

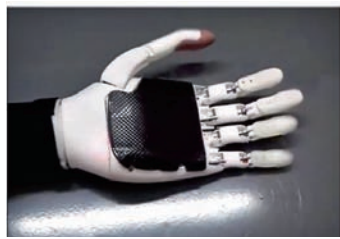
мического центра Германии, Shadow Dextrous Hand компании Shadow Robotics) используются до 22 приводов для управления пальцами, применяются тактильные сенсоры на контактных площадках. Система управления позволяет автоматически схватывать предметы различных форм. Но в качестве протезов подобные решения использоваться не могут из-за большой массы и габаритов предплечья, в котором размещаются сервоприводы. Поэтому, в отличие от антропоморфных манипуляторов, для роботов в бионических протезах используются ограниченный набор приводов и специальная конструкция пальца, в которой дистальная фаланга объединяется с медианной для снижения числа подвижных элементов. Это необходимо, чтобы снизить массу протеза и разместить электронику и моторы внутри кисти, так как автономная кисть позволяет выполнять протезирование с различной степенью ампутации предплечья.

Своими успехами разработчики бионических протезов обязаны последним достижениям науки и техники в области аккумуляторов высокой плотности, появлению различных сенсорных устройств, позволяющих бионической руке чувствовать и ощущать взаимодействие с объектами подобно человеку, компактных электрических моторов, высокая эффективность которых обусловлена прогрессом в области производства магнитов на основе редкоземельных металлов. А также микропроцессорам, способным с высокой скоростью обрабатывать информацию от множества сенсоров и принимать решение по управлению приводами пальцев для достижения заданного положения.

Благодаря 22 степеням свободы кисть человека позволяет выполнять сложные сочетания движений, захватывать предметы различной формы. Развитая система осязания дает возможность захвата предметов на ощупь, а также надежно удерживать и выполнять манипуляции.

Современные бионические протезы обладают широким набором вариантов сжатия, специально разработанных для повседневных задач. Управление режимами работы таких протезов может осуществляться как за счет регистрации биопотенциалов на остаточных группах мышц пользователя, так и электрической активности головного мозга, либо при помощи специальной панели управления.

Для пользователя на данный момент недоступно непосредственное управление движением каждого отдельного пальца протеза. Это обусловлено отсутствием коммерческих решений для интеграции с существующими бионическими протезами, а также сложностью в реализации устройств многоканального захвата биосигналов человека. В лаборатории прикладных кибернетических систем МФТИ под руководством Т.К. Бергалиева ведутся разработки в области человеко-машинных интерфейсов на основе биосигналов человека. В частности, там разработана восьмиканальная система управления на основе ЭМГ-сигналов, позволяющая регистрировать интегральную активность мышц предплечья, повышая тем самым количество управляемых степеней свободы. Для коммерциализации разработанной технологии была создана компания ООО «Гальвани-Бионикс», получившая поддержку Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.



__ Stradivary («Моторика, Россия»)



__ Michelangelo (OttoBock, Германия)



__ Luke Arm (DEKA Research, США)



__ iLimb Ultra (OSSUR, Исландия)



__ DynamicArm (OttoBock, Германия)

__ Vincent Evolution 2 (Vincent systems, Германия)



__ Kleiber Duo/Trio («Клайбер Бионикс», Россия)



__ MyoFacil (OttoBock, Германия)



__ «Миотея» (НПФ «Галатей»)



__ Kleiber Solo («Клайбер Бионикс», Россия)



Будущий пользователь может научиться пользоваться протезом с помощью специального программного обеспечения, позволяющего посредством миоэлектрических сенсоров управлять виртуальной моделью будущего протеза. К обучению можно приступать уже на ранних послеоперационных стадиях подготовки к установке бионического протеза, так как для установки протеза требуется изготовить индивидуальную приемную гильзу и может пройти продолжительное (до шести месяцев) время до формирования окончательной культуры.

Зарубежные разработчики протезов часто уделяют преувеличенное внимание количеству паттернов движения (жестов) пальцев, которое иногда доходит до 15–20. Для повседневного использования такое избыточное число не требуется и даже может создать неудобство, так как в течение дня приходится часто переключаться между наиболее подходящими паттернами, при этом используются, как правило, пять-шесть вариантов. При помощи бионических протезов человек может выполнять различные бытовые действия: пользоваться электро- и столовыми приборами, работать за компьютером, перемещать предметы и сумки, открывать емкости и бутылки, гладить белье, одеваться и многое другое.

Российские разработки

Технически различаются два варианта компоновки бионических протезов:

- Размещение моторов внутри ладони (BeBeonic 3 (OttoBock, Германия, 2012), Michelangelo Hand (OttoBock, Германия, 2011), «Миотея» ПР2-Б1 («НПФ Галатей», РФ, 2005), Stradivary (ООО «Моторика», РФ, 2016))

- Размещение моторов внутри пальцев и, как следствие, возможность протезировать отдельные пальцы (iLimb Ultra (OSSUR, Исландия, 2008), Evolution 2 (Vincent Systems, Германия, 2015), Kleiber Solo (ООО «Клайбер Бионикс», РФ, 2016)).

Основные преимущества перспективных современных бионических протезов заключаются в следующем:

- Способность надежно захватывать предметы разных форм
- Аккуратный автоматический захват хрупких предметов с учетом развиваемых усилий
- Возможность «осязания» объектов взаимодействия за счет обратной тактильной связи
- Поворот кисти за счет дополнительных приводов
- Стабилизация предмета за счет управления положением запястного сустава.

В России в настоящее время на рынке представлен только один бионический протез «Миотея» компании «НПФ «Галатей», разработанный более десяти лет назад. «Миотея» является наиболее доступным решением, имеет одну степень свободы и может управляться при помощи одно- или двухканальной системы. В первом случае закрытие и раскрытие кисти производится при помощи одной мышцы, во втором используются разные мышцы. Данный протез значительно уступает по функциональности зарубежным.

Перспективными разработками доступных бионических протезов, не уступающих зарубежным аналогам по функциональности, занимаются отечественные компании ООО «Моторика» (Stradivary) и ООО «Клайбер Бионикс» (Kleiber Solo).

Электромеханические роботизированные (бионические) протезы являются наиболее эффективными решениями для протезирования