

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ В XXI ВЕКЕ

Посталюк С.С. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные подходы к построению (созданию) биоэлектрических протезов, анализируются сильные и слабые стороны каждого из них, а также выдвигаются рекомендации по улучшению функциональности протеза.

Введение. В начале 21 века развитие получили биоэлектрические протезы, которые позволяют восполнить функционал верхней конечности. Британская компания RSLsteper представила в 2010 году первый серийный кисти. В самом начале первый протез имел 4 функциональных захвата: позволяло выполнить не большой спектр действий (удерживать предметы). В 2014 году в госпитале Университета Джона Хопкинса (Балтимор, США) был представлен протез обеих рук с функциональными плечевым, локтевым, лучезапястным суставами и кистью. Для функционирования данного протеза используется стандартный тип управления – за счёт ЭМГ система считывала сигналы с грудных мышц.

Одной из самых больших проблем современного протезостроения является дороговизна подобных изделий из-за большой стоимости материалов и отсутствия принципа конвейера сборки. Данную проблему решило распространение и развитие 3D-моделирования и 3D-печати. Ряд западных компаний уже разработал бионические протезы, в основе которых лежит принцип 3D-печати, что позволило снизить себестоимость подобных изделий. В России на данный момент протезированием занимаются Федеральные Государственные Унитарные «Протезное-ортопедические предприятия», осуществляющие помощь населению. В 2015 году в России была открыта компания «Моторика», производящая разработку тяговых протезов, в 2017 году компания представила первый российский бионический протез.

Активные биоэлектрические протезы работают на основе принципов двигательной и интегративной функции нервной системы. Обычно мышца возбуждается при поступлении потенциалов действия от иннервирующих мотонейронов в результате передачи через нервно-мышечные синапсы, генерируются мышечные потенциалы действия, приводящие к мышечному сокращению и выполнению определенного движения в конечности. Для принятия сигнала используется специальный аппарат –электромиограф, представляющий собой электронный усилитель и регистрирующую систему (осциллограф). Он обеспечивает возможность усиления биотоков мышцы в 1 млн раз и более и регистрирует их в виде графической записи. Отведение мышечных биопотенциалов осуществляется с помощью поверхностных электродов, которые позволяют регистрировать суммарную электрическую активность многих мышечных волокон.

При снятии и анализе ЭМГ учитывается частота биопотенциалов, величина их амплитуды (вольтаж), а также общая структура осциллограмм (монотонность осцилляции или их расчлененность на залпы, частота и длительность этих залпов и пр.). ЭМГ датчик принимает сигнал с мышцы пациента, после чего посылает к процессору на плате аналоговый сигнал. При преодолении порогового значения, происходит передача сигнала на исполнительный механизм. Существует несколько способов реализации движения в исполнительной части, в итоге приводящие к движению в искусственной кисти. При ампутации конечности происходит нарушение механизма на разных уровнях модели «нервная система- регулируемый орган» (в зависимости от уровня ампутации) происходит нарушение нервной проводимости по поврежденному аксону мотонейрона, повреждение мышечной единицы или утрата сухожильно-костного-эффекторного аппарата. Основным принципом работы современных бионических протезов является использование электромиографии.

Вывод. Бионический протез разрабатывается максимально похожим антропоморфно на человеческую руку, поэтому нужно знать ее вес и размер: ширину кисти и длину пальцев. Они подбираются исходя из возраста пользователя. Далее после производства также индивидуально располагаются ЭМГ-датчики, которые считывают мышечную активность и передают управляющий сигнал на контроллер протеза.

Сегодня все бионические протезы управляются мышечными импульсами, которые возникают при «представлении» в голове фантомного жеста и попытки мышцами руки выполнить этот жест. В будущем, безусловно, мы сможем считывать это представление непосредственно с двигательной коры головного мозга, но до этого еще 15-20 лет разработок в области нейроинтерфейсов.

Есть два основных направления развития протезов в технологическом плане: совершенствование человеко-машинного интерфейса, которым управляются протезы для достижения мелкой моторики и управления отдельными пальцами, а также технологии осязания протезов. Это необходимо, чтобы человек мог ощущать, какой предмет и как он берет.

Посталюк Степан Сергеевич

Подпись: