

## ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСЕНСОРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НАНОБИОИНТЕРФЕСА ДЛЯ МИОТОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ

Турушев Н.В., Григорьев М.Г., Авдеева Д.К.

Научный руководитель: Авдеева Д.К., д.т.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: nvtur90@mail.ru

Одной из существующих и насущной проблемой человечества является поддержание хорошего уровня здоровья и дееспособности организма. Именно здоровье организма и правильное функционирование всех его систем, в первую очередь, влияет на качество жизни и благополучие человека, как душевное, так и материальное. По этой причине, первоочередной задачей во многих странах является решение проблем здравоохранения и разработка новых методов лечения и диагностирования существующих заболеваний и патологий.

По докладом Министерства Труда и Социальной защиты Российской Федерации на апрель 2013 года количество инвалидов в стране превысило отметку в 12,8 миллионов человек, что составляет 9,2 % всего населения России. Из них 1,75 миллионов являются людьми трудоспособного возраста. Но занимаются трудовой деятельностью только 0,508 миллионов человек, то есть около 31,9%. Для сравнения уровень занятого населения России от численности трудоспособного населения составляет 75% [1].

Кроме этого люди различных степеней инвалидности испытывают большие трудности при социализации из-за отклонений, как в раннем детстве, так и в зрелом возрасте, что сильно понижает их качество жизни и наносит большое количество психологических травм.

Именно повышение качества жизни таких людей и более простая интеграция их в общество является одной из проблем, которую решает государство и весь мир в целом.

Одним из способов решения проблемы социализации и увеличения качества жизни людей, восстановление их способностей является создание протезов, частично или полностью восстанавливающих функции, нарушенные у инвалидов и мешающие их нормальному существованию.

Решением этой проблемы стала разработка протезов, заменяющих отсутствующие органы человеку. Протезы позволяют человеку с инвалидностью уменьшить акцент на присутствующую у него патологию, уменьшить неудобства, которые он от неё испытывает, и помочь в адаптации во внешнем мире.

Некоторые учёные классифицируют разработанные на данный момент протезы на две группы: косметические и функциональные. [2]

Особенность косметических протезов заключается в том, что они несут минимальное восстановление функций отсутствующих органов человека и, в основном, направлены на маскировку недостатка правдоподобной моделью, в макси-

мальном приближении повторяющей визуальные параметры.

Косметические протезы являются самым древним видом протеза, в истории известны случаи замены конечностей и частей лица ещё со времен древних шумеров и египетских фараонов. Как правило, данный вид протезов используется для обеспечения косметического эффекта для повреждённых органов опорно-двигательного аппарата и участков лица.

Производством подобных протезов занимаются практически во всех странах мира. В Российской Федерации производством косметических протезов занимается более 70 протезно-ортопедических мероприятий, связанных со своим регионом для обеспечения продукцией жителей, нуждающейся в ней. Например, в Томской области производством протезов занимается ФГУП «Томское протезно-ортопедическое предприятие», производящее протезы разнообразного назначения.

Функциональные протезы, называемые так же миотоническими, отличаются от косметических тем, что, прежде всего, направлены на восстановление функций потерянной части тела, либо органа. Такие протезы могут обладать косметическим эффектом (полный протез кисти, голени) или направлены только на восстановление функций.

На мировом рынке миотонические протезы представляют такие компании-производители, как Otto Bock (Германия), Thalmic Labs (США), Ossur (Ирландия), Dynastream Innovations (Канада), Touch Bionics (США). Данные разработчики приобрели большую известность не только за рубежом, но и в России. Например, продукция компании Otto Bock хорошо представлена в ФГУП «Томское ПрОП». [2]

Объём рынка протезов в мире по версии Market News составляет 16 млрд. долларов, а стоимость протезов варьируется от 2 000 до 300 000 долларов.

В России объём представляет около 3 млрд. рублей, а стоимость варьируется от 30 000 до 2 000 000 рублей. [2]

Миотонические протезы управляются при помощи биоинтерфейса, который использует в качестве информативного параметра электрофизиологические биосигналы человека.

Учёные различают несколько видов биоинтерфейсов: электромиографические, нейрологические, нейрокомпьютерные интерфейсы.

Нейрокомпьютерные биоинтерфейсы используются в качестве информативного параметра био-

сигналы, поступающие из подкорки головного мозга. При этом снимающие отведения вживляются в участок коры головного мозга. Получаемые данные обрабатываются и преобразуются в управляющие сигналы, подаваемые на механику протеза.

