

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ЗАПЯСТЬЯ МОДУЛЬНОГО ПРОТЕЗА ПРЕДПЛЕЧЬЯ С УМЕНЬШЕНИЕМ ОБЪЕМА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ОПЕРАТОРА

**Горохова Н.М. (Университет ИТМО, СПб),
Головин М.А. (ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, СПб)
Научный руководитель – Чежин М.С., к.т.н., доцент (Университет ИТМО, СПб)**

В результате болезней, производственных травм или несчастных случаев человек может лишиться конечности. В частности, после ампутации верхней конечности способности человека к выполнению бытовых задач по самообслуживанию ограничиваются. Целью разработки конструкции протеза и его системы управления (СУ) является организованное единство действий технического устройства с человеком.

Целью исследования является проектирование системы управления протезом предплечья с тремя степенями подвижности в узле запястья. В настоящий момент существуют технические решения, позволяющие повторить «естественные движения запястья»: сгибания/разгибания, приведения/отведения, ротации. Однако решения с одновременным управлением – одновременной реализацией всех движений запястья не коммерциализированы. Поэтому разработка алгоритма управления запястным узлом, является актуальной задачей протезостроения.

Протез предплечья содержит модуль искусственной электромеханической кисти с электроприводом, отвечающей за функции схвата и раскрытия. Узел модуля кисти имеет два электропривода: сгибания/разгибания и приведения/отведения. Таким образом, обеспечивается функция подгибания кисти протеза. Два двигателя постоянного тока (ДПТ) отвечают за сгибание/разгибание и приведение/отведение кисти протеза. Электромагнитные колодочные тормоза останавливают вращение выходных валов двигателей, обеспечивая «фиксацию» положения кисти после подгибания. Узел запястья содержит механизм пассивной ротации, обеспечивающий пассивную ротацию кисти. В конструкции механизм пассивной ротации шарнирно соединен с механизмами подгибания. Обеспечивается одновременное автоматическое управление сгибанием/разгибанием, приведением/отведением.

Протез является звеном биотехнической системы, т.е. действие формируется оператором. Для получения информационного сигнала от биологического объекта могут быть использованы специальные датчики, например, электромиографические (ЭМГ) датчики. Опорно-двигательная система человека–оператора имеет различные группы мышц, одними из которых являются группы мышц–сгибателей и мышц–разгибателей. Во время мышечных сокращений этих групп мышц регистрируются биоэлектрические потенциалы с помощью накожных датчиков. Для регистрации необходимых данных о положении локтевого сустава используется инерционное измерительное устройство (IMU), включающее в себя трёхосные гироскоп и акселерометр. IMU регистрирует углы поворота и данные об ускорении точки в трёх плоскостях на латеральной (наружной) стороне проксимальной части предплечья оператора. И IMU, и блок ЭМГ-датчиков подключены к микроконтроллеру (МК) через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП).

Так как биоэлектрические сигналы мышц имеют высокую плотность размещения, выделить один «полезный» сигнал оказывается практически невозможно из-за возникающих наводок и «наложений» сигналов друг на друга. Для выделения сигналов необходимо обеспечить их специальную обработку, которая реализуется на аппаратном и программном уровне. МК осуществляет обработку полученных данных и отвечает за команды управления всей системой. Исполнительные механизмы выполняют передачу усилия с редукторов на объект управления, т.е. приводят его в движение, и в результате обеспечиваются функции подгибания и схвата протеза.

В результате обеспечивается более эргономичный хват объектов. Разработанный алгоритм управления позволяет уменьшить амплитуду физиологических движений оператора. За счет сокращения объема физиологических движений увеличивается естественность движений оператора. Данный алгоритм управления может использоваться не только в существующих протезах предплечья, но и в других планируемых разработках в области протезостроения.