlab*. Для построения полной математической модели устройства были определены параметры Денавита-Хартенберга робота, составлена первоначальная математическая модель манипулятора.

Созданная математическая модель позволяет определять величину гравитационных сил устройства в любой его конфигурации, что необходимо для их компенсации. Интерес представляет подключение данного устройства к *ROS (Robotics Operation System)*. Это позволит свободно управлять устройством, не приобретая дорогостоящую плату управления, а также в будущем подключить устройства к симулятору *V-REP* или *Gazebo*.