Наибольшую пользу данный вид интерфейсов имеет для людей, страдающих от паралича конечностей, обусловленного нарушением нейронных связей между мозгом и управляемым органом.

Данный вид интерфейсов обладает преимуществами, такими как возможность управлять протезом, заменяющим полную конечность или парализованную область тела. Но и имеет большой недостаток – инвазивность, что создаёт большой риск повреждения или заражения мозга при установке протеза.

Нейрологический интерфейс использует в качестве информативного параметра сигналы, проходящие через активируемые нервы человека.

Отведения такого интерфейса могут быть, как вживлёнными в нервную ткань, так и установленными над нервами, не внедряясь в живые ткани. Существует подвид вживления интерфейса в позвоночный столб, в аксоны больших рогов. Главным риском при использовании данного вида биоинтерфейсов является возможность разрушения или травмирования нерва и окружающих его тканей.

Электромиографический биоинтерфейс основан на биосигналах, получаемых с мышечной ткани. Как правило, отведения подобных биоинтерфейсов располагаются над мышцей, но существует практика внедрения электродов в мышечные пучки, в результате чего возможно возникновение определённых рисков травмирования здоровой части тела. Использование данного вида биоинтерфейсов в протезировании ограничено площадью информативной поверхности остаточных отделов мышцы, принимающих участие в дееспособной или отсутствующей конечности.

Проводимые на базе лаборатории № 63 института неразрушающего контроля НИ ТПУ исследования позволили добиться новых результатов в улучшении характеристик биоинтерфейсов, работающих на принципе регистрации электрофизиологических сигналов человека.

Открытия, произведённые во время исследования, позволили разработать новый класс наносенсоров, не имеющих аналогов во всём мире. Отличительными особенностями разработанных наносенсоров являются высокая помехоустойчивость, долгий срок эксплуатации, высокая чувствительность, биосовместимость. [3]

Разрабатываемые наносенсоры позволяют создать на их основе высокочувствительные, быстрореагирующие, безопасные измерительные комплексы, которые могут предоставить возможность по-новому исследовать организм человека.

Используемая технология, планируется для внедрения в электромиографические нанобиоинтерфейсы, которые позволят создать протезы, обладающие более высокой скоростью отклика по сравнению с существующими аналогами благодаря отсутствию инерционных звеньев, высокой чувствительностью, удобством эксплуатации и установки благодаря неинвазивности наносенсоров, а так же большим сроком службы.

Разрабатываемый экспериментальный макет нанобиоинтерфейса будет состоять из наносенсоров, блока усиления биосигналов, блока обработки биосигналов.

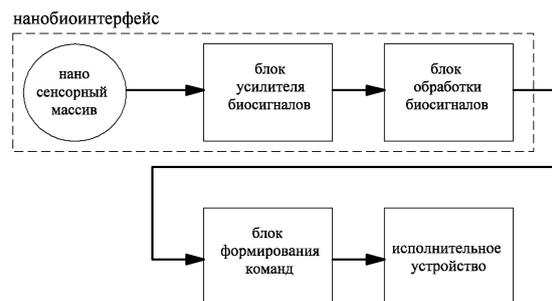


Рисунок 1. Структурная схема нанобиоинтерфейса в составе простейшего миотонического протеза

С наносенсоров информация поступает на усилитель биосигналов и передается в блок обработки сигналов, преобразующий усиленные биопотенциалы в цифровой код, удобный для обработки в блоке формирования команд, который обычно содержится в любом миотоническом протезе и служит для управления электромеханической его частью (рисунок 1).

На данный момент проводятся исследования, направленные на разработку оптимальной формы наносенсора, анатомически совместимой с конечностями человека.

По проведённым исследованиям будет разработан экспериментальный макет наносенсора, внедрённый позднее в нанобиоинтерфейс.

#### Список литературы:

1. О реализации мер, направленных на развитие трудовой занятости инвалидов // Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. [Официальный сайт] URL:<http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/migratio n/12> (дата обращения: 10.02.2014);
2. Max Ortiz-Catalan, Rickard Branemark, Bo Hakansson, Jean Delbeke. On the viability of implantable electrodes for natural control of artificial limbs: Review and discussion. BioMedical Engineering OnLine, 2012, 11:33. doi:10.1186/1475-925X-11-33;
3. Турушев Н. В. , Кашуба И. В. , Южаков М. М. Электронейромиограф // Современные техника и технологии : сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т., Томск, 15-19 Апреля 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - Т. 1 - С. 417-418