

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОМОРФНЫМ ЗАХВАТОМ РОБОТА-АВАТАРА С ОБРАТНОЙ СИЛОВОЙ И ТАКТИЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ

Лившиц Ю.Е., Хурс С.П.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Роботы-аватары — это роботы телеприсутствия, обладающие возможностью не только получать информацию посредством различных сенсоров, но и двигаться по желанию оператора, а также использовать антропоморфные манипуляторы и другие устройства, которыми может оснащаться робот-аватар. При работе оператора с антропоморфным захватом основные функции управления роботом возлагаются на человека. Манипулятор служит для передачи основных движений руки оператора удаленно и передачи обратной связи с датчиков манипулятора на устройства управления с обратной связью. Устройство управления с обратной связью должно отслеживать движения оператора для управления движением манипулятора, а также передавать силовую и тактильную обратную связь, чтобы оператор ощущал физические свойства объекта (форму и упругость объекта), захватываемого манипулятором. Одним из таких устройств является инновационное устройство управления с обратной силовой и тактильной связью Teslaglove, разработанное в компании VR Electronics Ltd [1].

Teslaglove это устройство управления с возможностью отслеживания движения оператора, передачи сигналов тактильной и силовой обратной связи.

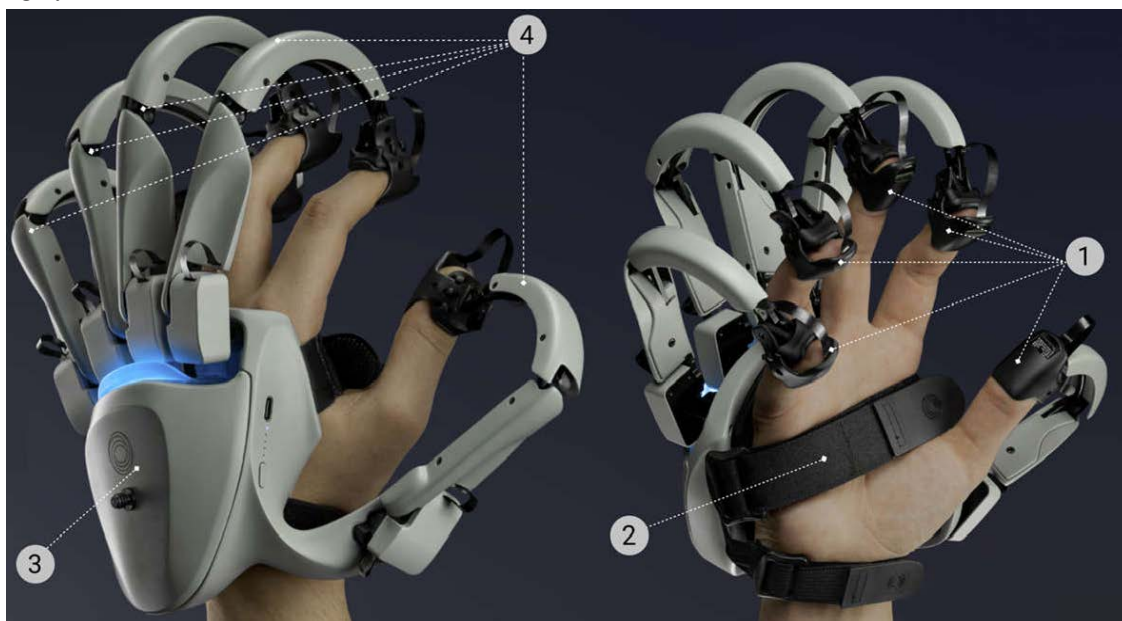


Рисунок 1 - Устройство управления с обратной силовой и тактильной связью Teslaglove

На рисунке 1 изображено устройство Teslaglove в двух проекциях которое закреплено на руке оператора, где 1 – регулируемые наконечники с интегрированными электродами (9 электродов на каждом пальце) для передачи тактильных ощущений оператору, 2 – регулируемые крепежные ремни для закрепления устройства на кисти оператора, 3 – управляющий блок устройства со встроенной батареей питания и модулем беспроводной передачи данных, 4 – система рычагов подсоединенных к сервоприводам для создания силовой обратной связи и встроенными магнитными энкодерами для отслеживания движений пальцев оператора.

Система отслеживания движения руки оператора предназначена для определения направления вращения кисти и определения перемещения фаланг пальцев оператора.

Система обратной силовой связи предназначена для передачи ощущения объёмности и твёрдости объектов. Может оказывать сопротивление движениям кисти оператора, создавая впечатление, что он взаимодействует с твёрдым предметом. Силовая обратная связь реализована в виде системы рычагов, подсоединенных к сервоприводам (на рисунке 1 выноска 4). Система позволяет управлять сгибанием и разгибанием фаланг пальцев, а также перемещать фалангу на заданный угол.

Устройство Teslaglove использует технологию поверхностной электростимуляции для передачи тактильной обратной связи оператору [2]. Принцип данной технологии основан на стимуляции нервных окончаний, лежащих в эпидермисе человека. За счет протекания переменного тока по пути электрод – эпидермис – электрод происходит активация рецепторов, расположенных в эпидермисе, что в итоге приводит к симуляции тактильных ощущений у пользователя. Разные параметры сигнала стимуляции вызывают разные типы тактильных ощущений, таких как легкое прикосновение, давление, различные виды вибраций.

Устройство Teslaglove возможно интегрировать в робототехнические комплексы. Компания VR Electronics Ltd предоставляет набор библиотек для разработчика [3] для интеграции устройства в сторонние решения.

1. Официальный сайт компании VR Electronics в Европе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://teslasuit.io/>

2. Information Transmission Across the Skin: High-Resolution Tactile Sensory Aids for the Deaf and the Blind / Frank A. Saunders [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.3109/00207458309148642>

3. Официальный сайт для разработчиков VR Electronics [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.teslasuit.io/documentation>